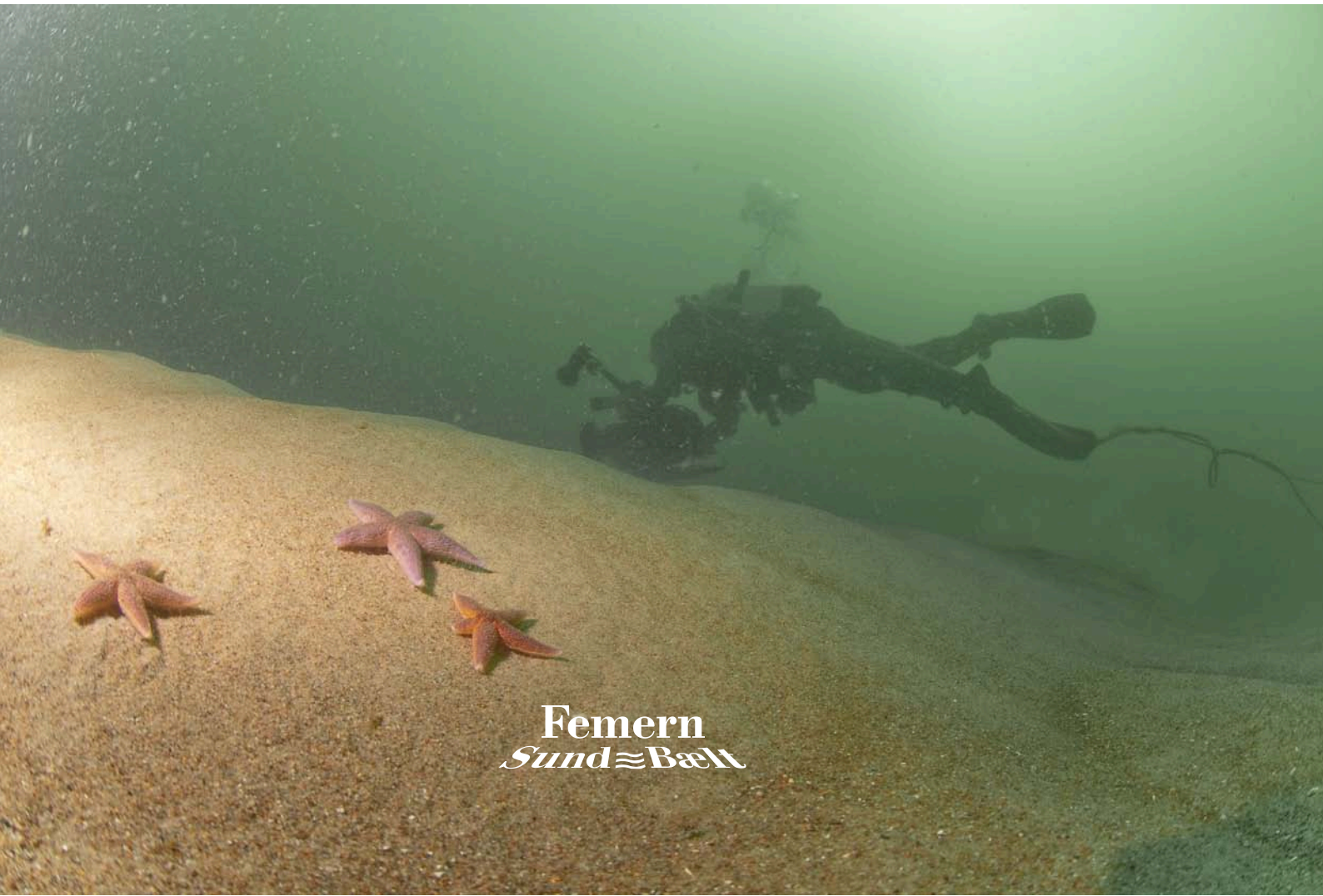


Juni 2010

**Forslag til miljøundersøgelsesprogram  
for den faste forbindelse over Femern  
Bælt (kyst-kyst)**

# **VVM Scopingrapport**



Juni 2010

Forslag til miljøundersøgelsesprogram for den faste forbindelse over Femern Bælt  
(kyst-kyst)

VVM Scopingrapport



Landesbetrieb Straßenbau und  
Verkehr Schleswig-Holstein  
Niederlassung Lübeck

Udarbejdet af: Anders Højgård Petersen (Redaktør)

Kontrolleret af: Susanne Koss

Godkendt af: Anders Jensen

Femern A/S – Juni 2010

Illustrationer og fotos: Femern A/S

ISBN 978-87-92416-01-8



Samfinansieret af EU

Det transeuropæiske transportnet (TEN-T)

# Indholdsfortegnelse

<b>1. INDLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Udgangspunkt og rammer for projektet .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Indledende bemærkninger til scopingrapporten.....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Scopingprocessens lovgrundlag .....	2
1.2.2. Forberedelse og gennemførelse af scopingprocessen – indhold af scopingrapporten.....	3
1.2.3. Hittidige miljørelaterede undersøgelser .....	3
<b>2. PROJEKTBEKRIVELSE .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Mulige linjeføringer .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Tekniske løsninger .....</b>	<b>8</b>
2.2.1. Skråstagsbroløsning .....	8
2.2.2. Sænketunnelløsning .....	11
<b>2.3. Uddybning og indvinding .....</b>	<b>12</b>
2.3.1. Mængder .....	14
2.3.2. Maskineri .....	14
2.3.3. "Import" af råstoffer.....	15
<b>2.4. Afgrænsning af undersøgelsesområdet.....</b>	<b>15</b>
2.4.1. Afgrænsning af undersøgelsesområdet på Femern .....	16
2.4.2. Afgrænsning af undersøgelsesområdet på Lolland .....	18
2.4.3. Afgrænsning af undersøgelsesområdet i havet .....	18
<b>3. MILJØMÆSSIGE FORHOLD .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Mennesker (herunder sundhed).....</b>	<b>19</b>
3.1.1. Femern .....	19
3.1.2. Lolland.....	21
3.1.3. Erhvervsfiskeri.....	22
3.1.4. Sejlads.....	22
<b>3.2. Geologi, bathymetri, sediment og kystmorfologi.....</b>	<b>23</b>
3.2.1. Geologi .....	23
3.2.2. Bathymetri (det marine landskab) .....	23

3.2.3. Sedimentegenskaber .....	24
3.2.4. Kystmorfologien.....	25
<b>3.3. Havvand .....</b>	<b>25</b>
3.3.1. Hydrografi.....	25
3.3.2. Havvandskvalitet .....	26
<b>3.4. Fauna og flora i havet .....</b>	<b>27</b>
3.4.1. Plankton .....	27
3.4.2. Bundvegetation .....	27
3.4.3. Bundfauna .....	28
3.4.4. Fisk.....	28
3.4.5. Havpattedyr .....	29
3.4.6. Flagermus over havet .....	30
<b>3.5. Kulturarv på havet.....</b>	<b>30</b>
<b>3.6. Materielle goder på havet .....</b>	<b>30</b>
<b>3.7. Jordbundsforhold på Femern.....</b>	<b>31</b>
<b>3.8. Vand på Femern .....</b>	<b>31</b>
<b>3.9. Fauna og flora på Femern.....</b>	<b>32</b>
<b>3.10. Landskabet på Femern .....</b>	<b>32</b>
<b>3.11. Femerns klima .....</b>	<b>33</b>
<b>3.12. Luft på Femern .....</b>	<b>33</b>
<b>3.13. Kulturarven på Femern .....</b>	<b>33</b>
<b>3.14. Materielle goder på Femern .....</b>	<b>33</b>
<b>3.15. Jordbundsforhold på Lolland.....</b>	<b>34</b>
<b>3.16. Vand på Lolland.....</b>	<b>34</b>
<b>3.17. Flora og fauna på Lolland .....</b>	<b>34</b>
<b>3.18. Landskabet på Lolland.....</b>	<b>35</b>
<b>3.19. Lollands klima .....</b>	<b>35</b>
<b>3.20. Luft på Lolland.....</b>	<b>35</b>
<b>3.21. Kulturarven på Lolland.....</b>	<b>36</b>

3.22. Materielle goder på Lolland .....	36
3.23. Fuglelivet (for hele området) .....	36
3.24. Natura 2000 .....	38
<b>4. MILJØBELASTNING .....</b>	<b>39</b>
4.1. Oversigt over projektets miljøbelastning fra anlægsarbejde, konstruktionerne og driften.....	39
4.2. Vurdering af belastningsfaktorerne .....	40
4.2.1. Sedimentspild.....	40
4.2.2. Støj og vibrationer på land .....	41
4.2.3. Støj under vandet.....	42
4.2.4. Lys.....	43
4.2.5. Luftforurening .....	43
<b>5. AFVÆRGE- OG KOMPENSATIONSFORANSTALTNINGER.....</b>	<b>46</b>
<b>6. STRATEGI OG METODER FOR VVM-UNDERSØGELSEN .....</b>	<b>47</b>
6.1. Lovgrundlag .....	49
6.2. Miljøundersøgelser .....	51
6.3. Analyse af miljøets følsomhed og identifikation af projektvarianter med relativ mindre miljøpåvirkning.....	53
6.3.1. Bestemmelse af arealers (inklusive havbund) følsomhed for miljøpåvirkninger.....	53
6.3.2. Afgrænsning af foretrukne linjeføringskorridorer.....	54
6.4. Sammenligning af tekniske løsninger.....	55
6.4.1. Miljøpåvirkninger og vurderingsmetoder .....	55
6.4.2. Miljøpåvirkninger .....	55
6.4.3. Indledende sammenligning af projekialternativer .....	65
6.4.4. Sammenligning af hovedalternativer.....	66
6.4.5. Nulvariant .....	66
6.5. Akkumulerede påvirkninger og påvirkninger på tværs af landegrænserne.....	67
6.5.1. Akkumulerede miljøpåvirkninger .....	67
6.5.2. Påvirkninger på tværs af landegrænserne .....	67
6.6. Klimaforandringer .....	67

<b>6.7. Øvrige EU direktiver .....</b>	<b>69</b>
6.7.1. Havstrategi-direktivet .....	69
6.7.2. Vandrammedirektivet .....	69
<b>7. BASISUNDERSØGELSER OG VURDERING AF MILJØPÅVIRKNINGER – OMFANG OG METODE .....</b>	<b>70</b>
<b>7.1. Mennesker, herunder sundhed .....</b>	<b>70</b>
<b>7.2. Havbund, marine sedimenter og kystmorfologi.....</b>	<b>72</b>
7.2.1. Undersøgelsesområde.....	72
7.2.2. Havbundens morfologi .....	73
7.2.3. Marine sedimenter.....	75
7.2.4. Kystmorfologi.....	76
<b>7.3. Havvand .....</b>	<b>78</b>
7.3.1. Undersøgelsesområde .....	78
7.3.2. Hydrografi.....	79
7.3.3. Vandkvalitet i havet.....	83
<b>7.4. Havets flora, fauna og biodiversitet .....</b>	<b>85</b>
7.4.1. Undersøgelsesområde .....	85
7.4.2. Marint plankton.....	85
7.4.3. Bundfauna og bundvegetation .....	87
7.4.4. Fisk.....	93
7.4.5. Havpattedyr .....	100
<b>7.5. Jordbunden på Femern og Lolland.....</b>	<b>104</b>
<b>7.6. Vand på Femern og Lolland.....</b>	<b>106</b>
7.6.1. Grundvand.....	106
7.6.2. Overfladevand .....	108
<b>7.7. Flora, fauna og biodiversitet på Femern og Lolland .....</b>	<b>109</b>
<b>7.8. Landskabet på Femern og Lolland.....</b>	<b>111</b>
<b>7.9. Fuglelivet .....</b>	<b>113</b>
<b>7.10. Luftkvalitet .....</b>	<b>119</b>
<b>7.11. Klima .....</b>	<b>120</b>
7.11.1. Globalt klima.....	120

7.11.2. Lokalt klima .....	121
<b>7.12. Kulturarv .....</b>	<b>121</b>
<b>7.13. Materielle Goder .....</b>	<b>124</b>
<b>7.14. Samspelet mellem miljøfaktorer .....</b>	<b>124</b>
<b>7.15. Afledte socioøkonomiske virkninger .....</b>	<b>126</b>
<b>8. NATURA 2000-VURDERINGER .....</b>	<b>128</b>
<b>9. BESKYTTEDE ARTER .....</b>	<b>133</b>
9.1. Særligt beskyttede arter (Bilag IV-arter) .....	133
9.2. Særligt beskyttede fuglearter samt andre beskyttede og truede arter .....	135
<b>10. REFERENCER .....</b>	<b>136</b>
10.1. Love, bekendtgørelser mv. ....	136
10.2. Vejledninger, planer og kort .....	139
10.3. Litteratur .....	140

## Bilag

- A Bevaringsmålsætninger for Natura 2000-områder**
- B Beskrivelse af undersøgelsesmetoderne i havområderne**
- C Beskrivelse af undersøgelsesmetoder for flora og fauna omkring tilslutningsanlæggene (på land)**





# 1. Indledning

## 1.1. Udgangspunkt og rammer for projektet

Den 3. september 2008 underskrev Danmark og Tyskland traktaten om anlæggelse af en fast forbindelse over Femern Bælt. Traktaten blev vedtaget af de nationale parlamenter og ratificeret af de to lande i 2009.

Den faste forbindelse over Femern Bælt projekteres som en kombineret jernbane- og vejforbindelse bestående af en dobbeltsporet, elektrificeret jernbane og en firesporet motorvej. Den 19 km lange forbindelse vil udgå fra Rødbyhavn på den danske side af Femern Bælt til Puttgarden på øen Femern på den tyske side, og den krydser derved den dansk-tyske grænse, der løber mellem de to landes kystlinjer.

Den faste forbindelse over Femern Bælt vil være betydningsfuld for hele Europa. Igennem denne forbindes Skandinavien med Nordtyskland. Formålet med den kombinerede vej- og jernbaneforbindelse er først og fremmest at forbedre forholdene for transport af passagerer og gods. Samlet set vil trafikforbindelserne fra de skandinaviske lande til Tyskland og østpå til Baltikum forbedres kraftigt.

Danmark har ansvaret for planlægning og design samt finansiering, anlæggelse og drift af Femern Bælt-forbindelsen. Danmark opfører og driver den faste forbindelse over Femern Bælt og afholder udgifterne til den brugerbetalte forbindelse.

Ifølge traktaten er Tyskland ansvarlig for godkendelsen af den faste forbindelse på tysk højhedsområde samt opgradering af de tyske landanlæg.

I Danmark ratificeredes traktaten ved vedtagelse af Lov nr. 285 af 15. april 2009 om projektering af fast forbindelse over Femern Bælt med tilhørende landanlæg. Med hjemmel i denne lov gav transportministeren i april 2009 det statsejede selskab Femern A/S ansvaret for projekteringen af den faste forbindelse over Femern Bælt. Loven giver hjemmel til at forberede, undersøge og projektere den faste forbindelse. Etableringen af den faste forbindelse skal vedtages i en selvstændig anlægslov.

For den del af Femern Bælt-forbindelsen, der er placeret på tysk højhedsområde, har det kombinerede jernbane- og vejprojekt her har to projektansøgere: Femern A/S er projektansøger på forbindelsens tyske jernbaneafsnit, mens delstatsstyrelsen for vejanlæg og transport i delstaten Schleswig-Holstein, afdelingen i Lübeck (Landesbetrieb für Straßenbau und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein, Niederlassung Lübeck), er projektansøger på forbindelsens tyske vejafsnit.

Projekterings- og godkendelsesprocessen er påbegyndt. Den omfatter miljøundersøgelser, geotekniske undersøgelser og undersøgelser af sejladssikkerhed samt design og projektering af en bro såvel som en alternativ tunnellsning. Som led i godkendelsesprocedurerne foreta-

gas en vurdering af virkningerne på miljøet (VVM) i henhold til den nationale lovgivning i de to lande. I henhold til Espoo-konventionen om vurdering af virkningerne på miljøet på tværs af landegrænserne skal Østersølandene desuden informeres om projektet og eventuelt deltage i processen. Inden der bliver fremsat forslag til en anlægslov vil VVM-proceduren blive afsluttet, og der vil blive indhentet godkendelser hos de tyske og danske myndigheder samt gennemført en international høring i landene omkring Østersøregionen i henhold til Espoo-konventionen.

## **1.2. Indledende bemærkninger til scopingrapporten**

### **1.2.1. Scopingprocessens lovgrundlag**

I henhold til lovgivningen i Danmark og Tyskland, de gældende EU-direktiver samt international ret skal der foretages en VVM-undersøgelse i forbindelse med anlæggelsen af en fast forbindelse over Femern Bælt. Formålet med VVM-undersøgelsen er at identificere, beskrive og vurdere projektets miljøpåvirkninger i god tid og grundigt. Resultatet af VVM-undersøgelsen skal tages med i betragtning i forbindelse med alle myndighedsbeslutninger om godkendelse på et så tidligt stadie som muligt.

VVM-undersøgelsen omfatter identifikation, beskrivelse og vurdering af et projekts indvirkninger på miljøfaktorerne mennesker (herunder menneskers sundhed), dyr, planter (herunder biodiversitet), jord, vand, luft, klima, landskab, kulturarv og andre materielle goder samt samspillet mellem disse miljøfaktorer.

Projektansøgerne skal fremlægge de informationer om projektets miljøpåvirkninger, der er væsentlige for beslutningen, den såkaldte "VVM-redegørelse", for de kompetente myndigheder i Danmark og Tyskland. I VVM-redegørelsen identificeres, beskrives og vurderes alle bygge-, anlægs- og driftsrelaterede indvirkninger på ovennævnte miljøfaktorer.

Femern A/S har af den danske transportminister fået til opgave at gennemføre VVM-undersøgelserne og at udarbejde VVM-redegørelsen for den faste forbindelse over Femern Bælt.

Med den foreliggende scopingrapport foreslår Femern A/S og delstatsstyrelsen for vejanlæg og transport i delstaten Schleswig-Holstein, Lübeck-afdeling, rammerne for VVM-undersøgelserne, som således skal afstemmes med de kompetente myndigheder. Ud over de kompetente myndigheder deltager også miljøorganisationerne i Tyskland og offentligheden i Danmark i afstemningen af undersøgelsesrammerne.

Formålet med scopingprocessen er at fastlægge rammerne for indholdet og omfanget af samt området for undersøgelserne i Danmark og Tyskland. Metoderne og andre relevante emner for VVM-redegørelsen beskrives og afstemmes med de kompetente myndigheder.

### **1.2.2. Forberedelse og gennemførelse af scopingprocessen – indhold af scopingrapporten**

Denne scopingrapport tilgodeser begge landes nationale praksis for udarbejdelse af VVM-redegørelser.

I Danmark er den indholdsmæssige og faglige fremgangsmåde normalt at beskrive det berørte økosystem og projektets væsentlige virkninger på økosystemet. I Tyskland er det almindeligt i højere grad at anvende en fremstilling og fremgangsmåde med fokus på de enkelte miljøfaktorer. I opbygningen af scopingrapporten kombineres disse to fremgangsmåder. I overensstemmelse med den danske praksis inddrages socio-økonomiske problemstillinger i VVM-undersøgelserne og et tilsvarende kapitel vil være indeholdt i VVM-redegørelsen i Danmark.

De centrale kapitler i scopingrapporten indeholder en generel indføring i rammerne for projektet og en projektbeskrivelse i kapitel 2, efterfulgt af en foreløbig beskrivelse af de eksisterende miljømæssige forhold og økosystemrelaterede sammenhænge i kapitel 3. I kapitel 4 præsenteres projektets potentielle belastning og påvirkning af miljøet, og i kapitel 5 beskrives mulige foranstaltninger til at afværge, mindske eller kompensere for miljøpåvirkningerne. Den overordnede fremgangsmåde i VVM-undersøgelsen fremlægges i kapitel 6. Der gennemføres omfattende miljøundersøgelser som grundlag for at beskrive og evaluere miljøpåvirkningerne. De første detaljerede undersøgelser blev igangsat allerede i efteråret 2008, dvs. før traktaten trådte i kraft. I kapitel 7 behandles undersøgelsesernes omfang og metoder nærmere for de enkelte miljøfaktorer. Endelig behandles konsekvensvurderinger vedrørende Natura 2000 og beskyttede arter i kapitel 8 og 9.

VVM-redegørelsen vil afspejle undersøgelsesernes indhold og omfang, som det er beskrevet i scopingrapporten, men den nærmere opbygning af VVM-redegørelsen er endnu ikke fastlagt. Scopingrapporten indeholder ikke et ikke-teknisk resumé eller informationer om mulige problemer, der måtte fremkomme ved indsamlingen af alle oplysningerne, som følge af f.eks. tekniske begrænsninger og manglende oplysninger.

De centrale afsnit i VVM-redegørelsen vil omhandle undersøgelserne af de forskellige tekniske varianter og deres miljøpåvirkninger og give en sammenligning af disse. Der vil blive detaljeret redegjort for anbefalingerne af en fortrukket teknisk løsning ud fra et miljømæssigt synspunkt – og under hensyntagen til andre relevante forhold – herunder begrundelsen for, hvorfor andre varianter er blevet fravalgt.

### **1.2.3. Hidtidige miljørelaterede undersøgelser**

For at kunne beskrive miljøet i forbindelse med scopingrapporten og selve VVM-undersøgelserne inddrages resultater af forundersøgelser, gennemført gennem mere end et årti, og der tages hensyn til de svar, som indkom i forbindelse med en miljøkonsultation afholdt i 2006.

I perioden 1995-1999 gennemførtes omfattende forundersøgelser af de miljømæssige - og andre aspekter af projektet (Fehmarn Belt Feasibility Study, COWI-Lahmeyer, 1999). I det

følgende omtales disse undersøgelser samlet som "forundersøgelsen fra 1999"<sup>1</sup>. Resultaterne og de vigtigste konklusioner er præsenteret i en sammenfattende rapport.

Senere er der foretaget supplerende undersøgelser af udvalgte nøglespørgsmål, som f.eks. en foreløbig risikovurdering for fuglelivet (Kahlert *et al.*, 2005) og en undersøgelse af følgerne af emissioner til luften (COWI og NERI, 2005).

I 2006 iværksatte transportministerierne i Danmark og Tyskland en offentlig miljøkonsultationsproces i de to lande. Året efter blev der udgivet en omfattende miljøkonsultationsrapport med beskrivelser af de tekniske løsninger og miljøspørgsmål vedrørende en fremtidig forbindelse over Femern Bælt. Alle interesserede parter blev opfordret til at indsende bemærkninger, ønsker eller idéer, hvilket resulterede i svar fra myndigheder, miljøbeskyttelsesorganisationer, andre ikke-statslige miljøorganisationer, virksomheder og privatpersoner. Svarene gav et ajourført overblik over både offentlighedens og eksperters synspunkter. Den ny erhvervede viden herfra er inddraget i undersøgelsesplanerne, der præsenteres i denne scopingrapport.

Derudover trækkes på værdifulde erfaringer og viden fra de talrige detaljerede undersøgelser, der blev gennemført i forbindelse med de faste forbindelser over Storebælt og Øresund.

Femern A/S er i løbende kontakt med miljømyndighederne i begge lande, og der er indledt en dialog med ikke-statslige miljøorganisationer og den brede offentlighed om miljømæssige aspekter af projektet.

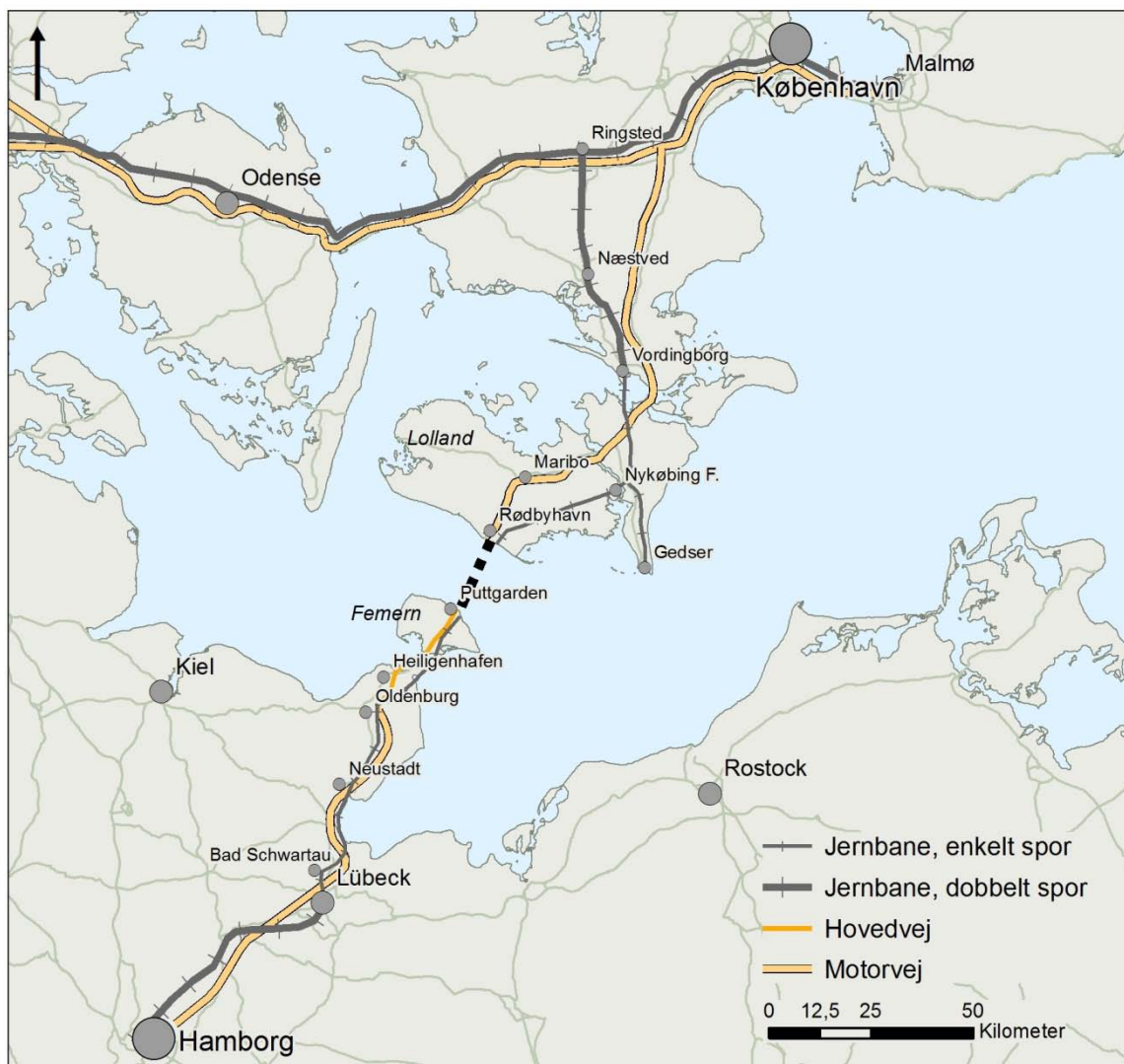
Det forventes, at der omkring 2012 på basis af projekteringsarbejdet vil kunne fremsættes forslag til en anlægslov, der i Danmark vil give hjemmel til at igangsætte anlægsarbejdet. I Tyskland afsluttes projekteringsarbejdet med en projektgodkendelse.

---

<sup>1</sup> Se <http://www.femern.com/home/publications>

## 2. Projektbeskrivelse

Den faste forbindelse over Femern Bælt er en del af det transeuropæiske trafiknet. Den forbinder således København-Malmø-regionen (med tilslutning til det øvrige Skandinavien) med Hamborg-Lübeck-regionen (med tilslutning til det øvrige europæiske kontinent), se figur 2.1. Forbindelsen supplerer således den eksisterende faste forbindelse over Øresund.



Figur 2.1 Placeringen af den faste forbindelse over Femern Bælt i det tysk-danske grænseområde

I henhold til statstraktaten af 3. september 2008 skal den faste forbindelse over Femern Bælt etableres mellem øen Femern i Tyskland og øen Lolland i Danmark. Den er planlagt som en kombination af en tosporet elektrificeret jernbaneforbindelse og en firesporet vejforbindelse

(en såkaldt "4+2-løsning") med en teknisk kvalitet svarende til standarden for motorveje. Den faste forbindelse omfatter strækningen over Femern Bælt og ramper og tilslutningssanlæg på land samt de nødvendige betalings- og administrationsanlæg, som alene etableres på den danske side.

På Lolland og Femern sluttet projektet til det eksisterende vej- og jernbanenet. Skæringspunkterne med det eksisterende vej- og jernbanenet danner projektets start- og slutpunkter; deres præcise placering fastlægges i forbindelse med den løbende projektering.

Som grundlag for projektbeskrivelsen anvendes forundersøgelsen fra 1999, fordi der i øjeblikket ikke foreligger nogen detailplan for projektet. Forundersøgelsen resulterede i en række realiserbare tekniske løsningsmodeller, herunder en skråstagsbro, en hængebro, en sænketunnel og en boret tunnel. Disse løsningsmodeller blev sammenlignet og evalueret ud fra kriterier som påvirkning af miljøet, trafikkapacitet, sikkerhed, teknisk design, investerings- samt drifts- og vedligeholdelsesomkostninger. I forundersøgelsen konkluderes, at skråstagsbroen er den foretrukne løsning, og at sænketunnelen er det foretrukne alternativ. Denne konklusion er siden overført til regeringstalen. I forbindelse med den løbende projektering revurderes løsningsmodellerne. Den endelige VVM-redegørelse vil indeholde en detaljeret aktuel projektbeskrivelse af de udvalgte løsningsmodeller samt en begrundelse for valget af dem.

Med uddgangspunkt i forundersøgelsen fra 1999 beskrives skråstagsbroen og sænketunnelen i det følgende som de to tekniske løsninger, der er egnet til at realisere projektet. Af den grund beskrives hængebroen og boretunnelen ikke yderligere. Det skal understreges, at der ikke herved er truffet nogen afgørelse til fordel for de to løsningsmodeller. En afvejning af de forskellige løsningsmodeller (bro- og tunnelloøsninger) vil indgå i den løbende projektering.

Både de anlægsbetingede midlertidige såvel som permanente påvirkninger og de driftsbetingede påvirkninger ved projektets forskellige komponenter vil indgå i VVM-redegørelsen. De vil blive behandlet detaljeret i denne scopingrapport. Effekterne af en række midlertidige anlæg og facilititeter (f.eks. byggepladser, arbejdshavne, byggepladsrelaterede arealer i nærheden af linjeføringen, vil ligeledes blive behandlet i VVM-redegørelsen, men vil ikke blive nærmere behandlet i denne rapport, idet dette først kan ske på et senere planlægningsstadium (Femern A/S, 2010a)).

I øjeblikket antages det, at råstoffer vil blive leveret ad søvejen eller via det offentlige jernbane- og vejnet. Relevante lokaliteter til indvinding (opgravning) af råstoffer undersøges i øjeblikket ikke. Som udgangspunkt deponeres opgravet materiale fra anlægsarbejdet i eventuelle opfyldninger i forbindelse med projektet (se afsnit 2.3). Med hensyn til yderligere overskud af opgravet materiale antages det på nuværende tidspunkt, at dette kan blive placeret på særligt udpegende godkendte deponeringsarealer. Lokaliteter hertil søges endnu ikke. Hvis ovenstående ikke dækker behovet for deponering, vil yderligere lokaliteter blive undersøgt i forbindelse med VVM-undersøgelsen.

I modsætning til byggeaktiviteter i selve projektkorridoren kan produktionen af beton- og stål-elementer til en bro eller tunnel foregå i en vis afstand (op til ca. 120 km) fra den faste forbindelse over Femern Bælt. Bro- eller tunnelelementer, som produceres på disse, transporteres til byggepladsen, hvor de bliver sat sammen. I bedste fald etableres produktionen på eksisterende godkendte industriområder, således at nye produktionsarealer og godkendelser ikke bliver nødvendige. På grund af den måde, hvorpå anlægsarbejdet sendes i udbud ("design-built project"), påhviler afgørelser omkring produktionsstedet, oprindelsessted for byggematerialer samt valg af byggemetoder mere eller mindre den udpegede entreprenør. Om nødvendigt vil der i den sammenhæng blive indhentet separate godkendelser (Femern A/S, 2010b).

Generelt vil tilslutningsanlæg, betalings- og administrationsbygninger, byggepladser og arbejdspladser samt midlertidige oplagspladser ligge indenfor de område, som undersøges miljømæssigt. Sådanne anlæg vil, såfremt det er relevant, også blive taget i betragtning ved valget af løsningsmodel.

Det vurderes, at anlægsfasen vil udgøre en periode på omkring seks år. Baseret på aktuelle oplysninger kan broen således tages i brug i år 2018.

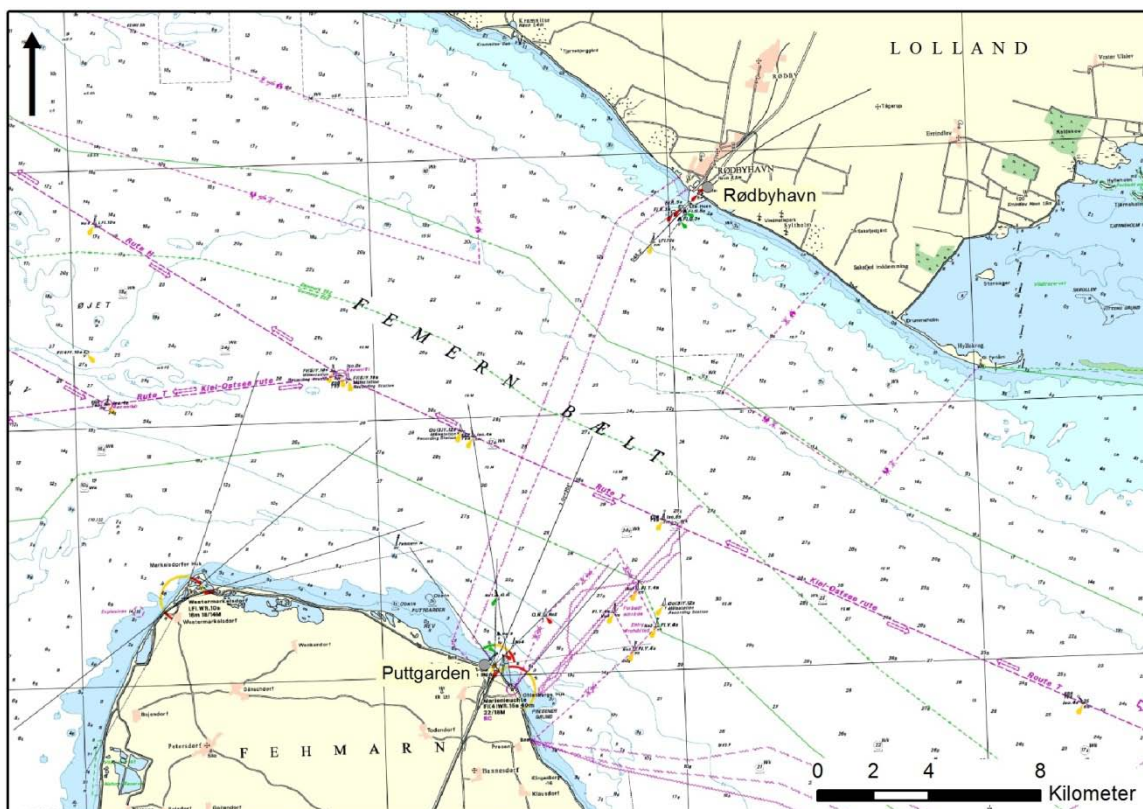
Alle løsninger vil blive udformet med en levetid på mindst 120 år.

De tekniske løsningsforslag for den faste forbindelse fra kyst til kyst optimeres p.t. yderligere. I den forbindelse undersøges forskellige bro- og tunnelloøsninger og deres tilslutning til den eksisterende infrastruktur på et sammenligneligt detaljeringniveau.

## 2.1. Mulige linjeføringer

Projektet tilsluttes Lollands og Femerns eksisterende jernbane- og vejnet få kilometer inde i landet. De nøjagtige tilslutningspunkter er dog endnu ikke fastlagt. I overensstemmelse med regeringsaftalen defineres tilslutningspunktet for projektets jernbane til Tysklands jernbanenet som det sted, hvor der skiftes mellem tysk og dansk jernbaneteknologi. For projektets vejdel ligger tilslutningspunktet til Tysklands vejnet tæt ved tilslutningen til Puttgarden (enden af frakørselsrampen og starten af tilkørselsrampen). Dette tilslutningspunkt er den sidste del, der er inkluderet i Tysklands vejnet. Den præcise placering af tilslutningspunktet vil blive fastlagt i forbindelse med den løbende projektering.

Da ovenstående tilslutningspunkter endnu ikke er fastlagt, er den nøjagtige linjeføring for den faste forbindelse over Femern Bælt det heller ikke. Den fastlægges ligeledes i forbindelse med den løbende projektering. For linjeføringen er det generelt af betydning, at Østersøen (Femern Bælt) krydses ad den kortest mulige vej, se figur 2.2. Den endelige VVM-redegørelse vil indeholde en detaljeret beskrivelse af linjeføringen, som svarer til den aktuelle planlægning, samt en begrundelse for valget af de løsningsmodeller, som undersøges i VVM-redegørelsen.



Baggrundskort: © Kort og Matrikelstyrelsen

**Figur 2.2 Femern Bælt mellem Puttgarden og Rødbyhavn.**

## 2.2. Tekniske løsninger

I det følgende gives en nærmere beskrivelse af de to forskellige realiserbare tekniske løsninger, skråstagsbro og sænketunnel. Beskrivelse og oplysninger om samtlige mål (længder, højder, afstande m.m.) bygger på forundersøgelsen fra 1999. Det understreges, at løsningerne, som led i den igangværende projektering, vil blive videreudviklet og optimeret under hensyntagen til miljømæssige, anlægsbetingede, søfartsmæssige og sikkerhedsmæssige samt andre krav.

### 2.2.1. Skråstagsbroløsning

Skråstagsbroen består af hovedbroen, to tilslutningsbroer og to tilslutningsramper.

#### **Hovedbroens udformning**

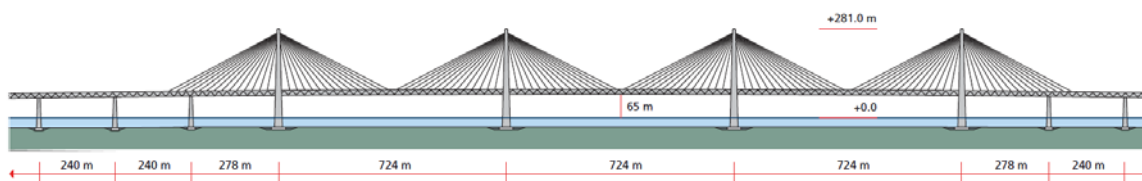
Længden af hovedbroens gennemsejlingsfag er fastlagt ud fra krav til besejlingsforholdene. Øst- og vestgående skibstrafik i separate sejltreder kræver 2 gange 700 meters gennemsejlingsbredde. Derimellem etableres et brofag på 700 meters bredde til adskillelse af trafikken. Den frie gennemsejlingshøjde vil være 65 m over gennemsejlingsfagenes samlede bredde.



Hovedbroen er udformet som en flerfags skråstagsbro med tre hovedfag på hver 724 m. Den totale længde af hovedbroen udgør 3.208 m (figur 2.3).

Hovedbroens 281 m høje pyloner (brotårne) vil blive funderet 28 m under havets overflade (figur 2.4). Formodentlig vil pylonerne fundament bestå af præfabrikerede celledelte sænkekasser. De 46 m x 88 m store sænkekasser vil blive fremstillet i en tørdok ved land og bugseret til byggepladsen ude på havet. Selve pylonerne vil blive bygget som betonkonstruktioner i klatreforskalling.

Hovedbroens overbygning består af en 15 m høj gitterdrager, som bærer trafikken på to niveauer: Det øverste bildæk, som består af en tværgående betonplade, og det nedre jernbandedæk, udformet som en stålkasse. Kabelstagene, der bærer broens overbygning, forankres i en stålkanthjælpe. Kabelstagene fastgøres til gitterdrageren med 24 meters mellemrum, arrangeret i en halvvitteform.



Figur 2.3 Længdeprofil af skråstagsbroløsningen

### Design af tilslutningsbroerne

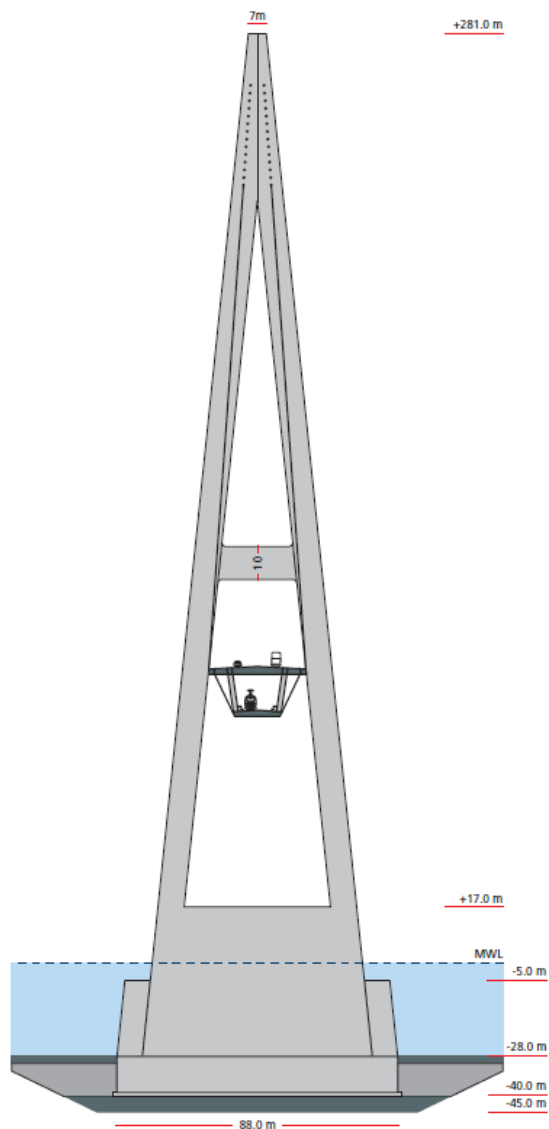
Hovedbroen forbindes med kysterne ved hjælp af to tilslutningsbroer. Den sydlige og nordlige tilslutningsbro er på henholdsvis 6.000 og 9.360 meters længde.

I området langs linieføringen for broen findes to forskellige geologiske formationer. Det vil for den nordlige del af linieføringens vedkommende være muligt at fundere bropillerne direkte på aflejringer af glacialt materiale, idet der her kun kan forventes at forekomme moderate sætninger i havbunden. I den sydlige del af linieføringen forekommer derimod højtliggende aflejringer af tertiært ler, hvor større sætninger er mulige, hvis brofundamentene funderes direkte på havbunden. Der er derfor planlagt en pælefunderingsløsning for de sydlige tilslutningsfags bropiller.

Sænkekasserne og pillerkafterne støbes som én enhed og selve bropillerne, som en anden enhed. Sænkekasserne og pillerne vil blive støbt på land i en tørdok eller i et præfabrikationsanlæg, hvorefter de vil blive transporteret til byggepladsen enten med bugserbåde eller store flydekraner. Når sænkekasserne er bragt på plads, vil de blive ballasteret med sandfyld.

Ligesom ved hovedbroen er der trafik på to niveauer på tilslutningsbroerne: På det øvre dæk vejtrafik og på det nedre dæk jernbanetraffic. De 15 m høje dragere bærer vejdekke, som er designet som et betondæk og jernbandedækket, som er designet som en lukket stålkasse.

Brodragerne ventes at blive præfabrikeret og samlet til hele brofag på land og derefter monteret offshore ved hjælp af flydekraner.



**Figur 2.4 Pylon, skråstagsbro**

### **Design af tilsluttende rampeanlæg**

Rampeanlæg skal etableres for at bringe trafikken fra to niveauer (på vandet) til ét niveau (på land). Rampeanlæggene omfatter blandt andet i alt 600 m viadukt på Femern siden og 624 m viadukt på Lolland siden. Ind mod land vil der yderligere være motorvejsdæmninger på mellem 1.000 og 1.500 meters længde.

I forbindelse med byggeriet af bro og ramper vil der være behov for arbejdshavne samt bygge- og oplagspladser i nærheden af selve anlægsarbejdet. Disse vil formodentlig dække et område på omkring 40.000m<sup>2</sup> (Femern A/S, 2010a). Faciliteterne skal bruges til håndtering og oplagring af råstoffer og præfabrikerede elementer.

### 2.2.2. Sænketunnelløsning

Denne løsning omfatter selve sænketunnelen, to tilslutningsramper og en ventilationsø.

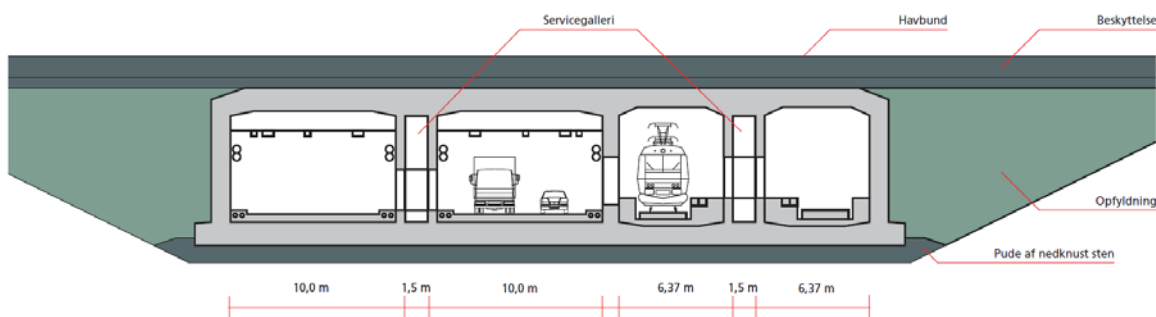
#### Design af tunnelen

Tunneltværsnittet består af fire rør: To rør med hver et jernbanespor og to rør med hver to motorvejsbaner (figur 2.5). Tunnelens tværsnit har en rektangulær profil, 41 m bredt og 10 m højt. Et 1,5 m bredt servicegalleri er placeret mellem både jernbanerørerne og motorvejsrørerne.

Motorvejsrørerne er 10 m brede medens jernbanerørerne er 6,37 m brede. På hver side af servicegalleriet er der placeret 1 meter brede nødfortorve. Servicegalleriet rummer ud over tekniske installationer også en flugtvej med nødudgange for hver 170 meter. Flugtvejene ligger således mellem hovedrørerne og sikrer en sikker evakuering i nødstilfælde.

Den mest sandsynlige konstruktionsmetode er en produktion af tunnelelementer i en tunnelfabrik, kombineret med en dok til søsætning af elementerne – svarende til fremgangsmåden ved Øresundsprojektet. Hvis det viser sig relevant, vil en traditionel produktion af tunnelelementer i en tørdok dog blive overvejet.

Tunnelen etableres i en gravet rende. Denne bliver rensed på det sted, hvor tunnelelementet ønskes placeret, således at der ikke forbliver bløde materialer i renden. Efterfølgende lægges en pude af nedknust sten. Tunnelelementerne bugseres enkeltvis til byggepladsen, nedsænkes og positioneres. Når elementet ligger i sin endelige position, sluttes det til det tidligere installerede naboelement, og de midlertidige installationsfaciliteter fjernes. Afsluttende fyldes mellemrummet mellem tunnelen og tunnelrendens sider med sand, og tunnelloftet beskyttes med et lag af store dæksten.



Figur 2.5 Tværsnit af den foreslåede sænketunnelløsning

### **Design af tilslutningsramper**

På begge sider af Bæltet vil tilslutningsanlæggene bestå af tre dele: En cut-and-cover tunnel, hvor ringe vanddybde ikke muliggør bugsering af tunnelelementerne, en portalbygning og en åben tilslutningsrampe.

På hver side af den nederste del af tilslutningsrampen installeres en pumpestation til afvandringsformål (overvejende afledning af regnvand). For at undgå permanent grundvandssænkning, vil de første dele af tilslutningsramperne blive bygget som betonkonstruktioner. Derefter vil rampen blive forsynet med en underliggende membran op til et niveau, hvor tilstrømning af grundvand ikke længere forekommer.

I forbindelse med en sænketunnel vil der være behov for arbejdshavne samt bygge- og oplagspladser ved begge ender af tunnelen på henholdsvis Lolland og Femern. Disse vil formodentlig dække et område på omkring 150.000m<sup>2</sup> (Femern A/S, 2010a). Faciliteterne skal bruges til håndtering og oplagring af råstoffer og præfabrikerede elementer.

### **Ventilationsanlæg**

I en ca. 20 km lang tunnel er der især pga. vejtrafikken behov for et ventilationssystem. Der skal dels tilføres frisk luft for at sikre en sundhedsmæssig tilfredsstillende luftkvalitet i tunnelen, og desuden skal udluftningssystemet i tilfælde af en brand lede røgen ud af tunnelen for at lette adgangen ved rednings- og evakueringsaktioner.

Det forventes, at jernbanetunnelerne er "selv-ventilerende" (stempeleffekt) under normale forhold, men der installeres et ventilationsanlæg til brug for nødventilation i tilfælde af brand i tunnelen.

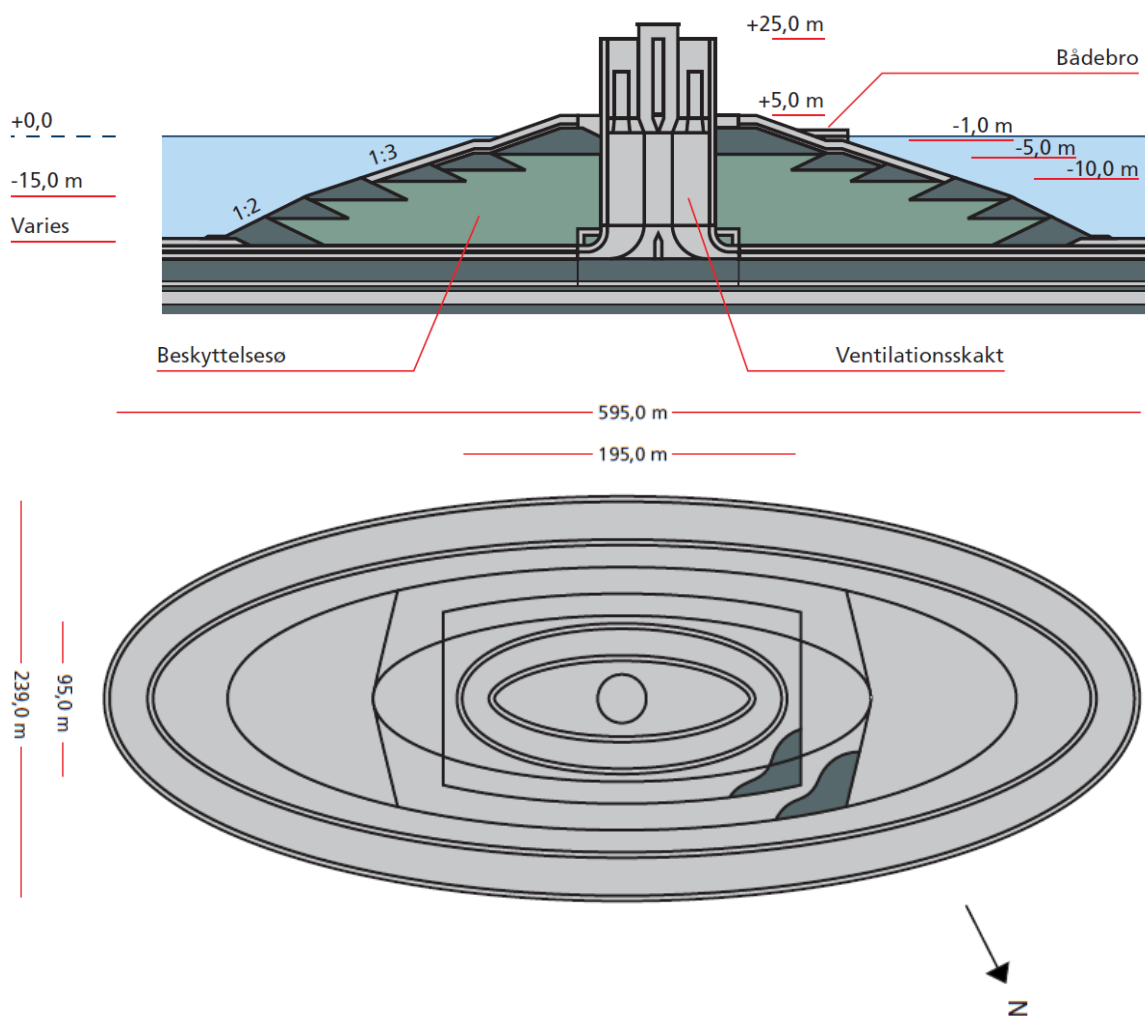
Designet af ventilationsanlægget, som blev udviklet under forundersøgelserne, forudsætter at tunnelen, på grund af dens store længde, deles i to sektioner. En ventilationsskakt, bygget på en kunstig ø ude i Femern Bælt, giver mulighed for at lede luftstrømmen i tunnelen væk fra et eventuelt brandområde og derved højne sikkerheden i tunnelen.

Den kunstige ø vil blive bygget på en vanddybde af 26-28 m og beskytte ventilationsskakten, som er placeret på tunnelloftet, mod is og skibskollisioner. Øen designes som en strømlinet, elipseformet konstruktion med en længde på ca. 600 m og en bredde på ca. 240 m, og dækker et areal på 0,03 km<sup>2</sup> af havbunden (se figur 2.4).

## **2.3. Uddybning og indvinding**

En væsentlig del af de mulige miljømæssige påvirkninger i forbindelse med anlægsarbejdet er relateret til den nødvendige uddybning og deponering af overskydende udgravningsmateriale i deponeringsområder. Disse aktiviteter vil have en direkte indflydelse på havbunden i de berørte områder og resultere i et vist spild af opgravet havbundsmateriale.

Omfanget af landindvinding afhænger af den valgte løsningsmodel, men vil under alle omstændigheder være nødvendig for etableringen af eventuelle ventilationsøer. Tilsvarende kan deponering af overskydende gravemateriale på havbunden blive nødvendig.



**Figur 2.6 Ventilationsø, sænketunnelløsning**

Spildt sediment kan have indflydelse på det omliggende miljø i form af skygningseffekter og i forbindelse med aflejring af materialet på havbunden i områder i nærheden af uddybnings- og deponeringsområder.

### 2.3.1. Mængder

De forventede mængder af uddybnings- og deponeringsmateriale i Femern Bælt fremgår af tabel 2.1 sammen med behovet for importerede havbundsmaterialer, primært sand. Det forudsættes, at mængden af sandfyld, som kan genbruges fra det udgravede materiale i Femern Bælt, er lille, og at det nødvendige sandfyld skal indvindes i andre områder på havet og transporteres til Femern Bælt. Volumen af det udgravede materiale, som er angivet i tabellen, er volumen efter uddybning og håndtering. Det angivne volumen er efter opgravning 35-45 % højere end materialets volumen in situ i havbunden, fordi materialet udvider sig ved håndtering. Volumener forbundet med alle byggefaser er inkluderet i tabellen.

### 2.3.2. Maskineri

Håndteringen af havbundsmaterialerne i forbindelse med den faste forbindelse over Femern Bælt involverer uddybning under følgende betingelser:

- Forskellige materialekvaliteter, varierende fra blødt, slamagtigt mudder til meget hårdt ler med kampesten
- Uddybning ned til 35-45 m under havets overflade til bropillerne eller af tunnelrenden afhængig af den valgte løsningsmodel
- Transport af materialet over lange afstande, op til 9 km i linjeføringen fra uddybningsstedet til et eventuelt deponerings- eller klappingsområde.

Basalt set vil to forskellige uddybningsprincipper finde anvendelse, som resulterer i indvinding af materiale med forskellige kendetegn:

- Hydrauliske gravemaskiner, som transporterer materialet som opslemmet materiale i stålrør eller på pramme. "Cutter suction dredgere" (skære-suge maskiner) og slæbesugere er eksempler herpå
- Mekaniske gravemaskiner, som på mekanisk vis uddyber og fjerner materialet. Backhoedredgere (gravemaskiner), skovl-gravemaskiner, grabmaskiner og spandkædemaskiner er eksempler herpå.

Sandsynligvis vil yderligere teknologier blive anvendt i forbindelse med gravearbejdet.

**Tabel 2.1 Balance for opgravet materiale (baseret på forundersøgelsen fra 1999)**

	Uddybet materiale million m <sup>3</sup>	Genbrug i projektet million m <sup>3</sup>	Kapacitetsbehov, depot million m <sup>3</sup>	Import af sand million m <sup>3</sup>
Skråstagsbro	4,6	1,8	3,2	4,4
Sænketunnel	27,5	6,2	21,5	3,0

I forbindelse med den videre planlægning bliver det undersøgt, om behovet for råstoffer kan reduceres, eller om graden af genbrug inden for projektet kan forøges.

### **2.3.3. "Import" af råstoffer**

På basis af en analyse af "jordbalancen" for de to anlægstekniske løsningsmodeller kan det beregnes, hvilke mængder af sand, sten, grus og ral, der skal anvendes som fyld- og konstruktionsmaterialer og til betonfremstilling. Det antages, at alt importmateriale skal transporteres til området fra eksisterende eksterne lagerpladser. Behovet afhænger af den endelige løsningsmodel for den kommende forbindelse. Behovet for sand skønnes i øjeblikket til mindst tre millioner m<sup>3</sup>. Denne råstofindvinding forventes ikke at blive gennemført som en direkte del af projektet, og indgår således ikke i VVM-undersøgelsen.

## **2.4. Afgrænsning af undersøgelsesområdet**

Undersøgelsesområdet for VVM-undersøgelsen skal grundlæggende afgrænses på en sådan måde, at alle forventede miljøpåvirkninger kan vurderes fuldstændigt for de alternative tekniske løsninger og linjeføringer. I den forbindelse skal den forventede udstrækning og virkemåde af det planlagte projekts belastningsfaktorer inddrages med henblik på at kunne registrere, beskrive og vurdere projekt- og områdespecifikke indvirkninger på de enkelte miljøfaktorer og samspillet mellem dem.

Udstrækningen af undersøgelsesområdet, der ligger til grund for VVM'en for den faste forbindelse over Femern Bælt, varierer alt efter miljøfaktorerne og projektets forventede indvirkninger. Mens f.eks. den terrestriske vegetation kun går tabt eller forringes umiddelbart omkring linjeføringsområdet, kan forringelserne af dyre- og plantelivet i havet sandsynligvis strække sig over flere kilometer som følge af det forventede sedimentspild i forbindelse med anlægsarbejdet. Undersøgelsesområdet på land omfatter derfor det område, der berøres af mulige løsnings miljøbelastninger, og sikrer derudover, at der er tilstrækkeligt spillerum til at optimere linjeføringen. Undersøgelsesområdet på havet omfatter det område, der kan blive påvirket som følge af spredning af suspenderet sediment under anlægsarbejdet, og følger i den forbindelse den tyske standard "Standarder for undersøgelser af havvindmøllers effekt på det marine miljø" (Standards zur Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt). Undersøgelsesområderne på havet fastlægges for de enkelte miljøfaktorer på grundlag af matematiske modelsimuleringer, som omfatter de relevante scenarier for sedimentspild. Endvidere omfatter undersøgelsesområdet også upåvirkede referenceområder – uden for projektets forventede påvirkningsområde – der kan levere oplysninger til et eventuelt fremtidigt overvågningsprogram.

I miljøvurderingerne vedrørende den faste forbindelse over Femern Bælt skelnes der mellem undersøgelsesområder relateret til de enkelte miljøfaktorer og snævrere projektrelaterede undersøgelsesområder omkring selve projektkoridoren. Det samlede projektrelaterede undersøgelsesområde er vist på figur 2.7. Afgrænsningen af dette område på land beskrives i det

følgende. Afgrænsningen af undersøgelsesområder for de enkelte miljøfaktorer beskrives i de enkelte underkapitler i kapitel 7 i forbindelse med beskrivelsen af basisundersøgelserne.

#### **2.4.1. Afgrænsning af undersøgelsesområdet på Femern**

De alternative, mulige ilandføringspunkter for bro- og tunnelloøsninger på Femern udgør grundlaget for afgrænsningen af et undersøgelsesområde på Femern, idet der skal tages højde for, at kyst-til-kyst-forbindelsen bør være så kort som muligt. Der tages desuden hensyn til udstrækningen af mulige indvirkninger på miljøfaktorerne.

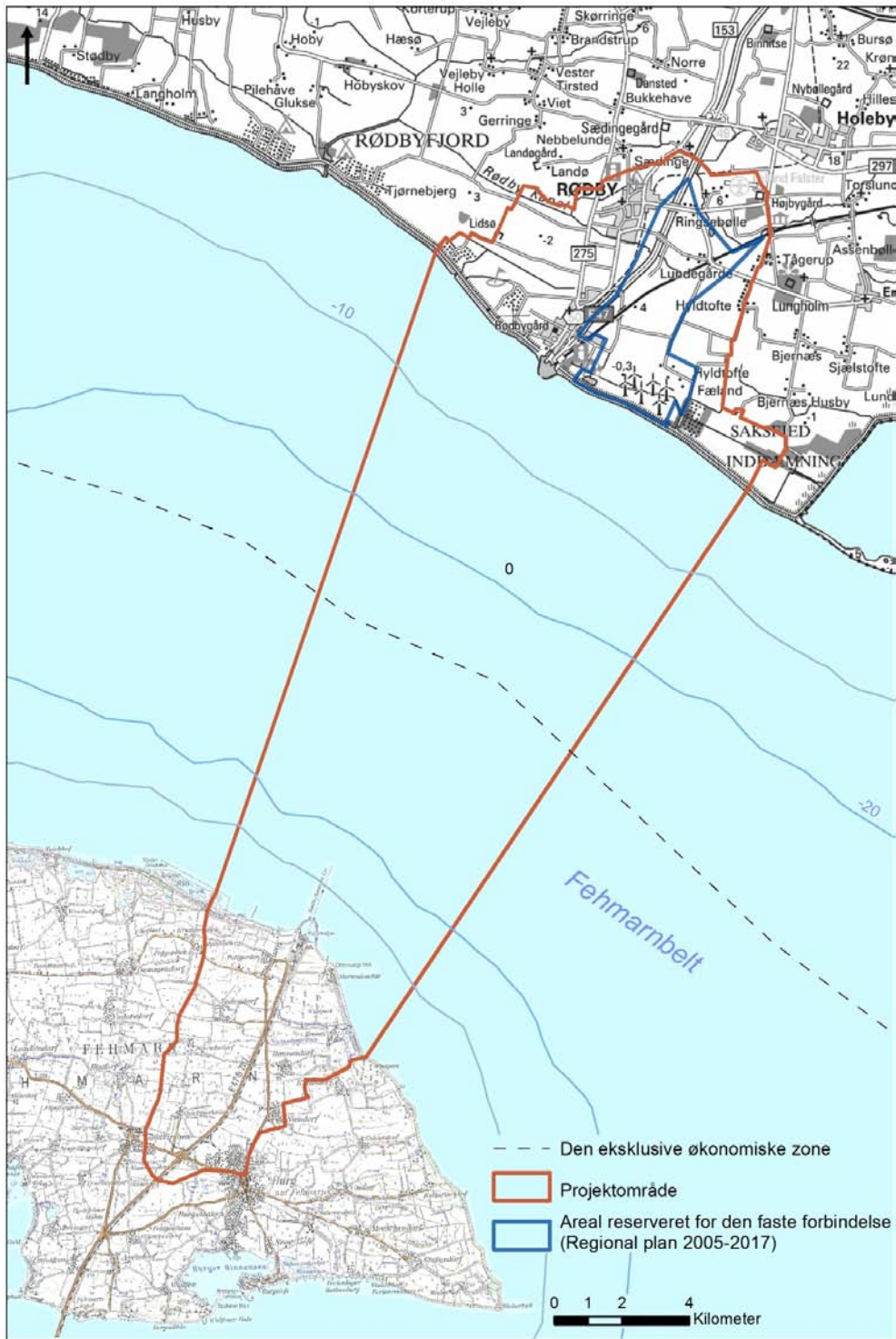
Da færgedriften mellem Femern og Lolland som minimum skal opretholdes i Femern Bælt-forbindelsens anlægsfase, kan rampe- og tilslutningsområdet til de eksisterende eksisterende vej- og baneforbindelser i baglandet (B 207 og jernbanelinje) ikke placeres i de centrale dele af færgebanegården og færgehavnen. Der kan eventuelt beslaglægges randområder som parkeringsarealer, depotområder m.v.

Ilandføringspunkterne for Femern Bælt-forbindelsen på Femern kan som udgangspunkt placeres både vest og øst for færgehavnen i Puttgarden. Der tages udgangspunkt i et 2,5 til 3 km bredt bælte som undersøgelsesområde der dækker arealer øst og vest for hovedvejen B 207/E 47. Dette er bl.a. begrundet i de omfattende potentielle forringelser af landskabsbilledet og forringelser som følge af støj omkring en eventuel brorampe (broløsning). En hensigtsmæssig placering af linjeføringen for Femern Bælt-forbindelsen begrænses mod vest af habitatområdet DE 1532-391 "Kyststrækning på Vest- og Nordfemern" og fuglebeskyttelsesområdet DE 1530-491 "Østlige Kiel Bugt" (se figur 8.1) Mod øst begrænses placeringen af kystlinjen ud mod Østersøen. Især er det vigtigt at undgå væsentlige påvirkninger af Natura 2000-områderne og naturbeskyttelsesområdet "Grüner Brink", der retsligt og beskyttelsesmæssigt er særligt vigtige arealer i det tyske ilandføringsområde. Særligt vigtige beskyttede områder fortsætter langs hele kyststrækningen på Nordfemern i vestlig retning. De østligste dele af ovennævnte beskyttede områder medtages i undersøgelsesområdet for at kunne vise de beskyttede områders relationer til de omgivende arealer og mulige forringelser som følge af projektet.

I området øst for færgehavnen og B 207/E 47 vælges en linje mellem byerne Presen, Bannesdorf, Niendorf og Burg som grænse for undersøgelsesområdet, således at de potentielle konflikter i forhold til beboelsesområderne og disse områders store følsomhed (miljøfaktoren mennesker) kan medtages i vurderingen af projektets påvirkninger. Overvejelser af linjeføringer øst for disse beboelser er derfor udelukket. I den sydlige del løber undersøgelsesområdets grænse mellem Landkirchen og Burg, da placeringen af tilslutningsveje og spor kan tænkes at afvige fra de eksisterende linjeføringer forholdsvis langt mod syd af tekniske årsager eller for at minimere negative påvirkninger. Dette vil dog afhænge af, om der vælges en vestlig eller østlig placering af tilslutningsanlæggene. Øst for færgehavnen i Puttgarden kan forbindelsen kun føres i land hensigtsmæssigt i området mellem færgehavnen og byen Marienleuchte. En ilandføring syd for Marienleuchte vil forskyde Femern Bælt-forbindelsen over mod Femerns østkyst, hvilket vil kræve en væsentligt længere kyst-til kyst-forbindelse gående delvist parallelt med Femerns østkyst. Endvidere ligger her et militært område, som ikke må berøres.

Side 16/146





Figur 2.7 Afgrænsning af det projektrelaterede undersøgelsesområde

Ovennævnte afgrænsning betyder at undersøgelsesområdet på Femern udgør i alt ca. 3.130 ha (se figur 2.7).

#### **2.4.2. Afgrænsning af undersøgelsesområdet på Lolland**

Undersøgelsesområdet på Lolland strækker sig 12 km langs kysten øst og vest for Rødbyhavn og 7 km mod nord. Langs med kystdiget og i dets bagland findes større arealer med strandeng samt sommerhusområderne Bredfjed og Hyldtofte Østersøbad. Den østlige del af undersøgelsesområdet omfatter dele af Natura 2000-området SCI DK006X238 Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborgsund, Bøtø Nor og Hyllekrog-Rødsand.

Afgrænsningen af undersøgelsesområdet følger landskabets strukturer og vejene, da sidstnævnte kan fungere som barriere eller afgrænsning. Mod øst er afgrænsningen af undersøgelsesområdet derfor afpasset efter Højbygårdsvejs og Hyldtoftevejs forløb, hvor også landsbyerne Tågerup og Hyldtofte ligger. Mod nord følger afgrænsningen en linje, der løber nord for Rødby, fortsætter mod vest og indrammer sommerhusene i Bredfjed.

Undersøgelsesområdet omfatter alle de områder, hvor det er muligt at anlægge Femern Bæltforbindelsen, herunder det areal, der i regionplanen for 2005-2017 er reserveret til ilandføring og tilslutning af forbindelsen. Ligesom på Femern udgør de hensigtsmæssige ilandføringspunkter for bro- og tunnelløsninger grundlaget for afgrænsningen af et undersøgelsesområde på Lolland. Også her skal der tages højde for, at kyst-til-kyst-forbindelsen til Femern bør være så kort som muligt, samt til udstrækningen af de potentielle miljøpåvirkninger. Selv om der i regionplanen for 2005-17 er reserveret et område øst for Rødbyhavn til tilslutning af forbindelsen (se figur 2.7) er områderne vest for Rødbyhavn medtaget i undersøgelsesområdet for at kunne undersøge en mulig linjeføring vest for Puttgarden og ilandføring vest for Rødbyhavn.

Endvidere omfatter undersøgelsesområdet de områder, hvor miljøfaktorer kan blive påvirket, selv om de ikke er berørt af den direkte beslaglæggelse af arealer. Disse områder er medtaget, fordi de potentielt kan være påvirket af emissioner af støj og forurenende stoffer samt visuelle forringelser. Derudover omfatter undersøgelsesområdet også habitater for arter, der vandrer over store afstande, og som kan blive forringet indirekte på grund af barrierevirkninger. Dette gælder f.eks. områderne nord for Bredfjed, hvor strandtudsene kan forekomme.

Undersøgelsesområdet på Lolland udgør i alt ca. 53 km<sup>2</sup> (jf. figur 2.7).

#### **2.4.3. Afgrænsning af undersøgelsesområdet i havet**

Miljøundersøgelserne skal jvf. Habitatdirektivet gennemføres i samtlige habitatområder, som potentielt kan blive påvirket væsentligt af den faste forbindelse både som følge af anlægsaktiviteterne og som følge af anlæggets drift. På grund af formelle krav i Habitatdirektivet omfatter undersøgelserne habitatområder i hele Femern Bælt, dele af Mecklenburgbucht og dele Kiekerbucht op til sydspidsen af Langeland. Området dækker et areal på 6000 km<sup>2</sup>, hvoraf selve Femern Bælt udgør ca. 1000km<sup>2</sup>. De enkelte undersøgelser omfang er nærmere beskrevet i kapitel 7.

Ved at forbinde de to beskrevne undersøgelsesområder på land på hhv. Lolland og Femern med lige linjer defineres det tekniske undersøgelsesområde (linjeføringskorridoren), der afsøges for mulige linjeføringer (Figur 2.7)

### **3. Miljømæssige forhold**

De miljømæssige forhold omfatter kendetegn og komponenter på land og i havet. Yderligere skildres de forskellige former for menneskelig ressourcudnyttelse.

Mennesker, herunder sundhed, behandles først. Derefter beskrives havmiljøet, herunder sediment, vand, fauna og flora (bortset fra fugle), kulturarv og materielle goder. De efterfølgende afsnit omhandler Femern og Lolland hver for sig i følgende rækkefølge: Jord, vand, flora og fauna/biodiversitet (bortset fra fugle), landskab, klima, luft, kulturarv og materielle goder. Endelig beskrives fuglefaunaen efterfulgt af Natura 2000-områderne i nærheden af projektkorridoren.

#### **3.1. Mennesker (herunder sundhed)**

##### **3.1.1. Femern**

Øen Femern har et indbyggertal på omkring 13.000, hvoraf 2.300 bor i Burg. Den 1. januar 2003 blev de tidligere kommuner på øen lagt sammen til en enkelt kommune, Femern By (*Stadt Fehmarn*) (Kort over Femern omkring projektkorridoren findes i figur 3.1). Byområderne på Femern består overvejende af boligbyggerier, områder med blandet anvendelse og landsbyer. Hovedbyerne er Burg auf Fehmarn, Westfehmar, Landkirchen og Bannesdorf. Adskillige mindre landsbyer ligger spredt ud over øen.

Erhvervsstrukturen domineres af turisme, færgehavnen i Puttgarden og landbrug, der tilsammen udgør de største arbejdspladser på Femern.

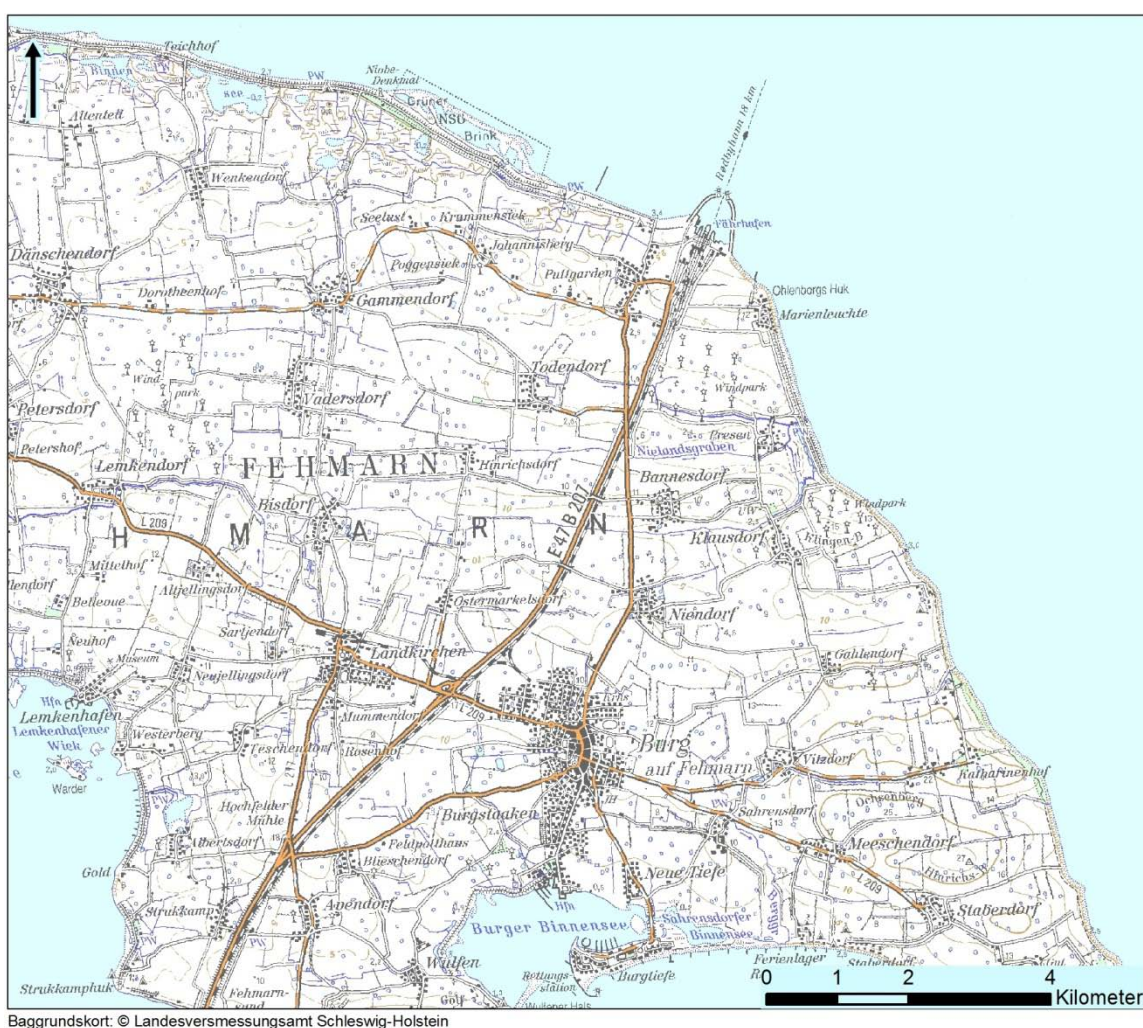
Femern er et populært turistområde. Eksistensen af rekreativ infrastruktur, seværdigheder og smukke kystlandskaber er af stor betydning for både turisme og rekreative formål for indbyggerne på Femern. Som i de fleste samfund langs Østersøkysten i Kreis Ostholstein er øens økonomi stærkt afhængig af turismen. Øen rummer mere end 25.000 sengepladser for turister, oftest på campingpladser, i lejligheder og hytter. Samlet set sælges der hvert år omkring tre millioner overnatninger på Fehmarn og Großenbrode. De vigtigste turistområder er Burg, halvøen Burgtiefe med et feriecenter og en lystbådehavn, samt havnen i Burgstaaken, der benyttes af fiskerbåde, lystbåde og udflugtsbåde.

Takket være den korte afstand til Østersøens strande og det gode netværk af små veje, stier og cykelstier er der nær Femerns boligområder gode muligheder for friluftaktiviteter. Især vest for Puttgarden og på det sydlige Femern er sandstrandene, Østersøkystens mangfoldighed og den smukke havudsigt særligt værdifulde i forbindelse med rekreative aktiviteter.

Marienleuchte-fyrtårnet og naturreservaterne Grüner Brink og Wallnau med guidede gåture er områdets turistattraktioner. Derudover skal cykelruten "Ostseeküstenradweg" og de talrige campingpladser langs kysten nævnes.

De kystnære farvande omkring Femern giver gode muligheder for vandsport, især sejls og kitesurfing. De vigtigste vandsportssteder er beliggende på den sydlige del af øen, f.eks. området ved Femernsund og Gold med lystbådehavne i Orth, Lemkenhafen, Femernsund, Burgtiefe og Burgstaaken. Bugten mellem Orth og Struckamphuk er ideel til windsurfing.

Havklimaet siges at stimulere menneskers sundhed på grund af den friske, salte luft og det særlige lys ved havet.



**Figur 3.1 Femern, området omkring projektkorridoren**

Der findes ekisterende miljøpåvirkninger fra luftforurening, støj og vibrationer langs forbundshovedvej B 207, jernbanen med dieseldrift samt især ved færgerne og færgehavnen i Puttgården. Desuden medfører vindmøllerne i vindmølleparken Presen sydøst for færgebanegården Puttgården en miljøpåvirkning.

### 3.1.2. Lolland

Lolland Kommune har 50.000 indbyggere, hvoraf 70 % bor i byområderne, mens de resterende 30 % bor på landet. Kommunen dækker den midterste og vestlige del af øen. Kommunen er et typisk udkantsområde med en betydelig affolkning blandt de yngre indbyggere. Lolland er kendetegnet ved idylliske byer som Maribo, Nakskov, Saksøbing, Nysted og Rødby samt af en række småhavne. Et kort over Lolland omkring Rødbyhavn og Rødby findes i figur 3.2.

Den lokale erhvervsudviklingsstrategi har til formål at tiltrække virksomheder ved at lette etableringsprocessen for virksomheder og ved at styrke grundlaget for at tiltrække uddannet arbejdskraft gennem forbedringer af infrastruktur, uddannelse, rekreative områder og boliger.



Figur 3.2 Kortudsnit omkring Rødbyhavn og Rødby

I øjeblikket er erhvervsstrukturen præget af landbrug og servicevirksomhed i byområderne. Der findes kun et begrænset antal store virksomheder i kommunen, f.eks. vindmøllevirksomheden Vestas. Nøglesektorerne på Lolland er bæredygtig energi, (økologisk) landbrug og turisme. Øen har 30 virksomheder baseret på turisme, som sammenlagt sælger omkring 900.000 overnatninger om året. Omkring 33.000 af disse sælges til tyske turister, mens danske gæster tegner sig for næsten 650.000 overnatninger. Generelt ligger væksten i turismen i Lolland Kommune målt i overnatninger over landsgennemsnittet.

De to største turistattraktioner på Lolland er Knuthenborg Safari Park nær Maribo og Lalandia, et stort feriecenter 1 km vest for Rødbyhavn. Ud over disse attraktioner bør Naturpark Maribosøerne, Ålholm Slot og Nysted også nævnes. Lolland er desuden kendetegnet ved idylliske byer som Maribo, Nakskov, Saksøbing, Nysted og Rødby samt en række småhavne. Der findes flere herregårde med omkringliggende landskaber. Langs Lollands sydkyst ligger en række vigtige rekreative områder, bl.a. sandstrandene vest for Rødbyhavn og det lollandske dige. Sidstnævnte er en attraktion, der bruges af cyklister og vandrere, der kan nyde udsigten fra toppen af diget.

I øjeblikket forekommer der en vis grad af luftforurening, støj og vibrationer især langs motorvej E47 og jernbanen samt omkring færgehavnen i Rødbyhavn.

### **3.1.3. Erhvervsfiskeri**

Erhvervsfiskere fanger en række forskellige fiskearter i Østersøen og Femern Bælt. Nogle af disse arter vandrer gennem Femern Bælt og indgår kun i fangsten på nogle årstider, mens andre er mere stationære og oftere optræder i de lokale fangster. De kommercielt vigtigste fangster fra Bælthavet (herunder Femern Bælt) er torsk, sild, brisling, ål og forskellige fladfish.

Trawling efter torsk, især i efterårs- og vintermånederne, foregår fra både tyske og danske trawlere samt trawlere fra resten af Østersøområdet. Bundgarnsfiskeri på lavt vand i området omkring Femern og langs Lollands sydlige kyst er også af en vis betydning. Garnfiskeri, linefiskeri og fiskeri med ruser finder også sted.

Der ligger lokale fiskerihavne og fiskerbyer på Femerns sydkyst og på det tyske fastland mellem Heiligenhafen og Grossenbrode. Der ligger også en række lokale fiskerihavne langs den danske kyst mod Femern Bælt.

### **3.1.4. Sejlads**

Femern Bælt er en vigtig sejlroute for skibstrafikken mellem den østlige og vestlige Østersø og endnu vigtigere mellem Østersøen og internationale destinationer uden for Østersøområdet. Størstedelen er fragtsejlads med f.eks. bulk carriers, olietankskibe, ro/ro-skibe og container-skibe. Færgefarten mellem Rødbyhavn og Puttgarden foregår i selve projektkorridoren på tværs af Femern Bælt.

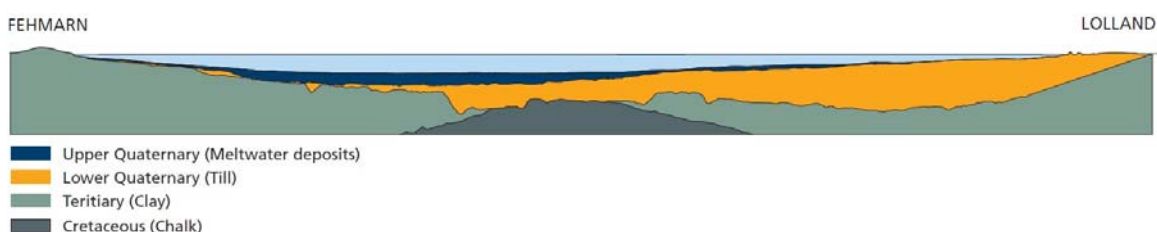
Ud over den kommercielle trafik benyttes Femern Bælt i vid udstrækning til lystsejlads. Der findes en række lystbådehavne på begge sider af Femern Bælt (f.eks. Nysted, Rødby, Kram-

nitze, Burgtiefe, Burgstaaken, Lemkenhafen, Orth, Großenbroder Fähre, Fehmarnsund og Heiligenhafen).

## 3.2. Geologi, bathymetri, sediment og kystmorfologi

### 3.2.1. Geologi

Området ved Femern Bælt har en meget dynamisk geologisk historie (Novak og Björk, 2002). Landskabet opstod under den sidste istid. Efter isens endelige tilbagetrækning blev topografien yderligere omdannet af floderne fra den baltiske issø. Den geologiske profil ned til 600 m består af fire geologiske lag: Øvre og nedre kvartære aflejringer ligger over tertiært ler, undtagen midt i bæltet, hvor der forekommer kridt nedenunder de nedre kvartære aflejringer. Det tertiære ler ligger i området omkring den sydlige del af linjeføringen tættere på jordoverfladen. En oversigt over Femern Bælts Geologiske profil kan ses i figur 3.3.



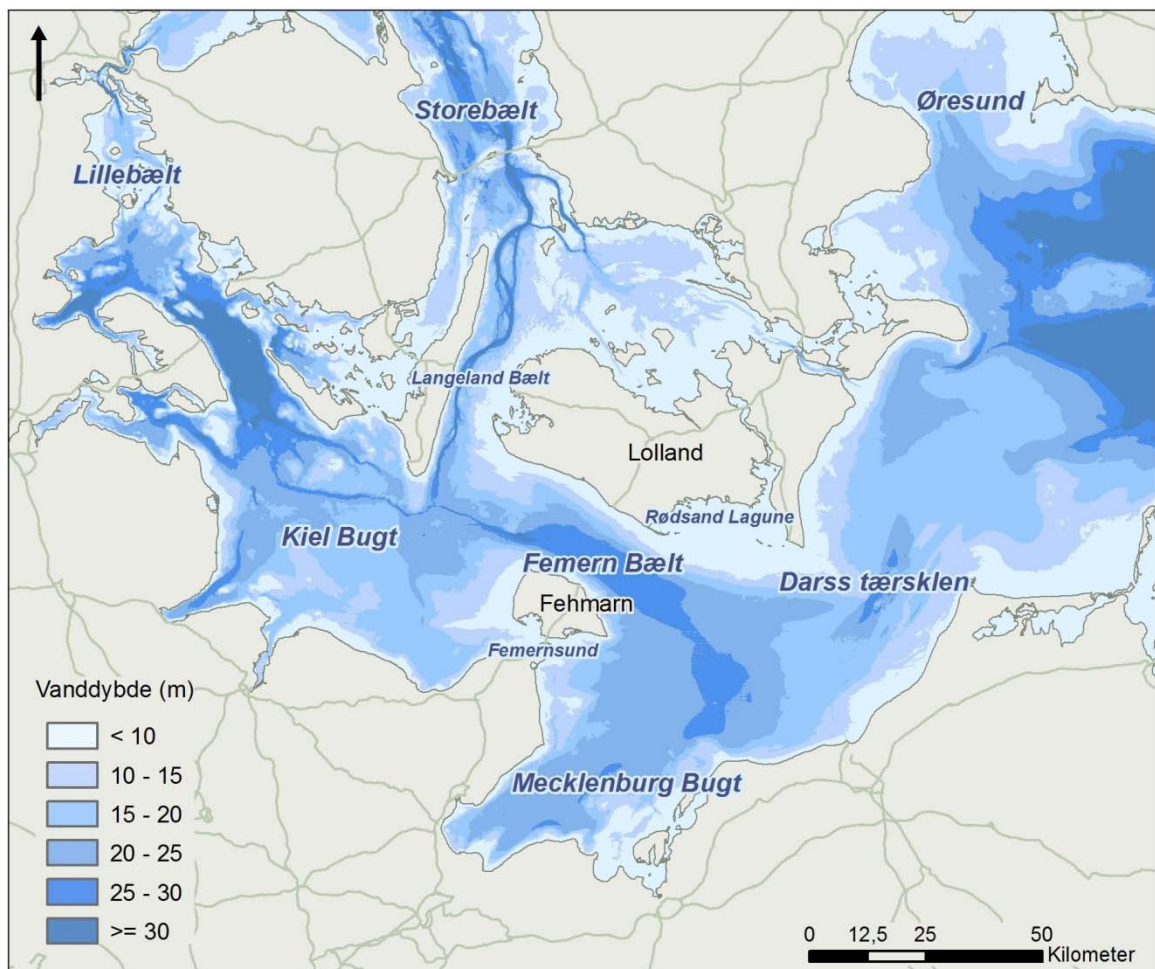
Figur 3.3 Geologisk profil i Femern Bælt

### 3.2.2. Bathymetri (det marine landskab)

Den største dybde i Femern Bælt er omkring 30 m. I undersøgelsesområdet varierer bredden af bæltet mellem 18 km (Rødbyhavn-Puttgarden) og 25 km. Havbunden i de centrale dele er jævn med svage skråninger op mod Lollands kyster. På Femernsiden er skråningerne en anelse stejlere (figur 3.4).

Et karakteristisk træk ved skråningerne er sandbølgerne (store bølgeformede sandbanker på havbunden) (Fiedler, 2000). I Femern Bælt er der identificeret et område med sandbølger 4-6 km vest for projektkorridoren i Habitatområdet "Femern Bælt" (SCI DE 1332-301 se figur 8.1). Her er sandbølgerne omkring 3 m høje med bølgelængder mellem 12 og 100 m og typiske vanddybder mellem 16 og 20 m. Sandbølger forekommer også i Langelandsbælt. De planlagte miljøundersøgelser vil sandsynligvis afsløre flere sandbølger uden for de allerede undersøgte områder.

Overfladebølgernes indvirkning på sandbølgerne er begrænset sammenlignet med strømme. Strømforhold, der kan forventes at bidrage til sandbølgernes dynamik, forekommer dog kun sjældent.



Figur 3.4 Dybdeforhold (bathymetri) i Femern Bælt og de omgivende havområder

### 3.2.3. Sedimentegenskaber

I de dybere områder uden for områderne med sandbølger består overfladesedimentet af sand med et varierende indhold af finkornet mudder (COWI-Lahmeyer, 1998a). I de lavvandede kystområder er mellem- til grovkornet sand fremherskende. Under storme hvirvles overfladesedimenterne op og gør vandet grumset. I nogle områder, navnlig i kystområderne, er bunden mere gruset og præget af både mindre og større sten, der udgør et fremragende substrat for makroalger. Sådanne områder findes på lavt vand langs Lollands kyst og enkelte steder nord for Femern, men herudover kendes placeringen og udstrækningen af disse bundtyper ikke i detaljer.

Den kemiske sammensætning af overfladesedimenterne er blevet undersøgt ved stationer i undersøgelsesområdet (COWI-Lahmeyer, 1998a) og generelt i Østersøen (Leipe *et al.*, 2008). Indholdet af organisk materiale er relativt lavt (0,1 % - 9,9 % af tørvægten) med de største koncentrationer i den dybeste midterste del. Koncentrationerne af næringsstoffer afspejler



indholdet af organisk stof. Koncentrationen af toksiske stoffer i overfladesedimenterne i Femern Bælt er ikke beskrevet nærmere. Men koncentrationen afspejler formentlig hovedsageligt diffuse kilder og ligger formentlig på samme middelhøje niveau som i andre åbne dele af Bælthavet og Kattegat.

#### **3.2.4. Kystmorfologien**

Både langs Lolland og Femern består kystlinjerne overvejende af sandstrande, der ofte er temmelig stejle. Dette skyldes hovedsageligt kystdigerne, der er anlagt for at beskytte det lavtliggende bagland. Der findes imidlertid naturlige klinter på det nordøstlige Femern. Bortset fra en strækning øst for Puttgarden foregår den naturlige sedimenttransport langs begge kyster normalt i østgående retning på grund af de fremherskende vestlige vinde og bølger. Sedimentaflejringen på kysterne er moderat i størrelsesordenen 10-40.000 m<sup>3</sup> sediment/år. Kystlinjerne er beskrevet mere udførligt i forundersøgelsen (COWI-Lahmeyer, 1996 og 1998b). Østersøkystlinjens seneste ændringer samt dens historiske udvikling er beskrevet af Leipe *et al.* (2008).

Havnen i Rødbyhavn fungerer som en barriere og fanger den østgående sandtransport. Dette forårsager aflejring på stranden på vestsiden og erosion på østsiden af havnen. Man hindrer, at kystlinjen trækker sig tilbage, ved hjælp af stensætninger og kystfodring, og der er etableret bølgebrydere parallelt med stranden med sandopfyldning et par kilometer øst for havnen.

Kysten vest for havnen i Puttgarden er kendetegnet ved en ustabil kystlinje på grund af bølger vestfra, der rammer stranden meget skråt og skaber banker og odder. Den største af disse er den fredede "Grüner Brink" vest for Puttgarden. Den østgående sedimenttransport betyder, at disse banker og odder flytter sig. På østsiden af havnen er sedimenttransporten vestgående, og der opstår langsom tilsanding i den krog, der dannes af kysten og havnen.

### **3.3. Havvand**

#### **3.3.1. Hydrografi**

Femern Bælt er en del af Bælthavet, der forbinder selve Østersøen med Kattegat. Ud over Øresund består farvandet af stræderne Lillebælt og Storebælt samt Kiel Bugt og Mecklenburg Bugt. Mod øst støder Bælthavet op til den lave Darss-tærskel (omkring 18 m dyb). De hydrodynamiske forhold i Femern Bælt blev undersøgt i forbindelse med forundersøgelsen (COWI-Lahmeyer, 1998c). Udviklingen over længere tid diskuteres i Feistel *et al.* (2008).

Bælthavet er kendetegnet ved betydelige horisontale variationer i saltholdigheden med den højeste saltholdighed ud mod Kattegat og lavere niveauer mod øst, hvor påvirkningen fra selve Østersøen er udtalt. Vertikalt er vandsøjlen i Femern Bælt lagdelt med overfladevand med lavt saltindhold over et bundlag med højt saltindhold. Mellem disse to lag ligger en haloklin, et vandlag med en saltholdighedsgradient mellem overfladelaget og bundlaget. Haloklinen befin-

der sig typisk på omkring 13 m's dybde og er typisk sammenfaldende med en temperaturgradient.

Strømmen gennem Femern Bælt bestemmes af vejrforholdene og tilstedeværelsen af vandmasser med forskelligt saltindhold. Den dominerende strømretning i overfladelaget er vestlig, dvs. udstrømning fra selve Østersøen mod Kattegat. I forbindelse med denne udstrømning kan strømmen i bundlaget være ubetydelig eller endda modsatrettet. Det salte vands indstrømning til den centrale Østersø bremses af Darss-tærsklen.

Indstrømningen af saltvand gennem Femern Bælt og hen over Darss-tærsklen forårsages typisk af vestlige vinde og lavtryk over Skandinavien. Ved en sådan indstrømning presses nyt, iltrigt saltvand over Darss Tærskel og fortsætter som en tung bundstrøm langs den skrånende havbund til den dybeste del af den centrale Østersø. I den dybereliggende centrale Østersø begrænser lagdelingen tilførslen af ilt fra overfladen til bundvandet. Genopfyldningen af iltpuljen i bundvandet er derfor afhængig af den beskrevne horisontale tilførsel.

Inden for de seneste 30 år har man kun iagttaget tre såkaldte større saltindstrømninger i modsætning til 4-7 pr. årti før 1980 (Feistel *et al.*, 2008). Men den lave hyppighed af større saltindstrømninger har ikke ført til faldende saltholdighed i Østersøen, så denne ændring må være blevet opvejet af et større antal mellemstore og mindre indstrømninger. Set i et længere perspektiv har der været en tendens til stigende saltholdighed i Østersøen i det seneste århundrede (Omstedt *et al.*, 2004).

Ændringer i indstrømningen af saltvand og overordnede ændringer i udvekslingsstrømmene har direkte indvirkning på lagdelingen og den vertikale udveksling i Østersøen (Reissmann *et al.*, 2009) samt på iltningen af de dybereliggende lag gennem lateral transport af iltrigt vand og på fordelingen af levesteder for fauna og flora i Østersøen, herunder torskebestandens rekruttering.

De menneskelige aktiviteters nuværende indvirkning på den lokale hydrodynamik i Femern Bælt, og dermed også potentielt på vandudvekslingen med Østersøen, er endnu ikke kvantificeret. Mulige påvirkninger kan komme fra bølgebrydere ved havnene i Rødby og Puttgarden, nuværende og planlagte havvindmølleparker, færgeruter og på længere sigt også klimaændringer.

### **3.3.2. Havvandskvalitet**

Vandkvaliteten i Femern Bælt bestemmes hovedsageligt af næringsstoffer, der tilføres fra de omkringliggende farvande. HELCOM (Helsinki Commission – Baltic Marine Environment Protection Commission) har klassificeret hele Østersøen som "påvirket af eutrofiering" (HELCOM, 2009). Dette dokumenteres ved de omfattende historiske data, der viser, at der er sket en forringelse gennem de seneste 50-60 år (Feistel *et al.*, 2008).

Det medfører, at iltsvind tilsyneladende forekommer stadig hyppigere. Den regionale iltbalance bestemmes især af de lagdelte vandstrømme. Særligt i sensommeren og det tidlige efterår

transporteres iltfattigt vand ind i området og forårsager iltsvind i Kiel Bugt og Mecklenburg Bugt. I Femern Bælt optræder iltsvind mindre hyppigt. Graden og varigheden af perioder med lave iltkoncentrationer påvirker bundfaunaen og betingelserne for plante og dyrelivet generelt (Feistel et al., 2008).

Vandkvaliteten er også en vigtig faktor for badevandet. Generelt er badevandskvaliteten ved strandene på Lolland og Femern god, og forureningen med fækale bakterier anses for begrænset. Dog er opblomstring af blågrøn-alger i stille, varme sensommer et tilbagevendende fænomen, som kan påvirke badevandskvaliteten.

Under storme hvirvles overfladesedimenter fra havbunden op og forårsager høj turbiditet i lavvandede områder, dvs. en høj koncentration af materiale, der nedsætter gennemsigtigheden i vandet.

### **3.4. Fauna og flora i havet**

#### **3.4.1. Plankton**

Fytoplankton og zooplankton fungerer som føde til fisk, bundlevende (bentiske) dyr og andre vandlevende organismer. Alle fisk og de fleste hvirvelløse dyr er afhængige af plankton som føde i deres larvestadie, og nogle arter som f.eks. muslinger lever af plankton hele livet.

Sammensætningen og biomassen af arterne af planktonalger og zooplankton gennemgår sæsonvariationer, der afspejler mønstrene i hele Østersøområdet. Den største aktivitet og den største biomasse forekommer normalt om sommeren. Opblomstringer af (giftige) blå-grøn-alger er almindelige i varme sommer efter vintre med høje koncentrationer af fosfor.

Hver sommer meldes der om massive forekomster af vandmænd (*Aurelia aurita*) i den vestlige og centrale Østersø. Forekomsterne menes at stamme fra yngelokaliteter (polykolonier) i områder med højere salinitet som f.eks. Femern Bælt. Den invasive gøple *Mnemiopsis*, der er kendt fra sin indvirkning på økosystemet og fiskeriet i Sortehavet, er blevet fundet gentagne gange i den vestlige Østersø siden 2007. Gøpler er vigtige rovdyr, der æder små zooplankton-organismer, og når de optræder i store koncentrationer, kan de ernære sig af fiskelarver og konkurrere med fiskene om føden.

#### **3.4.2. Bundvegetation**

Bundvegetation, så som flerårige makroalgekolonier og ålegræs, udgør levesteder for mange hvirvelløse dyr og mindre fisk og fungerer som gyde- og opvækstområder for adskillige pelagiske fiskearter. Planterne er vigtige fødekilder for hvirvelløse dyr og fugle, og de spiller en vigtig rolle for næringsstofcyklus og iltproduktion. I Femern Bælt identificerede man i alt 33 arter af undervandsbundflora i forundersøgelsen fra 1999 (COWI-Lahmeyer, 1999). Fem af disse står på Tysklands rødliste for Østersøen, men ingen af arterne anses for truede i Danmark, da de er almindelige ved højere salinitet, f.eks. i Kattegat.

Teoretisk kan den lysmængde, der når bunden af Femern Bælt, understøtte makroalgevækst ned til 18-20 m's dybde, og rødalger som *Delesseria sanguinea* og *Coccotylus truncatus* kan danne tæt vegetation på massivt substrat på dybt vand. Kendskabet til artssammensætning, forekomster og fordeling på disse dybder er imidlertid begrænset.

På lavt vand (5-10 m) langs Lollands kyst domineres steder med hårdt substrat af den flerårige rødalge gaffelrang, *Furcellaria lumbricalis*, og den trådformede algeslægt *Polysiphonia*. Ved østkysten af Femern er dækningsgraden af makroalger på hård bund mindre og rødalgen *C. truncatus* dominerer også de dybere områder. Brunalger er generelt mere sjældne, undtagen ved vestkysten af Femern. Her findes brune *Fucus*-alger ned til 6 m, hvilket er den dybest registrerede forekomst af denne alge langs den tyske Østersøkyst (Führhapter et al. 2008).

På grund af en kraftig strøm og eksponering for bølger er rodfæstetvegetation som f.eks. ålegræs ikke karakteristisk for Femern Bælt. I den nærliggende lavvandede Rødsand-lagune findes der dog store, blandede forekomster af rodfæstet vegetation som ålegræs og vandaks (*Potamogeton*) samt algerne *Furcellaria* og *Fucus*. De eneste lige så tætte ålegræsområder findes i Orth-bugt på Femerns sydvestlige kyst. Ellers findes der kun mindre, spredte forekomster af ålegræs ned til 5 m's dybde.

### 3.4.3. Bundfauna

Bundfaunaen varierer med dybden, substratet og saltholdigheden. Både med hensyn til biomasse og rollen i økosystemet udgør muslinger en meget vigtig gruppe, der udfører omfattende græsning på planktonet og samtidig udgør den primære føde for overvintrende havænder. Blåmuslinger forekommer med ret store biomasser (3-5 kg/m<sup>2</sup>), hvor der er fytoplankton til stede, og hvor strømmen sikrer konstante tilførsler af planktonalger (fytoplankton). Muslingerne forekommer især langs Lollands kyster, mens de tilsyneladende er mere fåtallige omkring Femern.

På større dybder med en mere stabil og højere saltholdighed stiger mangfoldigheden i bundfaunaen. Gravende havbørsteorme (*polychaeta*) og muslinger bliver her vigtigere. Af områder med særlig høj artsdiversitet i den vestlige Østersø kan nævnes de sandede forhøjninger og plateauer med blandet substrat (sand, grus og sten) nordøst for Femerns kyst. Områderne med sandbølger giver også gode livsbetingelser for bundfaunaen. Mere end 200 arter er blevet identificeret ved omfattende undersøgelser i perioden 2003 til 2005 (Zettler et al., 2008). Omkring 40 arter findes på den tyske rødliste, men generelt anses disse arter ikke for truede i Danmark, da de er almindelige ved højere salinitet, f.eks. i Kattegat.

### 3.4.4. Fisk

De vigtige fiskebestande omfatter torsk, fladfisk, brisling og den forårsgydende sild (især Rügen-silden). Femern Bælt-området i bred forstand rummer vigtige gydepladser for torsk, og transporten af torskelarver fra den vestlige Østersø til selve Østersøen anses for at være vigtig for hele bestanden af Østersøtorsk. Brisling gyder derimod i de dybe områder af Østersøen, men larverne transporteres med strømmen til opvækstområder over hele Østersøen, herunder Femern Bælt.

De lavvandede områder i Femern Bælt udgør vigtige opvækst- og fødesøgningsområder for en række økonomisk og økologisk vigtige arter. De bevoksede habitater langs Lollands og Femerns kyster er vigtige for reproduktionen, og adgangen til opvækstområder af høj kvalitet er en vigtig faktor for rekrutteringen af mange fiskearter. Habitaterne med vegetation fungerer også som spisekammer for mange arter. Endelig er sandede eller mudrede områder uden vegetation vigtige fødesteder for bundlevende fisk som f.eks. fladfisk.

Mange af de vigtige fiskearter vandrer til, fra eller gennem Femern Bælt. Både forårs- og efterårsgydende sild menes at vandre til og fra gydepladserne i Femern Bælt-området. Men nye undersøgelser indikerer, at forekomsten af sild, der gyder i Femern Bælt, er meget begrænset eller helt fraværende. Den europæiske ål bliver ført som ålelarver med Golfstrømmen fra gydeområdet i Sargassohavet til Europas kyster. En del føres ind gennem de danske bæltet og videre ind i Østersøen, hvor ålen, som nu er blevet til glasål, vandrer op i ferskvand for at fouragere og vokse. I modsætning til sild og ål bevæger torsken sig i store områder for at fouragere, men menes ikke at vandre mellem et gydeområde og et fourageringsområde som det fx er tilfældet med sild og ål. De torsk, der gyder i Femern Bælt, menes udelukkende at tilhøre den vestlige bestand af Østersøtorsk, og denne bestand gyder blandt andet i de dybere dele af Femern Bælt samt i Arcona bassinet.

Økosystemet i Østersøen har gennemgået store forandringer i de seneste to årtier hvad angår fiskebestandene. Bestandene af torsk, europæisk ål og sild er faldet kraftigt, mens bestandene og fangsterne af brisling nu er i kraftig stigning. Torsk, europæisk ål og efterårsgydende sild anses nu for truede og torsken står på HELCOM's liste over "truede arter eller arter i tilbagegang" mens europæisk ål, efterårsgydende sild er på rødelisten i Tyskland.

### 3.4.5. Havpattedyr

Tre arter af havpattedyr forekommer regelmæssigt i Femern Bælt-området: Marsvin (*Phocoena phocoena*), spættet sæl (*Phoca vitulina*) og gråsæl (*Halichoerus grypus*). Femern Bælt menes at omfatte vigtige levesteder for arterne og at være en vigtig vandringsrute mellem den østlige og vestlige del af den vestlige Østersø.

For marsvin udgør Femern Bælt den sydlige grænse for deres hovedudbredelsesområde i den vestlige Østersø. Der findes muligvis adskilte bestande i henholdsvis den østlige og vestlige del af den vestlige Østersø, med en ukendt grad af udveksling gennem Femern Bælt.

I Femern Bælt er der et vigtigt hvile- og yngleområde for spættet sæl ved sandbanken Rødsand syd for Lolland, 25-30 km øst for projektkorridoren. Dette er det vigtigste hvile- og yngleområde i Østersøen. Vitten og Skrollen i Rødsand-lagunen er mindre benyttede hvileområder.

Rødsand er det sted i Danmark, hvor der er registreret flest gråsæler. Det var også her, at man for nylig registrerede, at gråsælen yngede for første gang i den vestlige Østersø siden begyndelsen af det 20. århundrede. Det antyder, at dette er den mest sandsynlige lokalitet for en eventuel genetablering af bestanden af gråsæler i den vestlige Østersø. På tysk side er der ingen liggepladser for sæler.

### **3.4.6. Flagermus over havet**

Der foreligger til dato ingen oplysninger om flagermustræk mellem Skandinavien og Tyskland over Femern Bælt. Flagermustræk på tværs af Østersøen er dog generelt kendt, og kan dermed antages også at forekomme over Femern Bælt.

## **3.5. Kulturarv på havet**

Der kan i hele projektets undersøgelsesområde befinde sig historiske bopladser, skibsvrag og andre historiske fund og oldtidsminder fra alle historiske perioder. Sådanne fund er beskyttet i henhold til dansk og tysk lovgivning.

I den ældste og ældre stenalder (palæolitisk og mesolitisk tid) var vandstanden væsentligt lavere end i dag. Derfor ligger de bopladser, som engang lå langs kysten, nu under havoverfladen, hvilket betyder, at der kan findes levn fra stenalderen i linjeføringskorridoren. Det eneste indlysende sted for bronzealderfund i linjeføringskorridoren er i området omkring Puttgarden. Fund fra jernalderen tæt på kystlinjen ved Puttgarden viser, at der har været aktiviteter både på land og på havet, og måske også et historisk havneområde omkring Puttgarden.

Der er registreret skibsvrag i linjeføringskorridoren, hvoraf nogle kan være af historisk interesse. Der kan være flere skibsvrag og andre maritime emner til stede. Flyvrag fra Anden Verdenskrig kan sandsynligvis også findes i Femern Bælt.

I 2008 og 2009 gennemførtes der undersøgelser af havbunden i korridoren ved hjælp af sidescan sonar og magnetometer, og de afslørede adskillige menneskeskabte genstande, hvoraf nogle har arkæologisk værdi.

## **3.6. Materielle goder på havet**

### **Havvindmølleparker**

Der vil være to danske vindmølleparker i drift eller under opførelse i Femern Bælt-området i slutningen af 2010: Nysted (omkring 160 MW) og Rødsand II (omkring 200MW). Parkerne ligger langs Lollands kyst, syd for Rødsand og dækker et område på omkring 75 km<sup>2</sup>. Nysted vindmøllepark blev taget i brug i 2003, mens Rødsand II stadig er under opførelse.

I den tyske del af Femern Bælt findes ingen vindmølleparker, og der er ikke kendskab til aktuelle planer.

### **Indvinding af råstoffer fra havbunden**

Danmark har afsat to områder til indvinding af sand og grus i Femern Bælt. De bruges periodisk og senest i 2006. Andre områder ligger sydøst for henholdsvis Keldsnor/Langeland og

Gedser. Tilladelserne udløber i december 2009, men de forventes at blive forlænget - med undtagelse af ét område, som sjældent anvendes.

Der findes ingen områder med råstofudvinding på havet i tysk farvand i selve Femern Bælt. Nogle mindre områder i den østlige del af Mecklenburg Bugt er ved at blive afviklet.

### **3.7. Jordbundsforhold på Femern**

Femern er den østligste landskabsenhed i Slesvig-Holsten og er delstatens største ø (185 km<sup>2</sup>), adskilt fra fastlandet af Fehmarnsund. Øen er kendetegnet ved meget frugtbare jorder, et solrigt og forholdsvist tørt klima og et fladt landskab, der er velegnet til intensivt agerbrug.

Jordbunden på Femern blev dannet under istiden og efter-istiden. Den fremherskende jordbundstype er struktureret moræneler med varierende lag af sand, ler og silt (gråbrunt podsoljord eller pseudogleys). Jordens relief blev dannet i istiden og er fladt eller let bølgende.

I vådområder og lavtliggende områder (Blankenwisch, Grüner Brink, Presen, Wallnau og Flügger Teiche) kan der forekomme tørvejord (lavmoser) og mudder med højt organisk indhold. Især på nord- og sydkysterne er der aflejret sand ved kystlinjen gennem de erosions- og aflejningsprocesser, der beskrives i kapitel 3.2, og som fører til dannelsen af stejle strande og kystlaguner.

### **3.8. Vand på Femern**

Den lave permeabilitet af den underliggende lerjord medfører et forholdsvist højt grundvandsniveau (hæmmet nedsivning). På den anden side sænkes grundvandsspejlet gennem landbrugets oppumpning. Grundvandets præcise lokale fordeling, udstrækning, sekvens og egenskaber omkring tilslutningsanlægget er imidlertid ukendt. Dette gælder også for hydrodynamik og vandkemi, som f.eks. udsving i grundvandsspejlet, udveksling mellem det ferske grundvand og havvandet osv. Der er ikke udpeget områder med særlige drikkevandsinteresser i nærheden af projektkorridoren.

Overfladevandet består af kystlaguner, der er adskilt fra havet, grøfter, små vandhuller (mergelgrave) og vådområder med sæsonbetinget grundvandsopstigning. På hele Femern findes grøfter der dræne jorden, og kun få af disse har en naturlig struktur. Der er kystsikringsdiger på nord- og vestkysten samt på dele af sydkysten. Undersøgelser foretaget af Styrelsen for landbrug, miljø og landdistrikter i Slesvig-Holsten (*Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume*, LLUR) viser, at vandkvaliteten er påvirket af forurening i alle vandløb på Femern.

### 3.9. Fauna og flora på Femern

Der foreligger omfattende datamateriale over levesteder, fauna og flora i det potentielle påvirkningsområde. Data stammer fra forskellige kilder, så som strukturplaner for åbent land i forbindelse med zoneopdeling, landskabsplejeplaner, konsekvensvurderinger for Natura 2000-områder og den overordnede landskabsplan for Femern. De vigtigste biotoper er dels dyrkede marker, struktureret af nogle få bæltter med træer og hække, og dels små vandområder, herunder vandhuller, der er fredet i henhold til Slesvig-Holstens naturbeskyttelseslovgivning (LNatSchG). I de små søer forekommer der paddler samt guldsmede og andre vigtige insekter. For paddler og andre smådyr, der lever ved jorden, virker hovedvej B 207 som en næsten fuldstændig barriere. Græshopper, dagsommerfugle, natsværmere, biller og andre hvirvelløse dyr samt krybdyr forekommer lokalt.

På grund af den ret sparsomme vegetation og forekomst af andre habitatstrukturer er det usandsynligt, at der forekommer større bestande af flagermus i projektkorridoren. Menneskeskabte strukturer som bygninger og broer kan dog fungere som levesteder for flagermus. Desuden menes der at forekomme et træk af troldflagermus (*Pipistrellus nathusii*) fra Sverige til Tyskland, hvis omfang skal undersøges nærmere.

Habitaterne ved kysten udgøres af laguner (strandsøer) med saltmarsk og brakvandsrørskove (fredede habitater i henhold til LNatSchG). De udgør levesteder for en række specialiserede og truede arter. De udgør også hvile- og fødesøgningslokaliteter for trækfuglene på deres trækruter mellem Skandinavien og Syden. En række forskellige vandfugle overvintrer ved Femerns kyster (fugle se kap. 3.23).

### 3.10. Landskabet på Femern

De nuværende visuelle kvaliteter ved landskabet på Femern er resultatet af øens historiske og økonomiske udvikling. Landskabet er kendetegnet ved en overvejende flad topografi med omfattende landbrug, som kun er struktureret af nogle få bæltter af træer og hække. Området er præget af en række bebyggelser, herunder de større byer Petersdorf, Landkirchen, Burg og Burgtiefte. Forskellige steder på øen domineres landskabet af infrastrukturfaciliteter som forbundshovedvejen B 207, jernbanelinjen og det store rangerterræn, færgehavnen i Puttgarden, diger langs kysten mod nord og øst, bygningsværket Femernsundbroen, vindmølleparkerne på øens vestlige og nordlige del samt højhuset i Burgtiefte.

Kystlandskabet udgør sammen med havet også en vigtig del af landskabet. Naturligt udviklede områder forekommer mod nordvest, så som kystlandskabet Grüner Brink og vådområdet Blankenwisch, Wallnau-naturrestatet med de omkringliggende vådområder mod vest og de lave klinger ved Staber Huk eller Wulfen mod sydøst. Kystlandskabet er kendetegnet af kysterosion, aflejring og dannelse af stejle strande samt laguner med saltmarsk og brakvandsrørskove.



### 3.11. Femerns klima

Slesvig-Holsten ligger i overgangszonen mellem den europæiske landmasse og Nordatlanten, og regionens klima kan betegnes som et moderat kystklima (fremherskende vestenvinde, kølige somre, milde vintre). Klimaet på Femern præges af det regionale klima. Det er mildt på grund af beliggenheden i Østersøen. Den årlige nedbørsmængde ligger blandt de laveste i Tyskland, mens antallet af årlige solskinstimer ligger blandt de højeste.

### 3.12. Luft på Femern

På grund af det fremherskende regionale klima med hyppig blæst er luftkvaliteten på Femern god. Alligevel formodes der at være nogen luftforurening i undersøgelsesområdet på grund af forbundshovedvej B 207, jernbanen med dieseldrift og færgehavnen i Puttgarden. Luftkvaliteten kan også være påvirket af transport af forurenende stoffer fra industriområder på det europæiske fastland og på grund af de meget befærdede skibsruter i Femern Bælt.

### 3.13. Kulturarven på Femern

På det nordvestlige Femern findes der ingen fredede arkæologiske monumenter (lov om fredning af monumenter, *Denkmalschutzgesetz S-H § 5*), men der ligger et større område af potentiel arkæologisk interesse (*Verdachtsfläche*) mellem Bannesdorf, Puttgarden og Marienleuchte. Derudover står kun ganske få andre kendte fundsteder opført i det arkæologiske register (*Archäologische Landesaufnahme*) hos arkæologistyrelsen i Slesvig-Holsten.

### 3.14. Materielle goder på Femern

Femern domineres som helhed af intensivt landbrug. Langs den nordlige og vestlige kyst beskytter diger baglandet.

De største byer på den nordlige del af Femern er Puttgarden, Marienleuchte, Todendorf og Presen. De offentlige institutioner er koncentreret i Puttgarden, og hovedbyen på Femern er Burg på øens sydlige del.

Hovedvejen (B 207) og det parallelle jernbanespor løber mellem Femernsundbroen og færgehavnen i Puttgarden. Af andre vigtige materielle goder kan nævnes de eksisterende færgefaciliteter i Puttgarden, de øvrige havne beliggende på det sydlige Femern samt rangerterrænet, diger, vindmølleparker og fyrtårne og endelig de militære anlæg ved Marienleuchte samt landsdækkende forsyningsledninger.

### **3.15. Jordbundsforhold på Lolland**

Den fremherskende jordbundstype på Lolland er dybe lag af moræneler (op til 90 m) fra den seneste istid med mindre områder af morænesand og grus. Overfladelagene er rige på kridt, og jorden blev tidligere brugt til udvinding af mergel. På grund af de kalkholdige lag af leret jord er landet meget frugtbart og værdifuldt til landbrugsformål, selvom jordstrukturen kræver omfattende dræning.

Der findes en bentonitforekomst i den østlige del af undersøgelsesområdet på Lolland. Forekomsten er blevet undersøgt mange gange, men udvindingen fra dette område er foreløbig stillet i bero - ophørt på grund af bentonitens ringe kvalitet.

En række områder nær havneområdet i Rødbyhavn kan være forurenede på grund af spild fra olietanke og fra køretøjer på færgeterminalen og ved jernbanestationen. Der findes et deponi til forurenede jord øst for Rødbyhavn.

### **3.16. Vand på Lolland**

I undersøgelsesområdet på Lolland findes der en række mindre vandløb, vandhuller (gamle mergelgrave) og grøfter (afvandingskanaler). De fleste af vandområderne er beskyttet i henhold til den danske naturbeskyttelseslov (såkaldte § 3-områder). Grøfterne er kraftigt regulerede og kendetegnes af langsomt flydende vand, og de fleste af vandløbene har målsætningen "moderat" (den lavest tilladelige) og en lav vandkvalitet. De fleste vandhuller ligger isoleret på dyrkede marker. De regulerede vandløb er ofte dybe, fordi de anvendes til dræning af de omkringliggende marker. Der findes herudover en række lavbundsarealer, der bl.a. rummer moser.

Udnyttelsen af grundvandsressourcerne på Lolland er koncentreret i et øst-vest-gående bælte midt på øen. Der foregår ingen grundvandsindvinding i nærheden af undersøgelsesområdet, bl.a. på grund af risikoen for saltvandsindtrængning. Den nærmeste offentlige grundvandsboring ligger nord for Holeby. Tæt på Rødbyhavn er havbunden inddæmmet, således at landskabet ligger under havets overflade og holdes kunstig tørt ved pumpning. Grundvandsspejlet ligger ret tæt på overfladen (3-0,5 meter under). Myndighederne har påpeget, at området er udsat for nitratforurening.

### **3.17. Flora og fauna på Lolland**

Den primære arealanvendelse på Lolland er landbrug, og undersøgelsesområdet domineres af dyrkede marker. Det betyder, at mangfoldigheden af planter og dyr er koncentreret langs

kysten, hvor den sandede jordbund (tidligere havbund) giver gode betingelser for et botanisk interessant plantesamfund. Dette er tilfældet både på diget og på arealerne bagved, som kun i meget begrænset omfang anvendes til landbrug.

Længere fra kysten findes der biologiske værdier i den gamle Byhave Skov, Ringbølle Mose og det gamle, delvist forladte rangerterræn, hvor der er registreret betydningsfulde og sjældne insekter og edderkopper, der ikke er fundet andre steder i Danmark. Herudover findes der botaniske interesser i levende hegn, i de tidligere mergelgrave og i de små spredte skove.

Adskillige arter, der står opført i Bilag IV i EU-Habitatdirektivet og på den danske rødliste, optræder i området.

### **3.18. Landskabet på Lolland**

Øen Lolland er kendetegnet af morænelandskaber med især leret jord, der stammer fra den seneste istid, Weichselistiden. I nærheden af Rødbyhavn er noget af havet inddæmmet, og landskabet er præget af et tæt mønster af lige drænggrøfter. Mens størstedelen af Lolland ligger under 10 m's højde, ligger det inddæmmede område under eller tæt på havets overflade.

På trods af den begrænsede topografiske variation er landskabet på Lolland ganske varieret med store områder bestående af marker, gårde, grøfter, små landsbyer og levende hegn. De mange vandhuller vidner om tidligere tiders mergelgravning – det kridtholdige moræneler, der blev brugt til gødskning af landbrugsjord.

Langs Lollands sydlige kyst blev der sidst i 1870'erne opført et 63 km langt dige for at beskytte de lavtliggende områder mod oversvømmelse. Selvom det er en menneskeskabt struktur, har det både rekreativ, naturmæssig og kulturel værdi og er dominerende i landskabet.

### **3.19. Lollands klima**

Lolland har et typisk kystklima med mildt vejr om vinteren og køligt vejr om sommeren, ofte ledsaget af skyer, regn eller byger, overvejende bestemt af de fremherskende vestenvinde. Men vejret på Lolland påvirkes også af vejret på det europæiske kontinent. Det betyder, at det i perioder med østen- og søndenvind er forholdsmæssigt varmere og mere solrigt om sommeren og koldere om vinteren.

### **3.20. Luft på Lolland**

Ligesom på Femern er luftkvaliteten i og omkring undersøgelsesområdet på Lolland temmelig god på grund af det fremherskende klima med hyppig blæst. Den eksisterende miljøpåvirkning

omfatter en vis luftforurening fra lokale infrastrukturkomponenter som E47-motorvejen, jernbanen og færgehavnen i Rødbyhavn samt luftforurening fra områder længere væk.

### **3.21. Kulturarven på Lolland**

Der findes talrige kulturhistoriske værdier i undersøgelsesområdet på Lolland. Værdier, som afspejler menneskets brug og påvirkning af landskabet fra den ældste stenalder bopladser og frem til nyere tids bygninger og kulturhistoriske sammenhænge.

Værdierne omfatter bl.a. arkæologiske lokaliteter, fredede fortidsminder, fredede jord- og stendiger, fredede og bevaringsværdige bygninger, kulturmiljøer samt kirker og kirkeomgivelser.

Blandt de mest markante kulturhistoriske værdier i området kan nævnes den fredede jættestue "Bag-Hyrdehøi" fra bondestenalderen beliggende ca. 3 km øst for Rødbyhavn, og det 63 km lange og 4 m høje dige langs den lollandske sydkyst anlagt efter den store stormflodskatastrofe i 1872.

### **3.22. Materielle goder på Lolland**

Der ligger en vindmøllepark tæt på kysten mindre end 2 km øst for Rødbyhavn. Omkring 2,5 km vest for Rødbyhavn ligger der en naturgasledning. Der går en højspændingsledning 0,5 km nord for Rødby. Øst for Rødbyhavn ligger der en bentonitforekomst. Den er imidlertid ikke blevet udnyttet i flere år.

De største byer i undersøgelsesområdet er Rødby og Rødbyhavn, begge med offentlige institutioner som skoler, daginstitutioner og kommunal forvaltning samt områder med detailhandel og industri, havn og færgehavn. Lige øst for Rødbyhavn ligger en gokartbane. Desuden er området præget af små landsbyer, boligområder og rekreative områder.

Den eksisterende motorvejs- og jernbaneforbindelse mod nord slutter ved færgelejet i Rødbyhavn, og mindre veje krydser derudover landskabet. Lolland-Falster Lufthavn ligger 3 km øst for Rødby.

### **3.23. Fuglelivet (for hele området)**

Femern Bælt-regionen er et rasteområde af international betydning og en vigtig trækcorridor for fugle. En lang række fuglearter og deres rasteområder er beskyttet i henhold til EU's Fuglebekyttelsesdirektiv og internationale konventioner. Der er således udlagt flere EU-

fuglebeskyttelses-områder i de kystnære områder i Femern Bælt. Størstedelen af det centrale Femern Bælt – herunder den direkte korridor mellem Rødbyhavn og Puttgarden – er ikke udpeget som EU-fuglebeskyttelsesområde. Disse arealer herunder det tyske habitatområde "Fehmarnbelt", benyttes dog også af en række havfugle. Fuglebestandene i Femern Bælt og fugletrækket over Femern Bælt er undersøgt grundigt i forbindelse med forskningsprojekter og løbende overvågningsprogrammer for Natura 2000-områder (f.eks. Durinck *et al.*, 1994; Kahlerlert *et al.*, 2005; Garthe *et al.*, 2003; Koop, 2004; Berndt *et al.*, 2005 og Skov *et al.*, 1998). På baggrund af de foreliggende data er det muligt at foretage en indledende vurdering af områdets betydning for fugle og fastsætte et program for undersøgelser.

Dele af Femern Bælt og de tilstødende farvande anvendes som overvintrings- og rasteområder for fugle, især vand- og havfugle. De hyppigst forekommende er forskellige arter af muslingeædende havænder som edderfugl (*Somateria mollissima*), sortand (*Melanitta nigra*), havlit (*Clangula hyemalis*) samt troldand (*Aythya fuligula*).

Ynglende vandfugle er af væsentligt mindre betydning. Der findes dog kolonier af terner og måger af national betydning i de beskyttede områder på Femern som f.eks. Wallnau og Grüner Brink og i Rødsand-lagunen ved Lolland (figur 3.1 og 3.4).

Med hensyn til fødeindtag spiller de muslingeædende vandfugle en vigtig rolle. Ifølge standarddatabladene for de udpegede EU-fuglebeskyttelsesområder i Femern Bælt-regionen udgør de maksimale bestande af muslingeædende arter mere end 400.000. Fiskeædende arter som toppet skallesluger (*Mergus serrator*), toppet lappedykker (*Podiceps cristatus*) og gråstrubet lappedykker (*Podiceps grisegena*) forekommer især i de kystnære farvande. Habitatområdet "Femern Bælt" er dog i henhold til standarddatabladene af betydning for gråstrubet lappedykker og lom.

Områderne omkring landanlægget på Lolland og Femern er præget af opdyrkede arealer, byområder, veje og vindmølleparker, hvilket afspejler sig i samfundene af rastefugle og ynglefugle. Vand- og vadefugle benytter landbrugsarealerne som raste- og fourageringsområder. Hidtil har man ikke anset hverken bestandene af ynglefugle eller rastefugle for at være særligt betydningsfulde i naturbeskyttelsesmæssig sammenhæng.

Der er ikke rapporteret generelle tendenser for rastefugle og trækfugle, som er specifikke for Femern Bælt-regionen. Antallet af de forskellige arter varierer dog fra år til år, hvilket kan skyldes de overordnede tendenser i bestandene eller ændringer i områdets miljøforhold, især lokale vejrforhold i vinterhalvåret. Omfattende historiske data viser, at miljøforholdene i Femern Bælt er blevet negativt påvirket af eutrofiering gennem de seneste 50-60 år.

Både trækfugle og standfugle benytter kystområdet som fourageringsområde. De forholdsvis store lavtvandsområder rummer store fødemængder til kødædende (carnivore) fugle samt planteædende (herbivore) og fiskeædende (piscivore) vandfugle. Bentiske ålegræsenge og muslingebanker, der er de vigtigste marine habitater for fugle, udgør et stort potentielt areal i farvandene omkring Femern. De vigtige forekomster er dog ifølge den nuværende viden ikke i eller i nærheden af linjeføringskorridoren. Området omkring linjeføringskorridoren er præget af

forholdsvis store vanddybder, og ikke af lavvandede områder, som kunne have en særlig betydning for rastende fugle.

Nogle vandfugle trækker over store afstande, og en meget stor del af trækfuglene passerer Femern Bælt på vejen mellem Nordsøen (hovedsageligt Vadehavet) og Østersøen samt mellem den østlige og vestlige del af Østersøen. Dette gælder arter som knortegås (*Branta bernicla*), bramgås (*Branta leucopsis*), edderfugl (*Somateria mollissima*) og sortand (*Melanitta nigra*) samt rødstrubet lom (*Gavia stellata*) og sortstrubet lom (*Gavia arctica*). De vigtigste trækretninger for disse trækfugle er på øst-vest-aksen langs Femern Bælt, dvs. på tværs af den planlagte faste forbindelse.

Derudover har Femern Bælt-regionen stor betydning for et stort antal langdistance trækfugle blandt landfuglene, der flyver frem og tilbage mellem ynglepladserne i Fennoskandinavien og Rusland. Visuelle observationer og radarobservationer har vist, at fugle på træk i dagtimerne ofte koncentrerer sig omkring Femern Bælt idet de her benytter sig af den korte strækning over havet. Det gælder især nogle rovfuglearter som hvepsevåge (*Pernis apivorus*), musvåge (*Buteo buteo*) og spurvehøg (*Accipiter nisus*), men også ringduer (*Columba palumbus*), finker og lærker. Træk om natten foregår derimod normalt over en bred front og påvirkes i langt mindre grad af kystlinjernes hovedstrukturer. Den planlagte faste forbindelse forløber parallelt med landfuglenes vigtigste trækrute.

Også træk over kortere afstande er vigtige for vandfuglene. Især troldand veksler mellem søer i den indre del af landet, der benyttes som sovepladser i dagtimerne, og fourageringsområder i farvandene omkring Femern og i Femern Bælt, der opsøges om natten. Udvekslinger mellem rastefugles fourageringsområder øst og vest for Femern Bælt har betydning for forskellige arter og nævnes også i bevaringsmålsætningerne for EU-fuglebeskyttelsesområder i denne region. Der foregår sandsynligvis også en vis udveksling mellem ynglefugle på Lolland og Femern.

### 3.24. Natura 2000

Adskillige Natura 2000-områder er udpeget i regionen omkring projektkorridoren. De omfatter habitatområder, der er udpeget i henhold til EU's Habitatdirektiv, samt fuglebeskyttelsesområder, der er udpeget i henhold til EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv. Disse områder fremgår af figur 8.1 og 8.2.

Oplysninger om de enkelte Natura 2000-områder herunder deres udpegningsgrundlag findes i Bilag A. En liste over Natura 2000-områder, der anses for relevante for Natura 2000-konsekvensvurderinger i forhold til projektet, præsenteres i kapitel 8. Dette kapitel omfatter ligeledes en sammenfatning af de potentielle virkninger på områderne samt den planlagte fremgangsmåde i Natura 2000-konsekvensvurderingerne.

## 4. Miljøbelastning

Den tekniske projektbeskrivelse danner et vigtigt grundlag for undersøgelserne af projektets miljøbelastning. I denne forbindelse dækker betegnelsen "miljøbelastning" over de specifikke faktorer ved projektet, der kan give anledning til virkninger på miljøet.

I de efterfølgende underkapitler sammenfattes miljøbelastningen fra anlægsarbejdet, konstruktionerne og driften. Der gives en oversigt over de vigtigste typer af belastningsfaktorer samt de vigtigste typer af potentielle virkninger.

### 4.1. Oversigt over projektets miljøbelastning fra anlægsarbejde, konstruktionerne og driften

I forbindelse med vurderingen af projektets miljøbelastning er det relevant at se på belastningsfaktorer relateret til anlægsarbejdet (midlertidige), konstruktionen og driften:

#### Påvirkninger relateret til anlægsarbejdet (midlertidigt):

- Udstyr, faciliteter og forbindelsens fysiske konstruktioner, der lægger beslag på områder på land og i havet, og kan:
  - have visuelle indvirkninger på mennesker og landskab
  - have barrierevirkninger for mennesker og fauna
  - påvirke de hydrodynamiske forhold, hvilket igen kan påvirke vand, fauna og flora
  - medføre øget risiko for skibskollisioner med potentielle miljømæssige konsekvenser
- Bygge- og anlægsaktiviteter, der udsender støj, vibrationer og lys samt giver visuelle forstyrrelser, der kan være til gene for mennesker og dyr
- Uddybnings-, grave- og deponeringsaktiviteter, der har direkte indvirkning på jordbunden og sedimentet på havbunden, og som ødelægger flora, fauna og habitater
- Spild og spredning af marint sediment fra gravearbejde på havet, der påvirker vandkvaliteten og potentielt også sediment, flora og fauna
- Emissioner af CO<sub>2</sub>, næringsstoffer og forurenende stoffer til luft, vand og jord, som også kan påvirke mennesker, flora, fauna og klima.

#### Potentielle varige miljøpåvirkninger betinget af de fysiske konstruktioner:

- Beslaglæggelse af land-/havområder (som så ikke kan anvendes til andre formål)
- Tab og forringelse af levesteder for fauna og flora
- Visuelle indvirkninger på landskabet og dermed på mennesker

- Barrierevirkninger for mennesker og dyr
- Ændringer af vandets strømning, der kan påvirke vandkvaliteten og udskiftning af vandet i Østersøen, hvilket igen kan påvirke økosystemerne
- Potentiel øget vandring af (nye) dyrearter mellem Danmark og Tyskland
- Øget risiko for skibskollisioner med potentielle miljømæssige konsekvenser
- Kollisionsrisiko for fugle og flagermus.

Potentielle driftsbetingede belastningsfaktorer:

- Emission af støj, vibrationer og lys samt visuelle forstyrrelser, der kan være til gene for mennesker og fauna
- Emissioner af CO<sub>2</sub> og forurenende stoffer til luften, som potentielt kan påvirke mennesker, flora, fauna, jordbunden og luften
- Øget risiko for trafikdrab af fugle, flagermus og terrestriske dyr
- Påvirkninger gennem elektriske og magnetiske felter pga. jernbanestrækninger, der overgår til elektrificeret drift.

## 4.2. Vurdering af belastningsfaktorerne

De vigtigste belastningsfaktorer beskrives i de følgende afsnit. Faktorerne vil i sidste ende blive vægtet forskelligt afhængig af den tekniske løsningsmodel.

### 4.2.1. Sedimentspild

Anlægsarbejderne i Femern Bælt vil omfatte uddybnings-, transport-, - og opfyldningsaktiviteter. Ved disse aktiviteter vil en del materiale fra havbunden blive tabt i det omgivende vand og blive ført væk fra byggepladsen. Dette sedimentspild vil indgå som en forøgelse af den naturlige sedimenttransport og de naturlige sedimentationsprocesser. En nedsat lysgennemtrængning pga. sedimentpartiklerne i vandet og en øget sedimentation på havbunden vil kunne påvirke fauna og flora i de omgivende områder på grund af skyggevirkning og tildækning.

Mængden af sedimentspild til miljøet under en uddybningsaktivitet afhænger af mange faktorer. De væsentligste faktorer er:

- Det opgravede materiales beskaffenhed
- Gravemateriel, gravemetoder samt transport- og deponeringsmetoder
- Forholdene i vandsøjlen (strøm, bølger, vanddybde).

Sedimentspild beregnes som en procentdel af den samlede mængde håndteret materiale. For at kunne vurdere spildet under Femern Bælt-projektet anvendes bl.a. den omfattende erfaring



fra Øresunds- og Storebæltsforbindelserne vedrørende spildprocenterne ved forskellige metoder og under forskellige forhold. Denne viden vil sammen med scenarier for alle uddybnings- og indvindingsarbejderne blive videreudviklet til spildscenarier, hvor man beskriver den forventede mængde og fordeling af sedimentspildet i tid og rum.

Den faktiske sedimenttilførsel i de omgivende områder vil afhænge af, hvordan spildet spredes af vandbevægelser som bølger, opblanding og strøm. Dette vil blive analyseret ved at kombinere spildscenarierne med avancerede modeller af typiske hydrodynamiske forhold i det pågældende område. Disse undersøgelser behandles nærmere i kapitel 7.

#### **4.2.2. Støj og vibrationer på land**

Vurderingen af støj- og vibrationspåvirkningen omfatter anlægsaktiviteterne samt støj fra jernbane-, vej- og færgetrafik i driftsfasen.

Vurderingen af støjpåvirkningene foretages ved at modellere støjudbredelsen tæt på kilderne. Evalueringen for driftsfasen vil blive baseret på en sammenligning af den formodede støjemission i forskellige projektscenarier (løsningsmodeller) med støjen i nulscenariet (hvor den faste forbindelse ikke anlægges). Med hensyn til støj forventes sammenligningen foretaget i forhold til år 2025.

For både Femern og Lolland vil støjsituationen på land blive illustreret med støjkort. Ændringerne i forhold til nulscenariet vil fremgå. Desuden vil situationen ved visse repræsentative emissionspunkter og særligt eksponerede bygninger i nærheden af forbindelsen blive diskuteret for så vidt angår Femern Bælt-forbindelsens indvirkning på mennesker. Støjkortene vil endvidere danne udgangspunkt for vurderingen af påvirkninger af dyr.

Vurderingen af den fremtidige vibrationsintensitet ved vibrationskilder som trafik og aktiviteter på byggepladsen vil blive baseret på målinger og beregninger af de eksisterende vibrationer ved udvalgte kilder og modtagere samt i nede i jorden.

På nogle punkter er fremgangsmåden ved evaluering af støj- og vibrationsvirkningerne forskellige i Tyskland og Danmark. Vurderingerne for områderne omkring tilslutningsanlæggene på land vil blive gennemført i henhold til lovgivningen i de pågældende lande.

Inden for de lovgivningsmæssige rammer i Tyskland følger vurderingen af trafikstøj, bekendtgørelsen om bekæmpelse af trafikstøj (16. BImSchV). Støj fra vejen og jernbanen vil blive beregnet i henhold til de tyske retningslinjer RLS-90 (vejstøj) og SCHALL 03 (jernbanestøj). I forbindelse med evalueringen af den samlede støjsituation vil færgesejladsen samt ombord- og ilandkørsel fra færgerne blive medtaget i henhold til de tyske retningslinjer "TA Lärm" ("teknisk vejledning om beskyttelse mod støj"). Derudover medtages eksisterende belastninger som følge af anden erhvervmæssig og industriel aktivitet på grundlag af "TA Lärm" (bl.a. erhvervsområder, vindmøller) i vurderingen af den samlede støj.

Vurderingen af støjemmissioner fra anlægsaktiviteter foretages i henhold til "Generel administrativ foreskrift til sikring mod byggestøj – støjemmission (Allgemeine Verwaltungsvorschrift

zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschmischung) de steder, hvor emissionspåvirkningen er størst.

Vurderingen af vibrationer i Tyskland foretages i henhold til DIN 4150 "Byggerelaterede vibrationer" (Erschütterungen im Bauwesen).

I Danmark følger evalueringerne en række vejledningsdokumenter fra Miljøstyrelsen. Det drejer sig om "Støj fra veje" (Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4, 2007), "Støj og vibrationer fra jernbaner" (Tillæg til vejledning nr. 1, 1997; Miljøstyrelsen juli, 2007), "Ekstern støj fra virksomheder" (Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 5, 1984), "Vibrationer fra jernbaner" (Miljøstyrelsens referencelaboratorium orientering nr. 10, 1989) og "Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø" (Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 9, 1997).

#### **4.2.3. Støj under vandet**

Den eksisterende støj under vandet vil blive målt med selvstændige optagesystemer, der placeres forskellige steder i Femern Bælt i perioder på tre til fire uger på forskellige tidspunkter af året for at undersøge den nuværende tidsmæssige og rumlige variation i den omgivende støj i undersøgelsesområdet. Ved hjælp af vejrdata og skibsdata fra AIS-systemet<sup>2</sup> anvendes der en GIS-baseret model, hvor den omgivende støj sættes i forhold til andre variabler som vindhastighed og bølgehøjde.

På grund af den komplekse struktur og det lave vand i Femern Bælt (<30 m) kan det akustiske miljø ikke beskrives tilstrækkeligt ud fra nogle enkelte målinger og konventionelle lydudbredelsesmodeller. Derfor skal den eksisterende lydudbredelse måles på flere forskellige lokaliteter i forhold til vanddybde, afstand til færgerute og hovedskibstrafikken, og der skal udvikles lydudbredelsesmodeller på grundlag af disse målinger. Dette er særligt vigtigt på lavt vand med en dybde på under 10-15 m, hvor lydudbredelsen generelt er vanskelig at forudsige.

Eftersom alle akustiske emissioner fra byggeriet og driften af den faste forbindelse skal vurderes på baggrund af støjniveauet fra alle kilder, udgør de målte og modellerede data for de nuværende støjniveauer et vigtigt grundlag for yderligere konsekvensvurderinger. Den samme model skal bruges til at forudsige virkningerne af støjemissioner forbundet med projektet.

Information fra litteraturen (tidligere undersøgelser) om relevante støjkloder under vandet vil sammen med nye målinger blive anvendt til at forudse støjeksponeringen i Femern Bælt som følge af anlægsaktiviteterne. Disse kilder omfatter forskellige gravemetoder, metoder for nedramning af spunsvægge, skibsstøj mv. På grundlag af disse data vil støjforholdene under vandet i Femern Bælt-området under byggeriet blive modelleret ved hjælp af forskellige formler for transmissionstab.

---

<sup>2</sup> Et system som løbende registrerer kommercielle skibes position baseret på GPS

Støjmålinger under vandet ved den faste forbindelse over Storebælt (ved både broen og tunnelen) vil give oplysninger til brug ved vurderingen af støjemissioner under vandet i driftsfasen.

Vurderingen af støjemissioner under vandet vil danne udgangspunkt for vurderingen af virkninger på havpattedyr og fisk.

#### **4.2.4. Lys**

Anlægsaktiviteterne vil indebære en vis emission af lys. Men da emissionen af lys i driftsfasen betragtes som vigtigere, vil vurderingerne vedrørende lys fokusere på denne fase. I driftsfasen vil emissionen af lys eventuelt komme fra belysning af selve den faste forbindelse og de tilhørende strukturer – og fra lyset fra trafikken, som benytter forbindelsen. For at kunne vurdere emissionerne fra forbindelsen og dens faciliteter vil man udvikle lysscenerier. Emissioner fra trafikken vil blive baseret på trafikprognoser kombineret med erfaringer vedrørende lysemission. For at nå frem til overordnede lysemissions-scenerier vil de enkelte lyskilder blive kombineret og vurderet i sammenhæng med den geografiske position, vinkler, skyggende strukturer osv. Endelig vil den fremtidige lysintensitet i omgivelserne blive modelleret og sammenlignet med den eksisterende lysemission fra beboelse, veje, jernbaner, færgehavn, vindmølleparker og andre menneskeskabte strukturer.

Omkring tilslutningsanlægget på Femern vil den tyske lysemissionsvejledning (Licht-Richtlinie LAI),(Länderausschuss für Immissionsschutz, 2000) blive anvendt til at vurdere de mulige påvirkninger. Hvis det anses for muligt og relevant, vil denne vejledning også blive anvendt på den danske side.

Vurderingen af lysemissioner vil danne udgangspunkt for vurderingen af virkninger på især mennesker (herunder rekreative aktiviteter/turisme) og dyrelivet (fugle, flagermus, insekter, havpattedyr og fisk).

#### **4.2.5. Luftforurening**

Den potentielle påvirkning af luftkvaliteten vil skyldes emissioner af forurenende stoffer fra en række kilder i såvel anlægsfasen som driftsfasen. Emissionskilderne i anlægsfasen omfatter:

- Byggemateriel
- Transport af materialer (vej- og banetrafik samt skibstrafik)
- Overvågning og tilsyn af byggepladsen fra skibe og fly.

Emissionskilderne i driftsfasen omfatter:

- Trafik på den faste forbindelse
- Energiforbrug til drift af den faste forbindelse (lys, betalingsanlæg osv.).

De mest relevante luftforurenende stoffer er kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>), benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), partikler (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) fra trafikemissioner og svovldioxid (SO<sub>2</sub>) fra især skibstrafikken.

Vurderingen af luftforureningen vil blive baseret på grænseværdierne for luftkvalitet defineret i EU-direktiv 2008/50/EF af 21. maj 2008 om luftkvaliteten og renere luft i Europa. EU-direktivet er implementeret i den tyske BImSchV-bekendtgørelse og TA Luft-retningslinjerne, men endnu ikke i dansk lovgivning. Hvis det vurderes nødvendigt vil andre niveauer baseret på forsigtighedsprincippet blive taget i betragtning, fra f.eks. tyske *Länderausschuss für Emmissionschutz* (LAE) og den danske "Luftvejledning" (*Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2001*). Alle større emissionskilder lokalt i undersøgelsesområdet samt baggrundsbelastningen i større skala vil blive taget i betragtning.

I forbindelse med VVM-undersøgelsen planlægges det at anvende udbredelsesmodellen AUSTAL2000 (Umweltbundesamt, UBA) for at få supplerende oplysninger om den korttrækkende forurening. Beregningerne vil blive baseret på årlige tidsserier for de enkelte kilder med en opløsning på 1 time. Hvis det bliver nødvendigt, kan indflydelsen fra bygninger inddrages gennem beregninger af mindre vindområder ved hjælp af TALdia (Bundesumweltamt) eller MISKAM (Dr.J.Eichhorn)<sup>3</sup>. Hvis der forventes relevante påvirkninger tæt på byggepladsen, kan der foretages særlige undersøgelser. I driftsfasen vil udbredelsesmodellen også blive benyttet til at beregne virkningerne af kvælstofaflejringer i Natura 2000-områder. Påvirkning af disse områder som følge af projektet vurderes ved en sammenligning af den eksisterende baggrundsdeposition med de såkaldte "critical loads" for de relevante, kvælstoffølsomme områder.

Fastsættelsen af emissionsfaktorer fra udstødningsgasser fra vejretøjer i Tyskland vil blive baseret på "Håndbog om emissionsfaktorer for vejtransport" (HBEFA, fra den tyske forbundsmiljøstyrelse, UBA, 2004). Emissionen af finstøv fra slitage og ophvirvling forårsaget motorkøretøjer opgøres på grundlag af aktuelle emissionsfaktorer (Düring, 2004). Ved beregning af emissionen i Danmark vil andre emissionsmodeller som COPERT<sup>4</sup> eller TEMA<sup>5</sup> eventuelt blive anvendt.

Emissionen af partikler fra ophvirvling af støv ved kørsel på veje vil blive skønnet baseret på trafikprognoser. Emissionerne fra anlægsarbejderne, navnlig støv (partikler), kan skønnes ved hjælp af de tilgængelige data fra den amerikanske miljøstyrelse (U.S. EPA), de tyske retningslinjer (VDI-Richtlinie 3790) CORINAIR<sup>6</sup> eller andre specialværktøjer eller litteratur angivelser.

---

<sup>3</sup> TALdia = diagnostisches Windfeldmodell (in AUSTAL2000). MISKAM = Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell (dreidimensionales, nicht hydrostatisches Klima-, Strömungs- und Verteilungsmodell, entwickelt von Dr. J. Eichhorn, Universität Mainz)

<sup>4</sup> COPERT = Computer Programm to calculate Emissions from Road Transport (European Environment Agency, EEA)

<sup>5</sup> TEMA = Transporters Emissioner under Alternative forudsætninger (COWI/Transportministeriet)

<sup>6</sup> CORINAIR = CORE INventory AIR emissions. Udviklet af Det Europæiske Miljøagentur (EEA) og Det europæiske tema-center for luft og klimaændring (ETC/LK/Æ).

I relation til de globale klimaforandringer udgør emissioner af drivhusgasser (GHG, Green House Gases) en særlig potentiel miljøbelastning. GHG-emissionen hænger tæt sammen med energi-/brændstofforbruget i de forskellige projektfaser.

De vigtigste kilder til GHG-emissioner forventes at blive:

- Produktion af de vigtigste byggematerialer
- Transport af de vigtigste byggematerialer og jord
- Drift af byggemateriel og andet teknisk udstyr på land og på havet
- Emissioner fra trafikken på den faste Femern Bælt-forbindelse
- Emissioner fra færgetrafikken.

De skønnede GHG-emissioner vil blive baseret på principperne i ISO 14040: 2008 - Miljøforvaltning – Livscyklusanalyse. Formålet er at:

- Forudsige GHG-emissioner forbundet med produktionen og anlæggelsen af den faste forbindelse
- Forudsige de fremtidige GHG-emissioner ved forskellige projektscenarier (løsningsmodeller) og ved nulscenariet, dvs. den situation, hvor den faste forbindelse ikke anlægges
- Påpege de vigtigste kilder til GHG-emissioner
- Vurdere, hvor der potentielt er mulighed for reduktioner inden for projektets rammer.

Vurderingen af GHG-emissionen (CO<sub>2</sub>) fra færge- og vejtrafikken i driftsfasen vil blive baseret på en ny rapport, der skal udarbejdes.

GHG-emissionsfaktorer for de vigtigste byggematerialer vil blive baseret på værdier fra litteraturen eller ved at kontakte materialeleverandørerne direkte.

GHG-emissionsfaktorer for vej- og skibstransport vil blive baseret på ovennævnte værktøjer og retningslinjer så som TEMA, COPERT, CORINAIR og HBEFA.

Emissionsfaktorer for varme og elforbrug vil blive baseret på de to landes specifikke nøglefaktorer.

## 5. Afværge- og kompensationsforanstaltninger

I alle faser af VVM-undersøgelsen vil hold af miljøeksperter og bygningsingenører arbejde tæt sammen for at identificere løsninger, der kan forebygge væsentlige miljøpåvirkninger eller, hvis dette ikke er muligt, afbøde disse. I tilfælde, hvor der ikke er mulighed for afværgeforanstaltninger, og der forekommer væsentlige miljøpåvirkninger, vil der blive identificeret miljømæssige kompensationsforanstaltninger.

De vigtigste foranstaltninger med henblik på at undgå eller minimere væsentlige påvirkninger ligger i en miljømæssigt begrundet optimering af linjeføring, udformning og byggemetoder, samt de foranstaltninger, der kræves i henhold til lovgivningen (f.eks. støjreduktion).

Designoptimering kan opnås ved at strømline konstruktioner under vand for at mindske de negative hydrodynamiske effekter. Ved valget af en broforbindelse nedsættes risikoen for fuglekollisioner formentlig ved valg af den rette belysning på strukturerne på havet. Broens udformning kan også optimeres med henblik på at reducere eventuelle barrierevirkninger for trækfugle.

Den faste forbindelse vil udgøre en funktionel barriere for beboelser og nærområdet omkring tilslutningsanlæggene, og denne effekt kan mindskes ved at tilpasse linjeføringens placering og højde. Faunapassager kan bidrage til at opretholde områdets miljømæssige sammenhæng. Endelig arbejdes der på en passende æstetisk udformning af den faste forbindelses fysiske strukturer, under hensyntagen til landskabet, for at mindske den visuelle påvirkning betydeligt. Dette gælder også for tunnelportalerne. Ved en broforbindelse kan et tiltalende design også opfattes som et positivt kendetegn for området.

I den faste forbindelses anlægsfase vil det være vigtigt at minimere sedimentspildet for så vidt muligt at undgå nedsættelse af sigtddybden og derved reducere påvirkninger på havets dyr og planter og på badevandskvaliteten. Dette kan gøres ved at optimere gravearbejdet med hensyn til valg af gravemateriel, tidsplan og varighed. Hensyntagen til biologisk følsomme perioder og turistsæsonen (badesæsonen) er ligeledes effektive afværgeforanstaltninger.

Støjbekæmpelse vil være relevant i både anlægs- og driftsfasen. I anlægsfasen kan de undersøiske støjmissioner reduceres gennem valget af egnede anlægsmetoder, hvilket kan være afgørende af hensyn til havpattedyrene. Støjbekæmpelsen kan også omfatte opsætning af støjskærme på land.

Risikoen for miljøulykker på grund af eventuelle skibskollisioner med en eventuel bro kan reduceres ved effektive kontrolsystemer for skibstrafikken. Desuden er etablering af beskyttelsesstrukturer ved bropiller og pyloner en mulig foranstaltning for at undgå eller afbøde de eventuelle følger af kollisioner.

## 6. Strategi og metoder for VVM-undersøgelsen

Kapitlet omhandler strategien for VVM-undersøgelsen (jf. figur 6.1 og 6.2) og de forskellige trin af vurderingerne af alternative løsningsmodeller (bro, tunnel). En detaljeret beskrivelse af de planlagte basisundersøgelser, de potentielle miljøpåvirkninger samt de planlagte miljøkonsekvensvurderinger er beskrevet i kapitel 7.

Som beskrevet i kapitel 2, er den præcise linjeføring for den faste forbindelse endnu ikke fastlagt. I Danmark og Tyskland vil den fremtidige linjeføring blive fastlagt på basis af resultaterne af miljøundersøgelserne og rapporteret i VVM-redegørelsen. I Tyskland fastlægges linjeføringen efter en speciel procedure, som er fastlagt i tysk lovgivning med tilhørende vejledninger. På dansk territorium anvendes de samme principper, men vægtningen af de forskellige miljøparametre kan være forskellig fra de tyske.

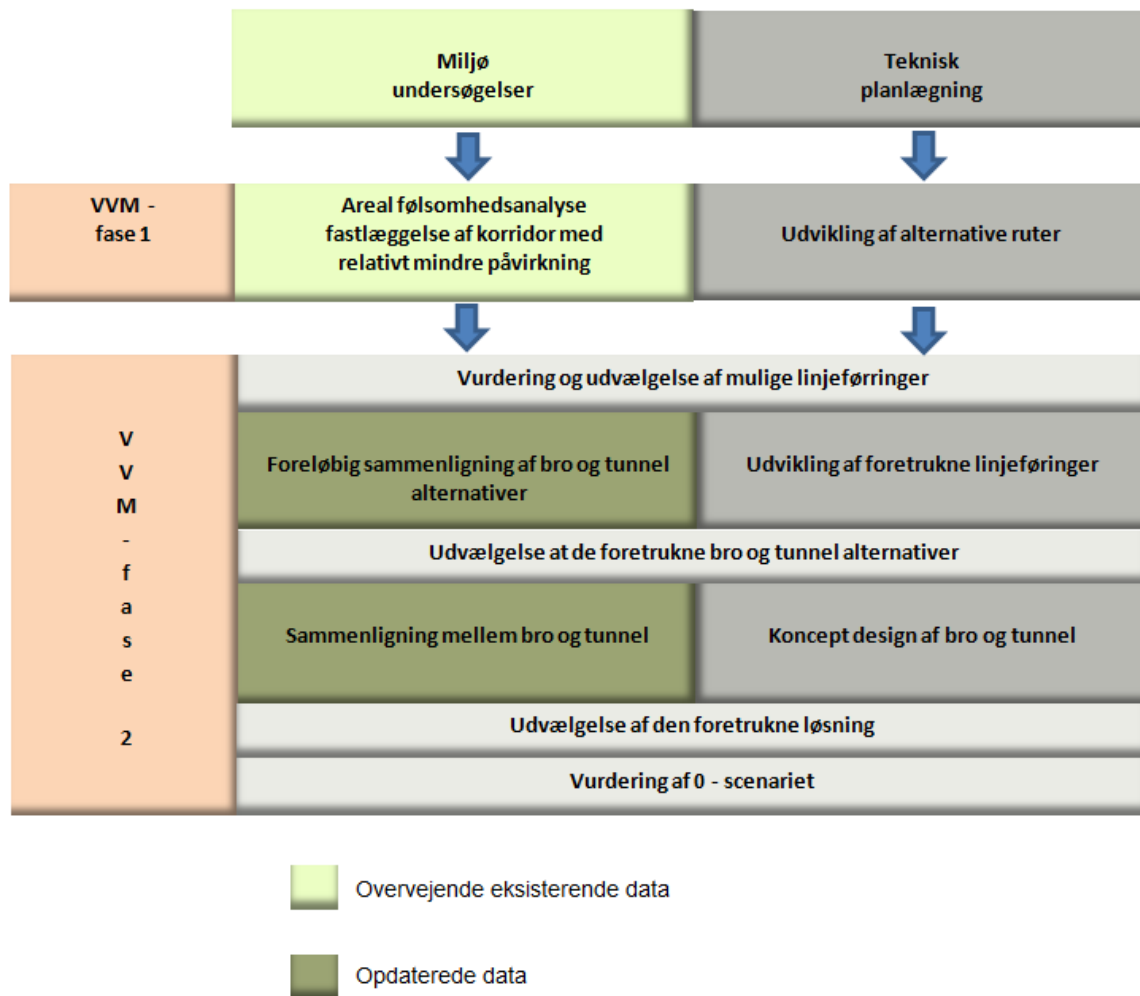
Det første skridt i fastlæggelse af den endelige linjeføring er en arealfølsomhedsanalyse, der gennemføres for at identificere linjeføringskorridorer, som giver de relativt mindste miljøpåvirkninger. Vurderingen omfatter tilslutningsanlæggene på land i Danmark og i Tyskland samt linjeføringen på de marine områder i begge lande (se figur 2.7). På land strækker undersøgelsesområdet sig mod øst og vest fra færgehavnene i Puttgarden og Rødbyhavn<sup>7</sup>. Arealfølsomhedsanalysen indeholder en afvejning af vigtigheden og følsomheden af de forskellige miljøfaktorer i forbindelse med projektet.

Inden for de identificerede korridorer med forholdsvis begrænsede konflikter vil designerne for henholdsvis bro- og tunnelloøsning identificere forskellige linjeføringer, herunder linjeføringer, der forbinder punkter vest for Puttgarden med punkter vest for Rødbyhavn (vest-vest), øst for Puttgarden med øst for Rødbyhavn (øst-øst) samt andre linjeføringer, som f.eks. løber diagonalt fra øst mod vest osv. Efterfølgende skal linjeføringerne optimeres med hensyn til miljømæssige, trafikale, skibssikkerhedsmæssige, økonomiske og andre interesser.

En sammenligning af de mulige linjeføringsalternativers indvirkning på de enkelte miljøfaktorer vil udgøre grundlaget for en prioritering af de forskellige løsninger, således at den linjeføring, der medfører de mindste følger for miljøet kan udpeges.

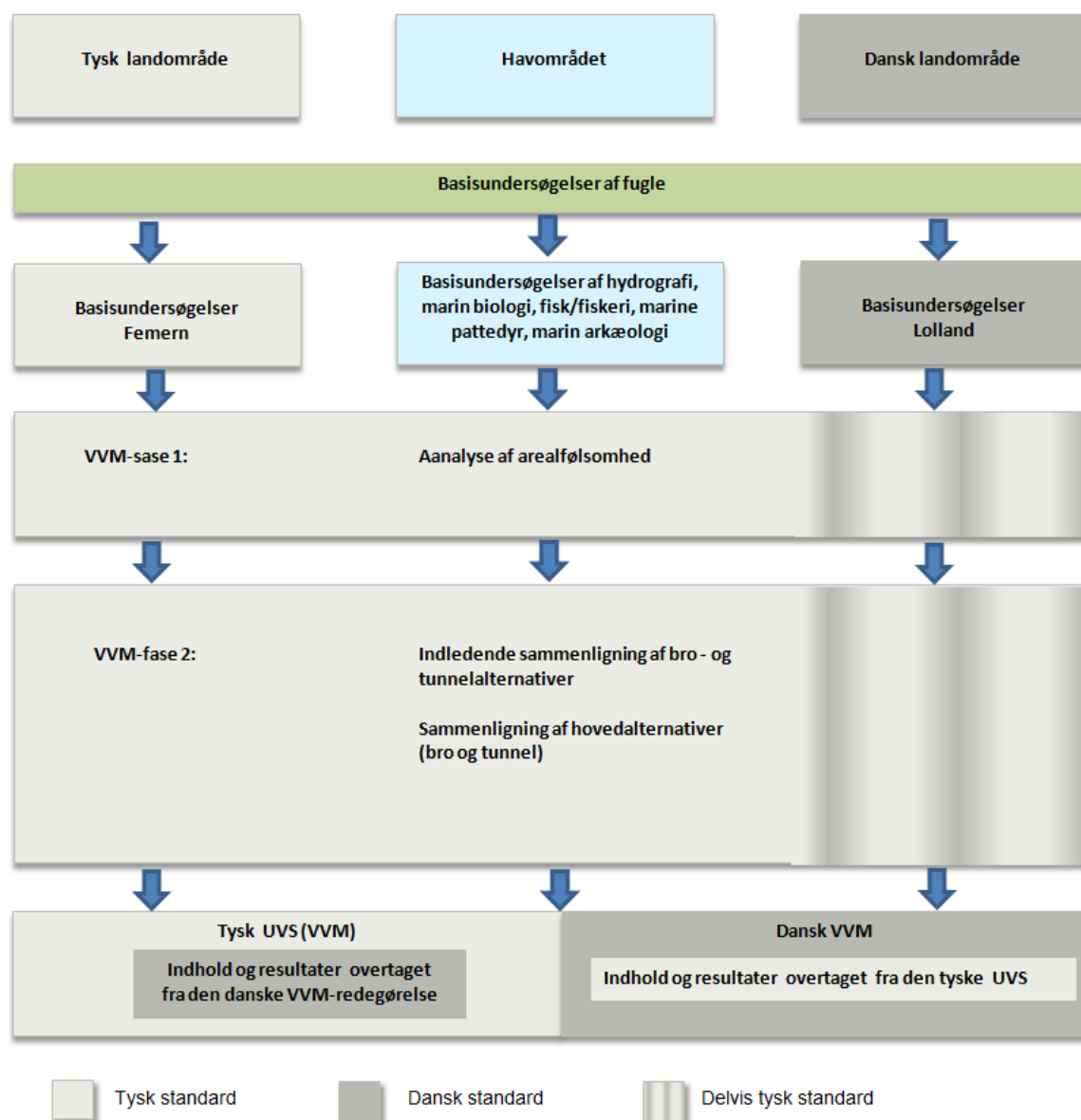
---

<sup>7</sup> På dansk område har man allerede reserveret en linjeføringskorridor gennem regionplanprocessen. Som nævnt ovenfor er reserveret et område øst for Rødbyhavn til tilslutningsanlæg (Regionplan 2005-2017) (se Figur 2.7). Uafhængigt af dette vil VVM-redegørelsen dog identificere mulige linjeføringer både inden og uden for denne korridor.



Figur 6.1 Oversigt over VVM-processen i forhold til forløbet for den tekniske planlægning





Figur 6.2 Oversigt over strukturen af de danske og tyske miljøundersøgelser

## 6.1. Lovgrundlag

Nedenstående vejledninger og standarder ligger til grund for valg af metoder for VVM-undersøgelserne:

- Vejledning om VVM i planloven (Miljøministeriet I DK, vejledning nr 9339 af 12. marts, 2009)

- Vejledning om inddæmning og opfyldning på søterritoriet. (Miljøministeriet i DK, vejledning nr. 6 af 23. januar, 2002)
- Standard for undersøgelser af havvindmøllers effekt på havmiljøet (Standard-Untersuchungen der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt, StUK 3). BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie), 2007
- Vejledning i etablering og opdeling af en VVM-redegørelse (basisundersøgelse) med henblik på oprettelse af en havvindmøllepark i EØZ (Merkblatt zum Aufbau und Gliederung einer UVS (Basisuntersuchung) zur Errichtung eines Offshore-Windparks in der AWZ). BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie), 2003
- Vejledning i VVM-undersøgelse på tyske søveje (Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen) (Det tyske ministerium for transport, byggeri og byudvikling (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), juni 2007)
- Vejledning om VVM-redegørelsen i forbindelse med vejplanlægning (Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung, MUVS) (Det tyske forskningsinstitut for vej- og trafik (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen), 2001)
- Vejledning i udarbejdelse af VVM-redegørelser i forbindelse med vejplanlægning (Richtlinien für die Erstellung von Umweltverträglichkeitsstudien im Straßenbau, RUVS) (Det tyske ministerium for transport, byggeri og byudvikling (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), udkast 2008)
- Udvikling af metoder til gennemførelse af kravene i den tyske VVM-lov (UVPG) og den tyske naturbeskyttelseslov (BNatSchG) vedrørende linjebestemmelse (VVM-vejledninger) samt udvikling af præsentationsformer for VVM-redegørelser (VVM-prøvesamlinger) (Entwicklung von Methoden zur Umsetzung der Anforderungen aus dem UVPG und dem BNatSchG auf der Ebene der Linienfindung (Richtlinien UVS) sowie Entwicklung von Darstellungsformen für Umweltverträglichkeitsstudien (Musterkarten UVS) (erklæring F+E, projekt nr. 02.0236/2003/LR på vegne af det tyske ministerium for transport, byggeri og byudvikling (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), udgave 2008, udgør grundlaget for RUVS 2008)
- Miljøvejledning i jernbaneretlig plangodkendelse samt for magnetsvævebaner, del III: VVM-undersøgelse, naturbeskyttelsesretlig bestemmelse om indgreb (Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen, Teil III Umweltverträglichkeitsprüfung, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung) (Den tyske jernbanestyrelse (Eisenbahnbundesamt), udgave juni 2005)
- Orienterende ramme for bestandsopgørelse og -vurdering samt identifikation af kompensationsforanstaltninger inden for den landskabsplejerelevante følgeplanlægning ved vejbygningsprojekter (Orientierungsrahmen zur Bestandserfassung,- bewertung und ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen landschaftspflegerischer

Begleitplanung für Straßenbauvorhaben) (Delstatsstyrelsen for vejanlæg og transport (Landesamt für Straßenbau und -verkehr) i Schleswig-Holstein, Kiel 2004).

Den egentlige lovgivning af direkte eller indirekte relevans for VVM-processen og miljøundersøgelserne er opgivet i kapitel 10 under "Love og bekendtgørelser".

## 6.2. Miljøundersøgelser

Indhold og omfang af de planlagte miljøundersøgelser tilgodeser såvel danske som tyske lovkrav. Der tages ligeledes hensyn til internationale standarder for miljøundersøgelser fra f.eks. HELCOM. Hvis det skønnes relevant og muligt, vil "Baltic Sea Pressure Index" (til opgørelse over miljøbelastninger i Østersøen) inddrages i vurderingerne i det omfang indekset er færdigudviklet inden VVM-redegørelsen bliver færdig.

Omfanget for basisundersøgelserne i det marine område inspireres ydermere af de tyske retningslinjer *Undersøgelser af havvindmøllers effekt på det marine miljø* (StUK 3, 2007). For at tage hensyn til forhold der er specielle ved den faste forbindelse over Femern Bælt, er der dog behov for tilpasninger af de standardiserede undersøgelsesprocedurer. Generelt følges dog de standardiserede procedurer, således er det planlagt at gennemføre havmiljøundersøgelser og undersøgelser af fugle gennem to hele årstidscyklusser. En del af undersøgelserne blev allerede iværksat i løbet af vinteren og foråret 2008/2009 og løber frem til og med 2010. Miljøundersøgelserne på land ved tilslutningsanlæggene gennemføres hovedsageligt som etårige undersøgelser. Som gennemføres i 2009 eller 2010.

Følgende miljøfaktorer analyseres nærmere med henblik på at registrere de miljøpåvirkninger, der er væsentlige for miljøvurderingerne:

- mennesker, herunder menneskers sundhed, dyr, planter og biodiversitet,
- jord, vand, luft, klima og landskab,
- kulturarv og andre materielle goder samt,
- samspillet mellem de nævnte miljøfaktorer.

Analysen af status (nuværende tilstand, bestandstørrelser, udbredelser mv.) for de enkelte miljøfaktorer, under hensyntagen til eventuelle formelle beskyttelsestiltag og eventuelt eksisterende miljøbelastning, foretages på baggrund af en evaluering af eksisterende data, litteratur samt de undersøgelser og opgørelser, der beskrives i kapitel 7. Opgørelsen og vurderingen af status for de enkelte faktorer foretages i hele undersøgelsesområdet (jf. kapitel 2.4 og 7).

Vurderingen af status for de enkelte miljøfaktorer foretages på grundlag af kriterier afledt af EU-direktiver, nationale lovbestemmelser og administrative forskrifter samt politiske og planrettlige målsætninger. På baggrund af kriterierne vurderes for de enkelte miljøfaktorer betydningen (vigtigheden) af hver enkelt faktor og dens følsomhed over for projektets påvirkninger.

Miljøfaktorernes *betydning* vurderes på grundlag af eksisterende og nyindsamlede data. Faktorenes betydning er et udtryk for deres funktionelle værdi i økosystemet og i landskabet. I forbindelse med miljøfaktoren 'mennesker' er det dog især påvirkninger på sundhed, bolig og naturrelaterede friluftaktiviteter, som tillægges stor betydning. Betydningen af en miljøfaktors komponenter anvendes til bedømmelse af projektets påvirkninger, f.eks. i forbindelse med vurderingen af arealtab (se kapitel 6.4.2.9, vurderingsprocedure 1).

Miljøfaktorernes *følsomhed* vurderes på baggrund af eksisterende og nyindsamlede data i kombination med viden om komponenternes følsomhed og sårbarhed over for bestemte miljøbelastninger. Følsomheden bestemmes i forhold til projektets miljøbelastninger (f.eks. jordbundens følsomhed over for komprimering som følge anlægsarbejdet og overfor forurenende stoffer i anlægs- og driftsfasen). I den planlagte vurdering af projektets miljøpåvirkninger anvendes disse specifikke følsomheder til bedømmelse af funktionelle forringelser som følge af miljøbelastningerne (se kapitel 6.4.2.9, vurderingsprocedure 2).

For hver vurdering af en miljøfaktor defineres et antal trin på en værdiskala. Disse værditrin defineres dels på baggrund af gældende normer (grænseværdier mv.), generelle målsætninger og dels på andre generelle faglige betragtninger.

Der anvendes altid en skala med trin, som kan rangordnes. Med udgangspunkt i kompleksiteten af de miljøfaktorer eller delkomponenter, der skal beskrives, benyttes oftest en skala med fire trin. Skalaen omfatter niveauerne "lille", "middel", "stor" og "meget stor" betydning eller følsomhed. Hvis en miljøfaktor eller delkomponent er mindre kompleks, kan der vælges en skala med to trin med henholdsvis "generel" og "særlig" betydning eller følsomhed" (tabel 6.1).

**Tabel 6.1 2- og 4-trinsskala for miljøfaktorernes betydning/følsomhed**

2-trinsskala	4-trinsskala
særlig betydning/følsomhed	meget stor betydning/følsomhed
generel betydning/følsomhed	stor betydning/følsomhed
	middel betydning/følsomhed
	lille betydning/følsomhed

Miljøfaktorernes betydning og følsomhed registreres og vurderes med udgangspunkt i meto-  
dikken i den tyske vejledning "Orienterende ramme for bestandsopgørelse og -vurdering samt  
identifikation af kompensationsforanstaltninger inden for den landskabsplejerelevante følge-  
planlægning ved vejbygningsprojekter i Schleswig-Holstein" (Orientierungsrahmen zur Be-  
standserfassung, -bewertung und Ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen  
landschaftspflegerischer Begleitplanungen für Straßenbauvorhaben in Schleswig-Holstein)

(Delstatsstyrelsen for vejanlæg og transport (Landesamt für Straßenbau und -verkehr), Schleswig-Holstein, 2004).

Fordelene ved denne metode er, at den sikrer en gennemskuelig og logisk afvejning af de forskellige løsningsmuligheder og linjeføringsvarianter. Desuden at:

- Vurdering af de enkelte miljøfaktorer foretages efter gældende tysk praksis på området og med metoder, som også er kendt i Danmark
- Der er sikret både kompatibilitet af registreringerne og vurderingerne af miljøfaktorerne mellem vurderingen af virkningerne på miljøet (VVM) og den efterfølgende landskabsbevarelsesplan, som skal udarbejdes for tysk område. Derudover sikres en meget god dokumentation for de forskellige faser, der indgår i disse to planlægningsniveauer
- Vurderingerne lever op til kravene til den tyske VVM-procedure og landskabsbevarelsesplanen i forbindelse med jernbaneanlæg i Tyskland.

### **6.3. Analyse af miljøets følsomhed og identifikation af projektvarianter med relativ mindre miljøpåvirkning**

I overensstemmelse med miljøoptimerings- og forsigtighedsprincippet er første trin af VVM'en en analyse af den miljømæssige følsomhed over for de påvirkninger, som projektet vil medføre. Formålet med analysen er, på et tidligt tidspunkt i planlægningen, at identificere f.eks. en linjeføringskorridor for den planlagte faste forbindelse over Femern Bælt med mindst mulig påvirkning af miljøet. Formålet er desuden at afgrænse de foretrukne korridorer til brug for den detaljerede planlægning af linjeføringen. Analysen anvendes også til at miljøoptimere de nødvendige jordarbejder mm. De enkelte faser af denne analyse beskrives i de følgende afsnit.

#### **Datagrundlag**

Som datagrundlag for beskrivelsen og vurderingen af miljøfaktorerne i forbindelse med analysen af arealfølsomhed, og til identifikation af korridorer med forholdsvis lille miljøpåvirkning, anvendes hovedsageligt eksisterende data.

#### **6.3.1. Bestemmelse af arealers (inklusive havbund) følsomhed for miljøpåvirkninger**

Analysen foretages for at identificere linjeføringer, hvor projektet vil medføre relativt mindre miljøpåvirkning. Analysen af de teknisk mulige linjeføringer foretages i undersøgelsesområdet (figur 2.7).

Undersøgelsesområdet inddeles i arealer med forskellig følsomhed, forstået som forskelligt konfliktniveau mellem den faste forbindelse og miljømæssige interesser. Dette sker på grundlag af en opgørelse og en ekspertvurdering af miljøfaktorerne og under hensyntagen til lov-mæssige naturbeskyttelsestiltag (f.eks. Natura 2000 områder) eller bindende planrelaterede forpligtelser vedrørende arealer, arter og andre naturværdier. Det sker ved at klassificere de

identificerede forhold i forbindelse med statusopgørelsen i tre såkaldte "sensitivitetskategorier" (jf. BMVBS, 2008).

**Tabel 6.2 Definition af arealfølsomhedskategorierne**

Følsomhedskategori	Definition	Farveskala på kort
AF I	Forhold, for hvilke der kan forventes væsentlige projektrelaterede miljøpåvirkninger, og som kan besværliggøre en godkendelse af projektet (typisk på grundlag af formelle miljøbeskyttelsestiltag eller særligt vigtige arter som f.eks. trækfugle og marsvin)	rød
AF II	Forhold, der ligeledes kan medføre væsentlige projektrelaterede miljøpåvirkninger, og som er væsentlige i forbindelse med afvejningen af korridorer (typisk på grund af beskyttelsestiltag i.h.t. love/administrative forskrifter og sagkyndig miljøvurdering)	orange
AF III	Forhold, der medfører projektrelaterede miljøpåvirkninger af forskellig betydning, og som er betinget relevante for beslutningen (grundlag som regel ingen lovmæssig standard, forhold i.h.t. miljøhensyn)	gul
Ingen kategori og ingen klassificering	Forhold, der indikerer uvæsentlige eller efterstillede miljøpåvirkninger i forbindelse med en projektrelateret forringelse <u>eller</u> Forhold, der ikke kan vurderes tilstrækkelig konkret på dette planlægningstrin og på dette tidspunkt, og for hvilke klassificeringen i en arealfølsomhedskategori ikke er mulig	hvid

Et areals følsomhed identificeres og beskrives først særskilt for hver miljøfaktor. Et områdes samlede følsomhed udledes af den ikke-vægtede overlapning af de enkelte miljøfaktorens følsomhed. Ved overlapning gælder den højeste følsomhedskategori, der forekommer i et område.

### 6.3.2. Afgrænsning af foretrukne linjeføringskorridorer

Ved hjælp af den arealmæssige afgrænsning af følsomheden, fastlægges linjeføringskorridorer med relativ mindre påvirkning. Korridorer, der er placeret i områder med den gule arealfølsomhedskategori III, betegnes som korridorer med lille påvirkning.

Linjeføringskorridorer med forholdsvis lille påvirkning udgør de arealer af undersøgelsesområdet, hvor der skal foretages en detaljeret planlægning af linjeføringen. I forbindelse med korri-

dorer med forholdsvis lille påvirkning, der er identificeret, udarbejdes en prioritering på baggrund af miljøpåvirkninger. Ved vurderingen af de potentielle forringelser, der kan opstå i de enkelte korridorer, medtages som regel de store og middelstore påvirkninger ("rød" og "orange"), da det gælder om at fokusere på de centrale påvirkninger, og da de mindre påvirkninger ("gul") i denne forbindelse ikke er væsentlige for beslutningen. Som resultat får man en vurdering af påvirkningerne for alle undersøgte korridorer.

## **6.4. Sammenligning af tekniske løsninger**

### **6.4.1. Miljøpåvirkninger og vurderingsmetoder**

Projektets indvirkninger på miljøfaktorerne beskrives og vurderes med hensyn til bygge-, anlægs- og driftsrelaterede påvirkninger i overensstemmelse med beskrivelserne i kapitel 4.

I henhold til nationale og internationale krav og den gængse praksis for VVM-undersøgelser, omhandler den planlagte vurdering direkte, indirekte og akkumulerede påvirkninger samt eventuelt påvirkninger på tværs af landegrænserne. Både skadelige (negative) og gavnlige (positive) indvirkninger på miljøfaktorerne undersøges.

Som særlige tilfælde af driftsrelaterede påvirkninger beskrives også potentielle miljøpåvirkninger som følge af mulige ulykker. I den forbindelse fokuseres der på skibskollisioner med bro-piller, og specielle ulykkesscenarier undersøges. Derudover undersøges miljøpåvirkningerne som følge af en nedrivning af Femern Bælt-forbindelsen efter afsluttet drift.

### **6.4.2. Miljøpåvirkninger**

Bestemmelsen af miljøpåvirkningerne sker i to faser:

- identifikation af påvirkningerne ud fra art, omfang og varighed og
- identifikation af graden af miljøpåvirkningerne

De resulterende miljøpåvirkninger baseres på en vurdering / beregning af miljøfaktorernes (f.eks. fugle, fisk, muslinger mm.) betydning og følsomhed, og for det andet på identificerede og så vidt muligt kvantificerede belastninger, forårsaget af projektet (f.eks. arealbeslaglæggelse, sedimentspredning, larm, støv mm.).

#### **Datagrundlag**

Som datagrundlag for gennemførelsen af den planlagte vurdering og særligt for sammenligningen af tekniske løsninger anvendes aktuelle data, der er baseret på en evaluering af eksisterende dokumenter, samt resultaterne af de undersøgelser, der er beskrevet i kapitel 7, og de basisundersøgelser, der er gennemført for de enkelte miljøfaktorer.

#### **Potentielle påvirkninger**

I det følgende opstilles de potentielle påvirkninger på miljøfaktorerne

### **Miljøfaktoren mennesker – boliger**

- Tab af boligbebyggelser
- Tab og opsplitning af arealer, der har betydning for beboelse (arealer omkring bebyggelser)
- Forringelse af arealer, der har betydning for beboelse (boligbebyggelser og omkringliggende arealer) som følge af støj
- Visuelle og andre sansemæssige forringelser af arealer, der har betydning for beboelse (boligbebyggelser og omkringliggende arealer), herunder tilførsel af forurenende stoffer samt lys- emissioner og vibrationer
- Barrierevirkninger i forbindelse med arealer, der har betydning for beboelse

### **Miljøfaktoren mennesker – rekreative aktiviteter**

- Tab og opsplitning af rekreative områder langs kysten
- Tab og opsplitning af arealer af rekreativ betydning samt infrastruktur af rekreativ betydning
- Forringelse af arealer af rekreativ betydning, som følge af støj (rekreative aktiviteter langs kysten, andre områder, der er særligt egnede til rekreative aktiviteter)
- Visuelle og andre sansemæssige forringelser af arealer af rekreativ betydning (rekreative aktiviteter langs kysten, andre områder, der er særligt egnede til rekreative aktiviteter)
- Lukning af veje og stier af rekreativ betydning
- Barrierevirkninger i arealer med rekreativ betydning
- Forringelse af rekreative områder på havet

### **Miljøfaktoren dyr og planter, biodiversitet – terrestrisk fauna og flora**

- Tab af naturtyper, herunder lovmæssigt beskyttede naturtyper
- Tab og opsplitning af sammenhængende terrestriske naturarealer, der har betydning for planter og dyr, herunder biodiversiteten
- Forringelse af arealer inden for Natura 2000-områder (input fra Natura 2000-konsekvensvurderinger)
- Forringelse som følge af tilførsel af forurenende stoffer til arealer, der har betydning for planter og dyr
- Tab og forringelse af habitater for særlige grupper af terrestriske arter f.eks. rødlistede arter og fredede eller særligt beskyttede arter, herunder forringelse som følge af støj- og lysmissioner, forstyrrelser og barrierevirkninger



- Trusler mod dyrearter som følge af trafikdrab
- Forringelse af habitater for dyr og planter som følge af ændringer af de lokale hydrologiske forhold
- Introduktion og favorisering af invasive arter i forhold til hjemmehørende arter som følge af ændringer af de økologiske forhold

### **Miljøfaktoren dyr og planter, biodiversitet – fauna og flora i havet**

#### Marint plankton

- Virkninger på fytoplankton og zooplankton som følge af ændringer i lysforhold og koncentrationen af næringsstoffer, forårsaget af sedimentpild under gravearbejde
- Risiko for tildækning af vandloppers æg, som følge af aflejring af spildt sediment, med potentielle følgevirkninger på rekrutteringen
- Ændringer af vandmassernes produktivitet og fødegrundlag på grund af ændringer i de lokale hydrodynamiske forhold med potentielle følgevirkninger på f.eks. forekomsten af algeopblomstringer
- Lokalt større forekomst af unge stadier af gopler på grund af etableringen af yderligere hårdt substrat som f.eks. bropiller og dermed forøget forekomst af voksne gopler (vandmænd)
- Permanent reduktion af plankton på grund af filtrerende epifauna (især muslinger) på undersøiske strukturer
- Favorisering af invasive arter i forhold til hjemmehørende arter som følge af ændringer af de økologiske forhold
- Påvirkning på grund af skadelige stoffer fra afledning af regnvand, udvaskning af kemiske stoffer fra bygningsselementer eller vedligeholdelsesarbejde i driftsfasen

#### Bundfauna og bundvegetation

- Midlertidigt tab af bundfauna og bundvegetation som følge af bortgravning i anlægsfasen
- Virkninger på bundvegetationen (blomsterplanter og makroalger) som følge af skygning forårsaget af forøget koncentration af suspenderet stof (sedimentpild) samt udvaskning af næringsstoffer under gravearbejde
- Påvirkning af bundfauna som følge af forøget koncentration af suspenderet stof (sedimentpild) og ændrede ernæringsforhold under anlægsarbejdet
- Påvirkning af bundfauna og bundvegetation som følge af forøget sedimentation i anlægsfasen
- Permanent tab, beskadigelse eller ændring af habitater på havbunden på grund af fysiske strukturer og ændringer i dybdeforhold eller havbundens karakter

- Permanente forandringer i de bundlevende samfund på grund af forøget forekomst af hårbundshabitater (bropiller mv.), herunder en eventuel forøgelse af fødekilderne for f.eks. fiskearter
- Favorisering af invasive arter i forhold til hjemmehørende arter som følge af ændringer af de økologiske forhold
- Påvirkning på grund af skadelige stoffer fra afledning af regnvand, udvaskning af kemiske stoffer fra bygningselementer eller vedligeholdelsesarbejde i driftsfasen

#### Fisk

- Midlertidige forringelser af gyde-, opvækst- og fourageringspladser på grund af sedimentation af opgravet materiale (sedimentspild) i anlægsfasen
- Påvirkning af fiskeæg og -larver forårsaget af ophvirvlet sediment i anlægsfasen (sedimentspild)
- Permanent påvirkning af nogle fiskearters vandring på grund af undersøiske strukturer samt driftsrelateret lys- og støjbelastning fra en broløsning
- Permanent tab, forringelse eller ændringer af habitater på grund af fysiske strukturer og ændringer af havbunden
- Ændring i rekrutteringen af torsk i Østersøen på grund af ændringer i udvekslingen af saltvand og ilt i Østersøen gennem Femern Bælt

#### Havpattedyr

- Forstyrrelser på grund af undervandsstøj og -vibrationer i anlægs- og driftsfasen
- Barrierevirkninger som følge af undersøiske konstruktioner som f.eks. bropiller
- Tab af habitater som følge af undersøiske konstruktioner
- Ændring af fødeforekomsten, herunder forøgelser som følge af etableringen af undersøiske konstruktioner (kunstige rev)
- Forurening af fødekilder med skadelige stoffer som følge af sedimentspild i anlægsfasen
- Potentiel reduktion af støjbelastningen, såfremt færgedriften indstilles eller reduceres.

#### **Miljøfaktoren dyr og planter, biodiversitet – fugle**

- Ændringer i bestandene af vandfugle, herunder deres adfærd og udbredelse på grund af permanent tab eller forøgelse af fourageringsområder
- Midlertidig forringelse af fourageringsområder for vandfugle som følge bortgravning af havbund og tildækning med ophvirvlet sediment fra gravearbejde
- Permanente ændringer i vandfugles udnyttelse af fourageringsområder på grund af eventuelle barrierevirkninger

- Barrierevirkninger i forbindelse med vand- og landfugles kort- og langdistancetræk på grund af fysiske konstruktioner, støjbelastning, lysemission og menneskers aktivitet
- Tab og opsplitning af yngle- og rastehabitater
- Forstyrrelse af fugle i deres yngle- og rastehabitater
- Trusler mod raste-, yngle- og trækfugle som følge af trafikdrab
- Risiko for kollisioner med brokonstruktioner

### **Miljøfaktoren jord, jordbund og havbund**

- Tab af jord, jord- og havbund og geologiske formationer
- Forringelse af jord, jord- og havbund og geologiske formationer
- Forringelse af arealer inden for Natura 2000-områder med bevaringsmål for jord, jord- og havbund og geologiske formationer
- Forringelse af jord, jord- og havbund som følge af tilførsel af forurenende stoffer
- Ændringer af havbundens topografi som følge af afgravning, deponering og spredning af sediment under gravarbejde, samt den faste forbindelses fysiske strukturer og ændret sedimentomlejring som følge af disse
- Påvirkninger af sandbølgers dynamik som følge af ændringer i sedimentet eller hydrodynamikken
- Øget sedimentation som følge af sedimentspredning under gravearbejdet.
- Øget frigørelse af næringsstoffer, forurenende stoffer og iltforbrugende stoffer fra suspenderet sediment fra gravearbejdet
- Ændringer af erosion og sedimentaflejring langs kysten (ændring af kystmorfologien) som følge af spredning af sediment fra gravearbejdet og forbindelsens undersøiske konstruktioner

### **Miljøfaktoren vand**

#### Havvand

- Ændringer af de hydrodynamiske forhold på grund af forbindelsens undersøiske konstruktioner, herunder den vertikale opblanding i Femern Bælt-området og strømforholdene i og gennem Femern Bælt med eventuelle følgevirkninger på vandudvekslingen med den centrale del af Østersøen og dermed vandkvaliteten i Østersøen
- Forøgelse af koncentrationen af suspenderet stof (forringelse af badevandskvalitet og lysforhold i vandsøjlen) som følge af sedimentspild fra gravearbejde
- Ændringer i mængde, fordeling og dynamik af næringsstoffer i vandsøjlen, forårsaget af ændringer i de hydrodynamiske forhold eller sedimentspild fra gravearbejde

- Ændringer af iltkoncentrationen på lokalt plan (Femern Bælt og tilgrænsende bugter) og på regionalt plan (Østersøen) som følge af ændringer i de hydrodynamiske og biologiske forhold
- Ændringer af fortynding og transport af spildevandsudledninger på grund af ændringer i de hydrodynamiske forhold
- Forurening fra afledning af regnvand samt udvaskning af kemiske stoffer fra undersøiske strukturer og fra kemikalier, maling etc., anvendt i forbindelse med vedligeholdelsesarbejde i driftsfasen

#### Miljøfaktoren vand - Overfladevand

- Tab af overfladevand
- Anlægs- og driftsrelateret forringelse af overfladevand som følge af tilførsel af forurenende stoffer eller udledning af spildevand
- Belastning af vandrecipienter som følge af øget maksimalt afløb i forbindelse med nedbør
- Forringelse af overfladevand som følge af en sænkning af grundvandsspejlet

#### Miljøfaktoren vand - Grundvand

- Tab eller forringelse af arealer, der har særlig betydning for grundvandet
- Tab eller forringelse af det lovmæssige erosionshæmmende vandbælte på Østersøkysten (Femern og Lolland)
- Forringelse af grundvandet som følge af tilførsel af forurenende stoffer
- Risiko for havvandsindtrængning i grundvandet i forbindelse med en midlertidig eller permanent sænkning af grundvandsspejlet
- Indvirkninger på dannelsen af grundvand som følge af forsegling og/eller permanent eller midlertidig sænkning af grundvandsspejlet
- Øget forbrug af grundvand i anlægs- og driftsfasen

#### **Miljøfaktor klima og luft**

- Forringelse af luftkvalitet som følge af driftsrelaterede emissioner af forurenende stoffer
- Mindskede driftsrelaterede koncentrationer af forurenende stoffer på grund af elektrificeringen af jernbanedriften mellem Hamborg og København og en forkortet strækning for godstog (den 175 km længere strækning via Jylland udgår)
- Mindskede koncentrationer af forurenende stoffer på grund af reduceret færgedrift som følge af den faste forbindelse over Femern Bælt
- Midlertidigt øgede koncentrationer af støv og andre forurenende stoffer i anlægsfasen

- Med hensyn til miljøfaktoren klima findes ingen forskellige klimaøkologiske udligningsområder, og dermed bliver det ikke nødvendigt at anvende specifikke vurderingskriterier
- Ændring af de lokale vindforhold som følge af forbindelsens fysiske strukturer
- Ændring af anlægs- og driftsrelaterede emissioner af drivhusgasser

#### **Miljøfaktor landskab**

- Tab og opsplitning af landskab og landskabselementer
- Forringelse af landskab og landskabselementer som følge af omdannelse og sansemæssige forringelser

#### **Miljøfaktoren kulturarv og andre materielle goder**

- Tab af værdier over og under jorden eller havbunden, arealer, der har betydning som kulturarv og andre materielle goder, på grund af bygge- og anlægsarbejde
- Potentielt lokalt øget erosion af havbunden, på grund af den faste forbindelsens fysiske konstruktioner, som kan afdække skibsvrag og andre kulturhistoriske værdier og dermed accelerere nedbrydningsprocesser
- Visuelle og sensoriske forringelser af kulturlandskaber og omgivelser omkring kulturhistoriske værdier
- Barrierevirkninger, som opdeler landskabet og forringer intakte kulturhistoriske værdier, f.eks. jord- og stendiger
- Forringelse af funktionelle eller historiske forbindelser (barrierevirkning) af kulturhistorisk værdi, f.eks. gamle veje og stier samt små landsbyer
- Forringelse af materielle goder som følge af vibrationer

#### **Indirekte/afledte påvirkninger**

Vurderingerne af miljøpåvirkningerne begrænses ikke til virkningerne af de enkelte belastningsfaktorer på de enkelte miljøfaktorer. Samspillet mellem miljøfaktorerne og eventuel synergi imellem forskellige belastningsfaktorer tages også i betragtning. Samspillet mellem miljøfaktorerne og de dermed relaterede afledte påvirkninger, som kan opstå, beskrives under hver miljøfaktor (f.eks. at øget sedimentation kan forårsage en midlertidig reduktion i biomasse for muslinger som igen kan reducere fødegrundlaget for fugle og fisk). Afledte påvirkninger opstår i særlig grad i det marine miljø, hvor næsten alle miljøfaktorerne er afhængige af hinanden.

I forbindelse med den planlagte vurdering af afledte påvirkninger, udarbejdes en beskrivelse af samspillet mellem forskellige miljøpåvirkninger og følgevirkninger på tværs af miljøfaktorerne. Disse miljøpåvirkninger vurderes kvalitativt.

### **Projektrelaterede miljøbelastninger (påvirkningsområder / påvirkningszoner / belastningsintensitet)**

Ud over de miljøfaktor-relaterede kriterier for den planlagte vurdering, identificeres de projektrelaterede belastninger ud fra art, intensitet, geografisk udstrækning samt varighed. De bygge-, anlægs- og driftsrelaterede belastninger udledes, som beskrevet i kapitel 4, af den tekniske projektbeskrivelse. Påvirkningsområder og påvirkningszoner beregnes så vidt muligt med anvendelse af relevante numeriske modeller, hvor selve belastningen introduceres som en eller flere (punkt)kilder.

*Påvirkningsområder* er områder der, afhængigt af den pågældende miljøfaktors udbredelse og følsomhed overfor den givne belastning, påvirkes i et ikke ubetydeligt omfang. Påvirkningsområder kan ud over de direkte beslaglagte områder eksempelvis også være områder med forhøjet sedimentation under anlægsfasen.

*Påvirkningszonerne* er påvirkningsområder, der er opdelt efter belastningsintensitet og hvor der kan forventes forringelser af en eller flere miljøfaktorers funktioner. Med henblik på at differentiere påvirkningsområderne anvendes *belastningsintensiteten* som styrken af de forskellige belastningsfaktorers indvirkninger, og den angives på en skala med fire trin ("meget stor" [medfører som regel funktionstab/undersøges i det enkelte tilfælde], "stor", "middel" og "lille"). Grænserne fastsættes for hver miljøfaktor i forbindelse med de enkelte påvirkninger.

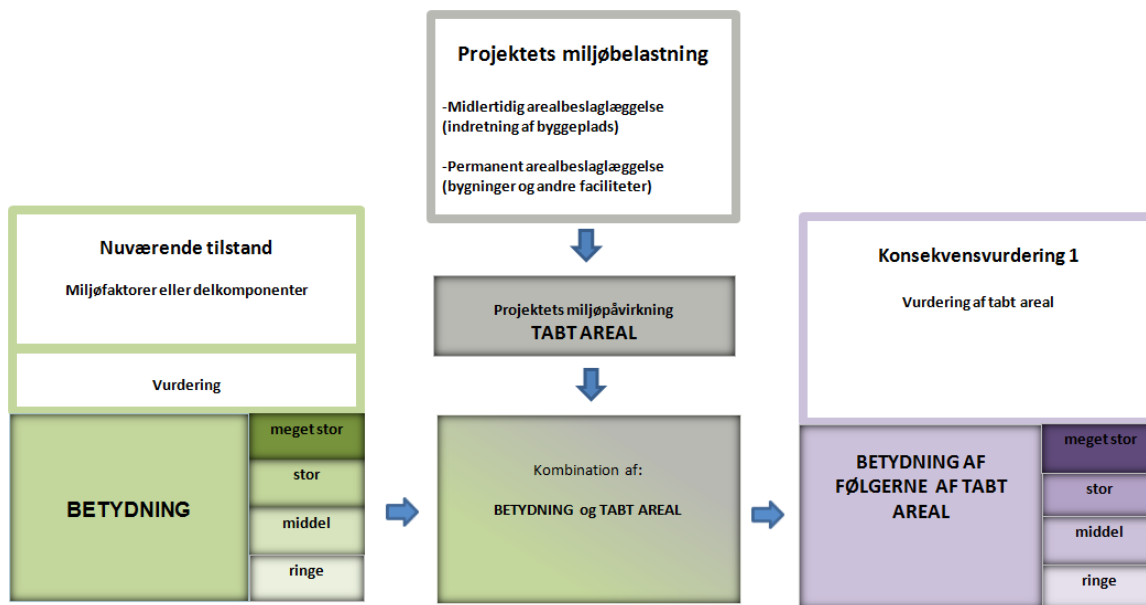
### **Vurderingsprocedure**

I forbindelse med den planlagte vurdering anvendes to forskellige vurderingsprocedurer, afhængigt af de miljøvirkninger, der skal identificeres:

#### **Vurderingsprocedure 1: Vurdering af arealtab**

Proceduren for vurdering af arealtab anvendes ved direkte tab af et areal og tab af en miljøfaktors funktion som følge af direkte beslaglæggelse af et areal. Der opstår direkte arealtab i linjeføringskorridorens område, i havområdet som følge af beslaglæggelse af havbunden, f.eks. på grund af selve sænketunnelen eller arealer til bropiller. Direkte tab af miljøfaktorers funktioner som følge af beslaglæggelse af arealer er desuden mulige i område med nyetablede skrånninger ved ramper mv. og i anlægsområdet. De arealer, der skal medtages i vurderingen af arealtab, afgrænses konkret ved hjælp af en bygge- eller anlægsrelateret grænse for indgreb.

Arealtabet eller det direkte tab af en miljøfaktors funktion registreres kvantitativt ud fra arealer, længder og evt. biomasse eller antal hvis relevant. Graden af de miljøpåvirkninger, der er forbundet med tabet, illustreres ud fra den berørte miljøfaktorfunktions betydning i økosystemet (se figur 6.3 og tabel 6.3).



Figur 6.3 Vurdering af arealtab i forbindelse med den planlagte vurdering

Tabel 6.3 Identifikation af graden af påvirkningen ved arealtab af 2- og 4-trins-betydning

	Miljøfaktorens betydning	
	særlig	generel
<b>Graden af påvirkningen ved arealtab</b>	særlig	generel

	Miljøfaktorens betydning			
	meget stor	stor	middel	lille
<b>Graden af påvirkningen ved arealtab</b>	meget stor	stor	middel	lille

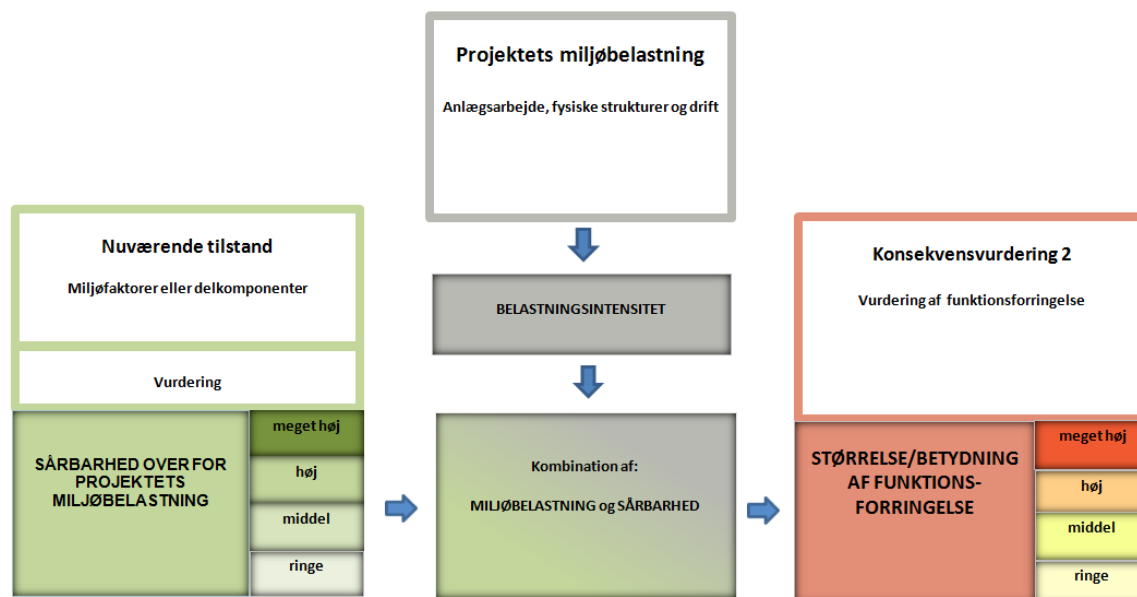
## Vurderingsprocedure 2: Funktionsforringelser

Vurderingsproceduren for funktionsforringelse anvendes, hvis der foreligger en forringelse af en miljøfaktors funktion eller en retsligt beskyttet værdi. Forringelsen beskrives kvantitativt ud fra arealer, længder og og evt. biomasse eller antal . Graden af funktionsforringelsen udledes af sammenkædningen af belastningsintensitet og følsomhed. En meget stor belastningsintensitet medfører som regel et funktionstab. Der gennemføres dog altid en undersøgelse af det enkelte tilfælde for at fastlægge, om der rent faktisk foreligger et funktionstab.

Graden af funktionsforringelsen angives i en 2- eller 4-trinsskala ("meget stor", "stor", "middel" og "lille"). Risikoklassificeringen udledes i princippet af sammenkædningen af følsomheden af en miljøfaktor/en funktion af en miljøfaktor med en bestemt belastningsfaktor og indgrebs

belastningsintensitet (se tabel 6.4 og figur 6.4). Resultatet af sammenkædningen kan i det enkelte tilfælde afvige fra nedenstående eksempler i matricen.

Betydningen af funktionsforringelsen vurderes på tilsvarende vis ved sammenkædning af graden af funktionsforringelsen med betydningen af den aktuelle miljøfaktor



Figur 6.4 Princip for vurdering af størrelsen af miljøpåvirkning (funktions forringelse).

Tabel 6.4 Sammenkædningsmatrix til identifikation af funktionsforringelsen ved 2- og 4-trins-følsomhed. Graden af funktionsforringelse: Farvede felter

Belastningsintensitet	Miljøfaktorens følsomhed	
	særlig	generel
meget stor	Som regel funktionstab, skal begrundes i det enkelte tilfælde	
stor	meget stor	stor
middel	stor	middel
lille	middel	lille

Belastningsintensitet	Miljøfaktorens følsomhed			
	meget stor	stor	middel	lille
meget stor	Som regel funktionstab, skal begrundes i det enkelte tilfælde			
stor	meget stor	stor	stor	middel
middel	stor	stor	middel	lille
lille	middel	middel	lille	lille



## **Strategi for sammenligninger af alternativer**

Formålet med sammenligningerne af projekialternativer er at udarbejde en prioriteret liste over alternativerne med hensyn til deres miljøpåvirkninger. Sammenligningen af alternativer gennemføres i to trin. Først vurderes de undersøgte alternativer med hensyn til deres miljøpåvirkninger særskilt for hver miljøfaktor. Derefter foretages en sammenfattende sammenligning på tværs af miljøfaktorerne.

### **Sammenligning af alternativer med hensyn til miljøfaktorerne**

De enkelte alternativer sammenlignes først med hensyn til virkningerne på miljøfaktorerne. Vurderingerne viser en lang række enkeltresultater af både kvantitativt og kvalitativt identificerede miljøpåvirkninger for hver enkelt miljøfaktor.

Ved arealtab og forringelser, som kan vurderes *kvantitativt* (se vurderingsprocedure 1 og 2) rangordnes de enkelte miljøpåvirkninger for de alternativer, der skal sammenlignes, ud fra de absolutte talværdier (arealer med en given belastning, mindsket biomasse, antal individer mm.) .

Ved påvirkninger, der alene kan vurderes *kvalitativt* udgør en vurdering af betydningen af forringelserne (vurderingsprocedure 2) grundlaget for rangordningen. En yderligere vægtning af forringelserne baseres på kvalitative vurderinger.

Rangordningen med hensyn til miljøpåvirkning følger sidst i den samlede oversigt over resultaterne af rangordningen. Resultatet af rangordningen beskrives kvalitativt. I den forbindelse kan der tages hensyn til, at ikke alle identificerede miljøpåvirkninger er lige relevante for beslutningen.

### **Sammenligning af alternativer på tværs af miljøfaktorerne**

Resultaterne af de samlede kvalitative rangordninger med hensyn til miljøfaktorerne sammenfattes i en fælles tabel. Prioriteringen udarbejdes kvalitativt under hensyntagen til målsætningerne og bestemmelserne for naturbeskyttelse, planlægningen i regionerne, regionplanlægningen og planlægningen af arealanvendelse samt miljøkvalitetsmålene og de generelle miljø- og planmålsætninger.

#### **6.4.3. Indledende sammenligning af projekialternativer**

I forbindelse med den indledende sammenligning af alternativer sammenlignes tunnel- og broløsninger for Femern Bælt-forbindelsen, der er hensigtsmæssige ud fra et økonomisk- teknisk synspunkt, og som så vidt muligt er placeret i korridorer med relativ mindre miljøpåvirkning. Denne indledende sammenligning af tunnel- og broløsninger fører til en prioritering af forskellige broløsninger og forskellige tunnelloøsninger. Rangordning af løsninger, som i denne sammenhæng er identificeret på baggrund af miljøpåvirkningerne, indgår i beslutningen om den foretrukne tunnelloøsning, der skal videreudvikles, og den foretrukne broløsning, der skal videreudvikles. I den følgende sammenligning af hovedalternativerne sammenlignes den foretrukne tunnelloøsning med den foretrukne broløsning.

Sammenligningen af de to hovedalternativer gennemføres efterfølgende i to trin. Først undersøges henholdsvis tunnel- og broløsningen med hensyn til deres miljøpåvirkninger for hver miljøfaktor for sig. Derefter foretages en sammenfattende sammenligning på tværs af miljøfaktorerne.

De nævnte vurderingskriterier til identifikation af miljøpåvirkningerne i tabel 6.2 anvendes til den indledende sammenligning af alternativerne. Der foretages kvantitative og/eller kvalitative vurderinger.

De pågældende linjeføringsalternativer beskrives i overensstemmelse med den planlagte detaljeringsgrad ud fra linjeføringen med en bygge- og anlægsrelateret grænse for indgreb (beslaglæggelse af arealer som følge af linjeføringen, herunder sidearealer som f.eks. skråningsarealer, sideanlæg og arealer, der beslaglægges i forbindelse med anlægsarbejdet).

#### **6.4.4. Sammenligning af hovedalternativer**

Ved sammenligningen af hovedalternativerne sammenlignes den foretrukne broløsning med den foretrukne tunnelloøsning. Formålet med sammenligningen af hovedalternativerne er at forudsige alle tænkelige miljøpåvirkninger som følge af de to hovedalternativer, så der kan tilvejebringes et beslutningsgrundlag om den foretrukne tekniske løsning (tunnel eller bro) ud fra miljømæssige hensyn. Tekniske, økonomiske, sikkerhedsmæssige beslutningsgrundlag tilvejebringes gennem andre studier, som ikke omtales her.

Sammenligningen af hovedalternativerne gennemføres i to trin. Først undersøges henholdsvis den foretrukne tunnel- og broløsning med hensyn til deres miljøpåvirkninger, særskilt for hver miljøfaktor. Derefter foretages en sammenfattende sammenligning på tværs af miljøfaktorerne.

De nævnte vurderingskriterier til identifikation af miljøpåvirkningerne i kapitel 4.1 anvendes til sammenligningen af hovedalternativerne. Alle miljøpåvirkninger med hensyn til miljøfaktorerne beskrives. Der foretages kvantitative og/eller kvalitative vurderinger.

Tunnel- og broløsningen beskrives mere detaljeret end linjeføringsalternativerne i den indledende sammenligning. De beskrives nu med eventuelle begrænsningsforanstaltninger (f.eks. lyddæpende foranstaltninger, optimerede gravescenarier osv. og med en bygge- eller anlægsrelateret grænse for indgreb (beslaglæggelse af arealer i forbindelse med bygge- og anlægsarbejdet).

#### **6.4.5. Nulvariant**

Ud over de tekniske løsninger for den faste forbindelse over Femern Bælt vurderes også en såkaldt nulvariant, der omhandler den fremtidige situation uden etablering af den faste forbindelse og med fortsat færgedrift. Denne nulvariant udarbejdes på grundlag af aktuelle trafikprognoser og, såfremt der foreligger oplysninger herom, under hensyntagen til den forventede tekniske udvikling inden for færger (f.eks. større færger og "renere" forbrændingsmotorer).

## **6.5. Akkumulerede påvirkninger og påvirkninger på tværs af landegrænserne**

Forpligtelsen til at gennemføre en VVM-undersøgelse eller udarbejde en VVM-redegørelse kan også omfatte påvirkningerne fra andre projekter samt Femern Bælt-forbindelsens påvirkninger på tværs af landegrænserne.

### **6.5.1. Akkumulerede miljøpåvirkninger**

VVM-direktivet foreskriver at de akkumulerede miljøpåvirkninger undersøges og beskrives.

VVM-redegørelsen vil omhandle akkumulerede påvirkninger under inddragelse af andre planlagte projektaktiviteter i Femern Bælt-området og - hvis det er relevant - projekter i fjernere områder. Det vil i VVM-undersøgelsen blive identificeret, hvilke projekter der skal medtages. Et grundlæggende kriterium for udvælgelsen bliver, hvorvidt de potentielle påvirkningsområder for de pågældende projekter kan overlape eller have indflydelse på det beregnede påvirkningsområde for den faste forbindelse.

Et væsentligt kriterium for udvælgelsen er, om - og i hvilket omfang - de potentielle påvirkninger fra akkumulerede projekter kan overlape geografisk med de forventede påvirkninger fra Femern Bælt-forbindelsen eller på anden vis påvirke hinanden. Ifølge den nuværende viden skal der i forbindelse med de akkumulerede påvirkninger tages højde for Femern Bælt-forbindelses planlagte tilslutning til vej- og jernbanenettet i Tyskland og jernbanenettet i Danmark.

### **6.5.2. Påvirkninger på tværs af landegrænserne**

På grundlag af multilaterale og bilaterale folkeretlige konventioner (jf. bilag D), især Espoo-konventionen og dens gennemførelse i dansk og tysk VVM-lovgivning, tages der i VVM-redegørelsen også højde for potentielle påvirkninger på tværs af landegrænserne. Projektet kan nemlig medføre påvirkninger af miljøet i andre lande eller i internationale farvande. Involveringen af myndighederne og offentligheden på tværs af landegrænserne sikres gennem de kompetente myndigheder i Danmark og Tyskland.

## **6.6. Klimaforandringer**

På grund af den faste forbindelses lange levetid er det nødvendigt at inddrage mulige klimabetingede ændringer i miljøtilstanden i vurderingen af projektets virkninger på miljøet. Ud over globale og regionale klimaændringer, der bl.a. vil medføre temperatur- og vandstandsstigninger, forventes også lokale og regionale forandringer i økosystemerne, herunder ændrede udbredelsesområder for dyre- og plantearter (se f.eks. BACC Author Team, 2008).

For at kunne inddrage klimaændringer i VVM-redegørelsens vurderinger arrangerede Femern A/S i maj 2009 en klimaworkshop med internationale eksperter inden for klimaforskning. For-

målet var at udpege det mest relevante klimascenarie i forhold til den faste forbindelse i overensstemmelse med den nyeste forskning på området (FEHY & DMI, 2009).

Klimascenarier beskriver forventede forandringer i konkrete klimaparametre baseret på simuleringer med klimamodeller. Til grund herfor lægges udledningsscenarier, der beskriver den fremtidige udledning af drivhusgasser.

Det internationale ekspertpanel anbefalede anvendelsen af udledningsscenarie A1B fra IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Dette scenarie ligger i den varme ende af IPCC-scenarierne, men er ikke det mest ekstreme. Det er rapporteret, at scenariet vil medføre en global stigning i lufttemperaturen på 2,3-5,3° inden udgangen af år 2100, afhængigt af valget af klimamodel (IPCC, 2007). Det tilsvarende tal for stigning i havets vandstand er 1m (FEHY & DMI, 2009).

Med hensyn til valg af klimamodel, anbefalede de internationale eksperter at drage fordel af resultaterne af EU Framework Programme-projektet ENSEMBLES (se <http://ensembles-eu.metoffice.com/>). Mere specifikt forventes det, at den regionale klimamodel HIRHAM fra Danmarks Meteorologiske Institut vil blive anvendt.

Betydningen af klimaændringer vil blive taget i betragtning i forbindelse med mulige miljøpåvirkninger som følge af de permanente fysiske strukturer og driften af den faste forbindelse. Påvirkningerne undersøges systematisk for de forskellige miljøfaktorer. Klimaforandringer er ikke relevante i forhold til anlægsfasen.

Vurderingen af projektrelaterede påvirkninger på havets hydrodynamik, herunder vandudvekslingen gennem Femern Bælt og dermed vandudskiftningen i Østersøen, baseres på hydrodynamiske modelsimuleringer. Til brug for vurderingerne modelleres situationen henholdsvis med og uden den faste forbindelse på basis af de nuværende forhold (1991-2009). Effekten af klimaforandringer vurderes ved at køre supplerende scenarier af situationen i perioden 2080-2100 på basis af det valgte klimaændringsscenarie. Modelanalysen vil blive foretaget på regionalt niveau, hvorved hele Østersøområdet dækkes. Med modellen MIKE3 FM HD beregnes vandstrømme, temperatur og saltholdighed (se afsnit 7.3.1). Yderligere analyser vil inkludere modellering af vandkvalitet (næringsstoffer og ilt) og økologisk modellering af fytoplanktonbiomassen (klorofyl).

Mulige konsekvenser af klimaændringer for havfugle bliver analyseret i såkaldte klimanichemodeller (Guisan and Thuiller, 2005). Der vil blive anvendt statistisk modellering i stor geografisk skala på baggrund af data for de klimatiske og miljømæssige belastningsfaktorer, der er bestemmende for udbredelse på havet af de pågældende havfugle i nordeuropæiske farvande uden for ynglesæsonen. Dette arbejde vil forudsige den fremtidige regionale udbredelse af de enkelte arter i Femern Bælt i lyset af klima- og miljøforandringer. Der vil blive fokuseret på arter af relevans for Femern Bælt-regionen.

De mulige konsekvenser af klimaforandring for havbundens flora og fauna, fisk, havpattedyr, terrestrisk fauna, ferskvandsflora og -fauna, kystmorfologi samt overflade- og grundvand vil

blive håndteret mere kvalitativt på basis af litteratur samt resultaterne af den hydrodynamiske og økologiske modellering. Hovedspørgsmålene vil være, hvordan klimaændringer vil indvirke på vigtige miljøparametre og arter, og om der er grund til at tro, at dette vil forstærke eller reducere de potentielle påvirkninger af projektet. En række videnskabelige undersøgelser af arters og økosystemers reaktion på klimaforandringer kan levere information til disse overvejelser. (se eksempelvis BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin) (BACC Author Team, 2008).

Hvad angår mennesker, jord (undtagen kystmorfologi), luft, klima, landskab, materielle goder og kulturarv, regnes påvirkningen af klimaændringer for projektrelaterede påvirkninger for mindre relevante og vil ikke blive håndteret specifikt.

## **6.7. Øvrige EU direktiver**

### **6.7.1. Havstrategi-direktivet**

I 2008 er fremsat rådets direktiv 2008/56/Ef om fastlæggelse af en ramme for fællesskabets havmiljøpolitiske foranstaltninger (Havstrategi-direktivet). I direktivet er udpeget 11 kvalitative deskriptorer til beskrivelse af tilstanden af havmiljøet. Det forventes at der i første halvdel af 2010 vil blive truffet beslutning om hvilke kriterier og metodiske standarder, der skal anvendes i forbindelse med det videre arbejde med opnåelse af god miljøtilstand på havet. Femern A/S tilstræber at VVM-undersøgelserne i videst muligt omfang dækker de indikatorer og måleparametre, der fremtidigt vil blive anvendt i forbindelse med implementeringen af Havstrategi-direktivet.

### **6.7.2. Vandrammedirektivet**

Den planlagte placering af den faste forbindelse over Femern Bælt er i et område, underlagt vandplanerne "Flussgebietseinheit Schlei / Trave" og "Vandplan Østersøen" på henholdsvis tysk og dansk side, i henhold til Rådets Direktiv 2000/60/EF. Vandplanen foreligger på dansk side endnu ikke i sin endelige udformning, mens høringen for den tyske vandplan er overstået.

Undersøgelserne vil blive tilrettelagt således, at det kan konstateres, hvilke påvirkninger etableringen af den faste forbindelse over Femern Bælt vil have på målopfyldelsen i vandplanerne og hvordan det sikres, at anlægget ikke permanent forhindrer opnåelse af god økologisk tilstand i henhold til vandplanerne.

## 7. Basisundersøgelser og vurdering af miljøpåvirkninger – omfang og metode

I dette kapitel gennemgås for hver miljøfaktor, omfang og metodevalg for de planlagte basisundersøgelser og vurderinger af miljøpåvirkningerne. Med henblik på vurderingen af de enkelte miljøfaktorer gennemgås de enkelte belastningsfaktorer og afgrænsningen af problemstillingerne.

For at undgå gentagelser, behandles metoderne for undersøgelser og konsekvensvurderinger for tilslutninganlæggene på Lolland og Femern samlet. I tilfælde, hvor der er forskelle i de to landes lovmæssige krav, tages der dog hensyn til dette.

I Danmark kræves der, i modsætning til i Tyskland, også en undersøgelse og vurdering af de afledte socioøkonomiske virkninger, hvorfor disse vil indgå i VVM-redegørelsen.

### 7.1. Mennesker, herunder sundhed

#### Basisundersøgelser

Beskrivelsen af nuværende beboelsesområder og boliger vil blive baseret på feltundersøgelser, såvel som informationer i arealanvendelsesplanen og strukturplanen for åbent land for Femern og kommuneplanen for Lolland (Lolland Kommune, 2009; Rødby Kommune 2004).

Vurderingen af boligområdets og boligens nuværende betydning og følsomhed vil blive foretaget ved hjælp af følgende indikatorer,

- Eksisterende boligområder og områder, der overvejende har en boligfunktion, samt områder, der er udlagt til boliger,.
- Grønne områder i byerne og boligområder med rekreative funktioner for indbyggerne (leg, sport, udendørs beboerkommunikation i kvarteret) og åbne områder i nærheden af boligområder.
- Det nuværende niveau af f.eks. trafikstøj og luftforurening.

Oversigten over rekreative områder er baseret på feltbesigtigelser. I Tyskland tages der også hensyn til arealanvendelsesplanen (Flächennutzungsplanung, Stadt Fehmarn Stand 02/2009), landskabsplanen (Landschaftsplan, Stadt Fehmarn, 2007), og bebyggelsesplanen for byen Femern (Bebauungspläne, <http://www.b-planpool.de>), samt rammeplanen for landskaber i planregion II Slesvig-Holsten (Landschaftsrahmenplan des Planungsraums II Schleswig-Holstein, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein, 2003), og officielle kort for turismen. I Danmark omfatter informationskilderne regionsplanen 2005-2017 (Storstrøms Amt, 2005), kommuneplanen for Lolland (og tidligere Rødby Kommune (Lolland Kommune, 2009; Rødby Kommune 2004)), data fra det lokale turistråd

(Visit Denmark, 2009; Visit Lolland-Falster, 2009), Friluftsrådet, lokale friluftsforeninger og brochurer om vandrestier, sheltere og naturskoler.

Vurderingen af de rekreative områders nuværende betydning og følsomhed vil blive foretaget ved hjælp af følgende kriterier:

- Kvaliteten af det karakteristiske landskab, der er egnede til friluft aktiviteter og den faktiske rekreative anvendelse
- Adgangen til landskabet for turister og indbyggere, der opsøger rekreative aktiviteter, samt tilstedeværelsen af vandre- og cykelstier
- Adgangsforhold og tilgængeligheden til kyster og havområder velegnet til fritidsaktiviteter, f.eks. sejlads, surfing og badning
- Eksistensen af infrastruktur relateret til turisme og rekreation og af seværdigheder
- Det nuværende belastningsniveau for f.eks. trafikstøj og luftforurening

### **Potentielle påvirkninger**

En række potentielle påvirkninger af mennesker som følge af aktiviteter, forbundet med anlæggelse og drift af den faste forbindelse over Femern Bælt:

- Midlertidigt tab af arealer på land på grund af byggepladser og tilhørende tilkørselsveje samt permanent tab af arealer på grund af etableringen af den faste forbindelse
- Ændringer i landskabsstrukturer/kendetegn, f.eks. gennem ændringer i topografien, samt tab af levesteder for fauna og flora
- Tab af hhv. rekreative områder og boligområder eller af områder, der egner sig til at blive det
- Barrierevirkninger, der begrænser adgangen til rekreative områder og boligområder
- Begrænsninger af friluft-relaterede rekreative aktiviteter
- Blokering af udsigt og andre visuelle indtryk af området, der skyldes ændring af landskabsstrukturerne
- Midlertidig eller permanent hindring af rekreative aktiviteter på/ved havet f.eks. ændringer i vandkvalitet, strømforholdene eller kystmorfologi, der påvirker badestrandene
- Gener for mennesker og forringet sundhed, boligkvalitet, øget luftforurening – forårsaget af tiltagende trafik – der påvirker mennesker og deres rekreative miljø eller arbejdsmiljø, og som muligvis kan påvirke deres sundhed
- I nogle områder kan luftforureningen dog falde som følge af den faste forbindelse
- Vibrationer fra anlægsarbejderne kan påvirke mennesker og deres sundhed. De kan også beskadige boligområder eller enkeltstående bygninger

- Lysforurening, der hæmmer udsigten mod himlen om natten, og potentielt forstyrrer menneskers søvn og dermed deres helbred

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af påvirkninger på mennesker på grund af byggeriet, de fysiske strukturer og driften af den faste forbindelse over Femern Bælt vil omfatte:

- Støj, luftforurening, lysemissioner og vibrationer. (Metoderne, der anvendes til disse vurderinger, er beskrevet i afsnit 4.2)
- Visuelle forringelser og barrierevirkninger
- Tab af arealer og funktioner i boligområder, boligomgivelser og rekreative områder (f.eks. langs kysten) samt tab af rekreativ infrastruktur
- Forbedret eller reduceret tilgængelighed til boligområder og rekreative områder, der skyldes den nye infrastruktur
- Konsekvenser for strandområdets rekreative værdi og vandkvalitet. Vurdering af påvirkninger på badevandet baseret på analyser af den faste forbindelses indvirkning på hydrodynamikken, vandkvaliteten og kystmorfologien (se efterfølgende kapitel)

## **7.2. Havbund, marine sedimenter og kystmorfologi**

### **7.2.1. Undersøgelsesområde**

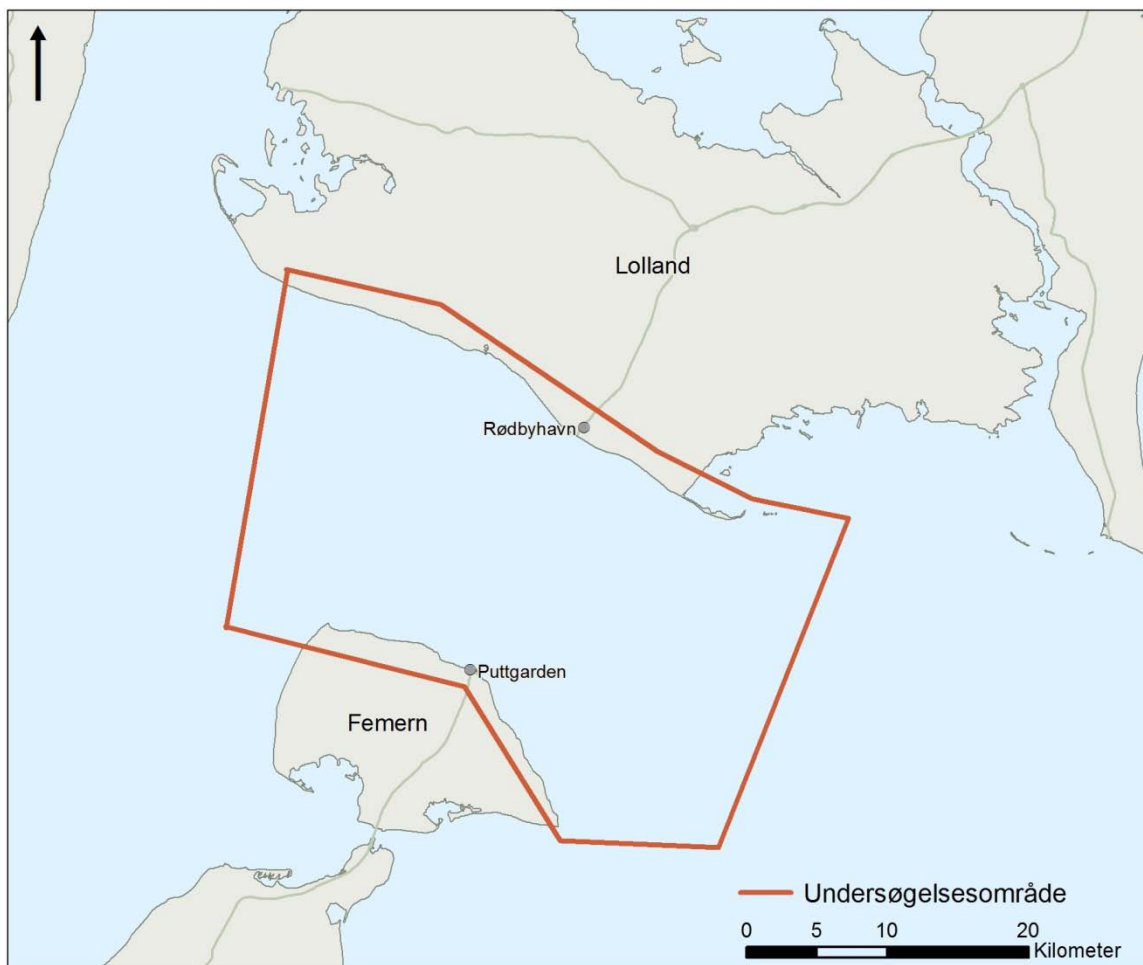
Udstrækningen af undersøgelsesområdet er koordineret for undersøgelser af havbunden, marine sedimenter og kystmorfologien, hvilke er baseret på den nyeste viden inden for området og om de lokale forhold i Femern Bælt. De enkelte delaspekter undersøges på to forskellige niveauer lokalt og regionalt. Mens det lokale niveau omfatter et område, der strækker sig 20 km på den østlige og vestlige side af den planlagte faste forbindelse (figur 7.1), omfatter det regionale niveau den vestlige Østersø og Bælthavet.

Således omfatter undersøgelsesområdet det maksimale område, der ifølge tidligere undersøgelser potentielt kan forventes at blive påvirket af projektet. Dermed er det også sikret, at sandbølgerne, som indgår i udpegningsgrundlaget for habitatområdet "Fehmarnbelt" indgår i undersøgelsesområdet.

Undersøgelser af kystens og havbundens morfologi foretages især på det lokale niveau. Undersøgelser af havbundens sedimenter gennemføres på det regionale niveau.

Undersøgelsesområdets størrelse sikrer undersøgelser i det område, der ifølge tidligere undersøgelser maksimalt potentielt kan påvirkes af selve anlægget, og på de arealer, der potentielt kan forventes påvirket i anlægsfasen.





Figur 7.1 Undersøgelsesområde for havbunden, marine sedimenter og havvand

## 7.2.2. Havbundens morfologi

### Basisundersøgelser

Formålet med undersøgelserne af havbundens morfologi er at øge den eksisterende viden om geologiske, topografiske, morfologiske og sedimentologiske egenskaber for havbunden i linjeføringskorridoren og dens omgivelser. Fokus vil især være på følgende:

- En ny kortlægning af havbundens topografi (dvs. vanddybden) i undersøgelsesområdet (figur 7.1) (rumlig opløsning på 2 m). I den forbindelse anvendes, ud over eksisterende data, målinger med side scan sonar samt singlebeam- og multi beam-ekkolod
- Undersøgelser af forekomsten af sandbølger, herunder bølgenes geografiske udbredelse og deres dynamik og hydrodynamiske samspil

De anvendte undersøgelsesmetoder beskrives i Bilag B.

### **Potentielle påvirkninger**

De vigtigste potentielle påvirkninger på havbundens topografi er:

- Grave- og deponeringsaktiviteter og fysiske strukturer under vand, der kan skabe midlertidige eller varige ændringer af vanddybden og havbundens hældning
- Sedimentspild som følge af grave- deponering og opfyldningsarbejder i anlægsfasen
- Ændringer i strømforholdene på grund af den faste forbindelses undersøiske strukturer

Man er især opmærksom på, om ændringer i sedimentet og/eller hydrodynamikken vil medføre ændringer i sandbølgenes dynamik. Denne potentielle påvirkning afhænger af sandbølgenes mobilitet. Sammenfattende kan de potentielle påvirkninger på sandbølgerne være:

- Midlertidige ændringer i sandbølgenes dynamik på grund af sedimentation i lavningerne
- Langvarige ændringer i sammensætningen af de dybereliggende sedimenter i områder med sandbølger på grund af sedimentation i lavningerne
- Langvarige ændringer i sandbølgenes geometri på grund af ændringer i strømmen forårsaget af bropiller og andre faste konstruktioner

Sedimentation i lavningerne mellem sandbølgerne kan opstå, hvis fint sediment, der frigøres ved gravearbejde, fanges i de såkaldte "døde zoner" på læsiden af de enkelte sandbølger. Selv hvis mængden af spildt sediment pr. områdeenhed er ret begrænset, kan mængden af sediment, der fanges i lavningerne, være betydelig, da transport langs havbunden forårsager akkumulation af sediment i visse områder. Hvis sandbølgerne er dynamiske, vil det fine sediment, der fanges i lavningerne, blive dækket af grovere sediment, når sandbølgerne vandrer, og derved forårsage langvarige ændringer i sammensætningen af de dybereliggende sedimenter. Yderligere opfyldning af lavningerne kan nedsætte friktionen i området med sandbølger og dermed føre til ændrede strømforhold.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingerne i relation til havbundens morfologi vil være koncentreret om de følger, som den faste forbindelse kan have for forekomsten og dynamikken af sandbølger, dvs. en vurdering af påvirkningen fra sedimentspild og ændringer i hydrodynamikken.

Hvis sådanne påvirkninger forudses, vil vurderingerne ligeledes omfatte ændringerne i forekomsten og dynamikken af sandbølgers indvirkning på strømforholdene i Femern Bæltområdet. Vurderingen vil blive baseret på data og dynamisk modellering af hydrodynamik og sedimenttransport.

Modelleringen gennemføres ved hjælp af af MIKE 3D-modeller til simulering af sandtransport (MIKE by DHI, 2009a). Desuden anvendes en særlig 2D-model ("Dune") med henblik på at forstå og kvantificere betydningen af formationer på havbunden, f.eks. sandbølger, og mulige

ændringer af disse for de hydrodynamiske forhold i Femern Bælt. (se f.eks. Tjerry og Fredsøe, 2005; Grunnet *et al.*, 2009; Jensen og Fredsøe, 2001; Niemann *et al.*, 2006).

### **7.2.3. Marine sedimenter**

#### **Basisundersøgelser**

Basisundersøgelserne af det marine sediment tager udgangspunkt i resultaterne fra forundersøgelsen fra 1999, og omfatter følgende undersøgelser:

- Bestemmelse af strukturen af de øverste sedimentlag i Femern Bælt-området. Dette udgør også et vigtigt input til den biologiske habitatkortlægning
- En mere detaljeret kortlægning af sedimentstruktur og -kemi (forurenende stoffer, næringsstoffer og iltforbrugende stoffer) i de områder og dybder, der forventes at blive påvirket af gravearbejde eller andre anlægsarbejder, der forårsager sedimentspredning
- Feltundersøgelser af aflejring og resuspension af sediment for at opnå større viden om de naturlige sedimentationsprocesser i Femern Bælt-området. Tre til fem lokaliteter vil blive undersøgt ved at opstille sedimentfælder på tre forskellige dybder i vandsøjlen. Resultaterne udgør vigtige input til konsekvensvurderingen for havbundens fauna og flora

De anvendte undersøgelsesmetoder beskrives nærmere i Bilag B.

#### **Potentielle påvirkninger**

De potentielle påvirkninger på havbundens sediment vedrører især grave- og opfyldningsarbejder i anlægsfasen, der kan forårsage:

- Fjernelse/ændringer af havbundens overflade på grund af uddybning og deponering
- Øget sedimentation som følge af høje niveauer af suspenderet stof i vandet forårsaget af sedimentspild
- Ustabile havbundsoverflader og forøget resuspension på grund af nye ikke-konsoliderede sedimenter
- Øget frigivelse af næringsstoffer, forurenende stoffer og iltforbrugende stoffer fra det suspenderede sediment

Som nævnt skal der tages hensyn til at virkninger af anlægsarbejdet kan strække sig ind i driftsfasen. Dette skyldes til dels den stærke strøm i Femern Bælt, som kan medføre omlejring af midlertidigt aflejret opgravet sediment igennem en længere periode. Det kan også tage flere år før havbunden i afgravede områder (f.eks. over en eventuelt tunnel) har antaget sin endelige karakter p.g.a. lang genetableringstid efter forstyrrelse af havbunden og øget resuspension ud over anlægsfasen.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Den planlagte konsekvensvurdering omfatter følgende delaspekter:

- Sedimentspildets indvirkning på sedimentdynamikken i Femern Bælt-området, herunder omfanget af ændringer af sedimentstrukturen, sedimentspredning og bundfældning samt resuspension af sediment
- Risiko for en betydende frigivelse og spredning af næringsstoffer, giftige forurenende stoffer og iltforbrugende stoffer fra det suspenderede sediment

Konsekvensvurderingen vil blive baseret på baggrundsdata, felteksperimenter der kvantificerer nøgleprocesser og dynamisk modellering af hydrodynamik og sedimenttransport ved hjælp af den 3D-model, der blev opstillet i forbindelse med basisundersøgelserne. Felteksperimenterne skal afklare sprednings- og faldhastigheder af relevans for Femern Bælt-området og sikre kvantitative data om resuspension som en funktion af de lokale hydrodynamiske forhold. De 3D modeller, som vil blive anvendt er MIKE-modeller udviklet til simulering af hydrografiske forhold på grundlag af de nyeste teknikker på området (se afsnittet om havvand). Det planlægges også at anvende en model for sedimenttransport. Denne model er udviklet specifikt til simulering af transporten af fine sedimenter (ler og silt) (MIKE by DHI, 2009b) og blev bl.a. anvendt i forundersøgelsen (COWI-Lahmeyer, 1998d). De undersøgte scenarier vil repræsentere den forventede tidsplan for de forskellige gravearbejder og uddybningsmetoder, anvendt til de forskellige alternative løsningsmodeller (bro, tunnel). Undersøgelserne vil omfatte spild fra anlæggelsen af selve forbindelsen og anlæggelse af opfyldninger, hvis dette er relevant.

Det første trin i konsekvensvurderingen vedrørende næringsstoffer og toksiske forurenende stoffer bliver en screening, hvor det vurderes, hvorvidt de eksisterende koncentrationer i sedimentet kan give anledning til bekymring. For tungmetaller og organiske forureningsstoffer vil baggrundsresultaterne blive sammenlignet med økotoksikologiske standardkriterier. Kun hvis koncentrationerne viser sig at være betydende, vil der blive foretaget yderligere undersøgelser ved hjælp af udvidede modeller, eksperimenter og flere koncentrationsmålinger.

Resultatet af de nævnte sedimentundersøgelser får væsentlig betydning for evalueringen af den faste forbindelses potentielle miljøpåvirkninger på marinbiologien, det marine landskab (se ovenfor) og kystmorfologien (se nedenfor).

#### **7.2.4. Kystmorfologi**

##### **Basisundersøgelser**

Basisbeskrivelsen af kystmorfologien vil omfatte følgende undersøgelser:

- Kortlægning af den eksisterende kystlinje, herunder omfanget og retningen af sedimenttransport langs stranden
- Bestemmelse af den historiske udvikling af kystlinjen baseret på historiske luftfotos og satellitbilleder for perioden 1979-2008 og identificering af middelvandstanden ud fra billeder og vandstandsobservationer

- Udarbejdelse af et overordnet sedimentbudget for kystområderne baseret på den detaljerede kortlægning af havbundens topografi og sedimentegenskaber. Budgettet vil blive brugt til at kalibrere og validere et modelleringskompleks, der belyser materialevandring langs kysten
- Beregning af materialevandringen langs kysten ved hjælp af modelkomplekset kombineret med bølge-, strøm- og vandstandsstatistikker for Lollands og Femerns kystlinjer

De anvendte undersøgelsesmetoder beskrives nærmere i Bilag B.

### **Potentielle påvirkninger**

De væsentligste potentielle påvirkninger af kystmorfologien vil skyldes selve anlægget (tekniske konstruktioner, opfyldninger mv.). De væsentlige påvirkninger i anlægsfasen vil skyldes sedimentspild, som er behandlet ovenfor i forbindelse med problemstillingerne omkring marine sedimenter.

De potentielle påvirkninger er ændringer i sedimentvandringen og sedimentbudgettet langs kysten. Sådanne ændringer kan videre medføre ændringer i udviklingen af kystlinjerne på Lolland og Femern. Dette skyldes forøget eller nedsat erosion eller opbygning af land langs kysterne. Ultimativt kan dette betyde ændrede krav til den nuværende kystsikring (f.eks. bølgebrydere og stensætninger).

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Undersøgelsen af kystmorfologien omfatter først og fremmest:

- at forbindelsen potentielt vil ændre sedimenttransporten langs kysten og sedimentbudgetterne, og dermed kan føre til ændringer af kystlinjens udvikling. Dette inkluderer en vurdering af ændringerne i bølgeforholdene tæt på kysten, idet disse er den primære afgørende faktor for kystlinjens udvikling.
- Indvirkningen fra undersøiske strukturer og fra opfyldninger eller andre anlægsarbejder langs kystlinjen

Man vil ligeledes forudsige kystlinjens udvikling i de kommende 20 år i lyset af de globale klimaændringer. Det vigtigste værktøj til analyserne bliver et kompleks af detaljerede modeller for bølger, hydrodynamik og sedimenttransport. Konkret vil der blive anvendt MIKE-modeller (se ovenfor i dette afsnit og i afsnittet om havvand).

## 7.3. Havvand

### 7.3.1. Undersøgelsesområde



Figur 7.2 Undersøgelsesområderne for havvand (røde markeringer)

Udstrækningen af undersøgelsesområdet for havvand er afpasset efter den grundlæggende hydrodynamik og vandkvalitet i Femern Bælt-regionen i bred forstand (dvs. den vestlige Østersø) samt tilgrænsende havområder. Eksisterende viden tyder på, at større ændringer i Femern Bælt området potentielt vil kunne påvirke vandudskiftning og miljøforhold i den centrale Østersø. Tilsvarende forventes dog ikke for Kattegat og Bælthavet. Undersøgelsesområdet er desuden tilpasset de forventede lokale og regionale påvirkninger fra den planlagte faste forbindelse. Samlet set omfatter undersøgelsesområdet for havvand således Østersøen, Kattegat og Skagerraks fra overgangen til Nordsøen til den Botniske Bugt, dog med særligt fokus på den vestlige og centrale del af Østersøen.

Undersøgelserne af de potentielle miljøpåvirkninger foretages på tre niveauer. De lokale forhold undersøges inden for de nærmere omgivelser af den planlagte forbindelse i form af et område på 20 km bredde øst og vest for linjeføringen (figur 7.1) samt i hele den vestlige Østersø (figur 7.2). Ved undersøgelser af de regionale forhold inddrages de tilstødende havområder (figur 7.2) med fokus på den centrale Østersø.

Det fremgår af de efterfølgende afsnit, hvilke undersøgelser, der gennemføres inden for de nævnte målestoksforhold.

### **7.3.2. Hydrografi**

#### **Basisundersøgelser**

Basisundersøgelsen for hydrografi vil analysere sæsonvariationer, år-til-år variationer, samt historiske tendenser i de hydrografiske forhold og vil omfatte:

- Et overvågningsprogram, som løbende registrerer de hydrografiske nøgleparametre ved tre faste målestationer over en periode på to år; to målestationer ligger i Femern Bælt og en i Mecklenburg Bugt (figur 7.4)
- Månedlige skibsmålinger af de vigtigste hydrografiske variable på 120 stationer/transekter (figur 7.3)
- Statistiske analyser af længere tidsserier fra tidligere dansk og tysk rutineovervågning og målrettede undersøgelser (BSH, ICES og Danmarks Miljøportal, Forundersøgelsen fra 1999) samt den målrettede overvågning indenfor selve projektet
- Dynamisk modellering af de historiske og nuværende hydrodynamiske forhold i Femern Bælt-området samt modellering af vandudvekslingen med den centrale del af Østersøen

De vigtigste hydrografiske variable omfatter vandstand, saltholdighed, temperatur, strøm og bølger. Yderligere variable måles som del af vandkvalitetsundersøgelsen, der er beskrevet i det følgende, og basisundersøgelserne af plankton. Analyserne vil blive udført i overensstemmelse med nationale og internationale godkendte metoder. Stationsnettet dækker det område, der potentielt påvirkes af sedimentspild, samt referenceområder.

Data vil blive analyseret ved hjælp af statistisk og dynamisk modellering. Det vigtigste redskab vil være dynamisk modellering under anvendelse af tredimensionelle modeller, der giver simuleringer med høj rumlig og tidsmæssig opløsning af de hydrodynamiske forholds udvikling og tilhørende årsagssammenhænge. For at sikre pålidelige resultater af modelleringen vil der blive anvendt to uafhængige modelkomplekser. Der vil blive anvendt to rumlige opløsninger: Fin opløsning for Bælthavet med henblik på analyser af Femern Bælt (lokal skala) og grovere opløsning for hele Østersø- og Nordsøområdet med henblik på regionale analyser af Østersøen (regional skala). Modellen vil blive kalibreret med data fra den målrettede overvågning, lange tidsserier og satellitdata. De modelsystemer, som vil blive anvendt på de forskellige skalaer, er summeret i tabel 7.1:

**Tabel 7.1      Oversigt over de anvendte modeller**

	Modellering i regional skala	Modellering i lokal skala
MIKE3™ FM HD	x	x
GETM	-	x
IOW-MOM	x	-

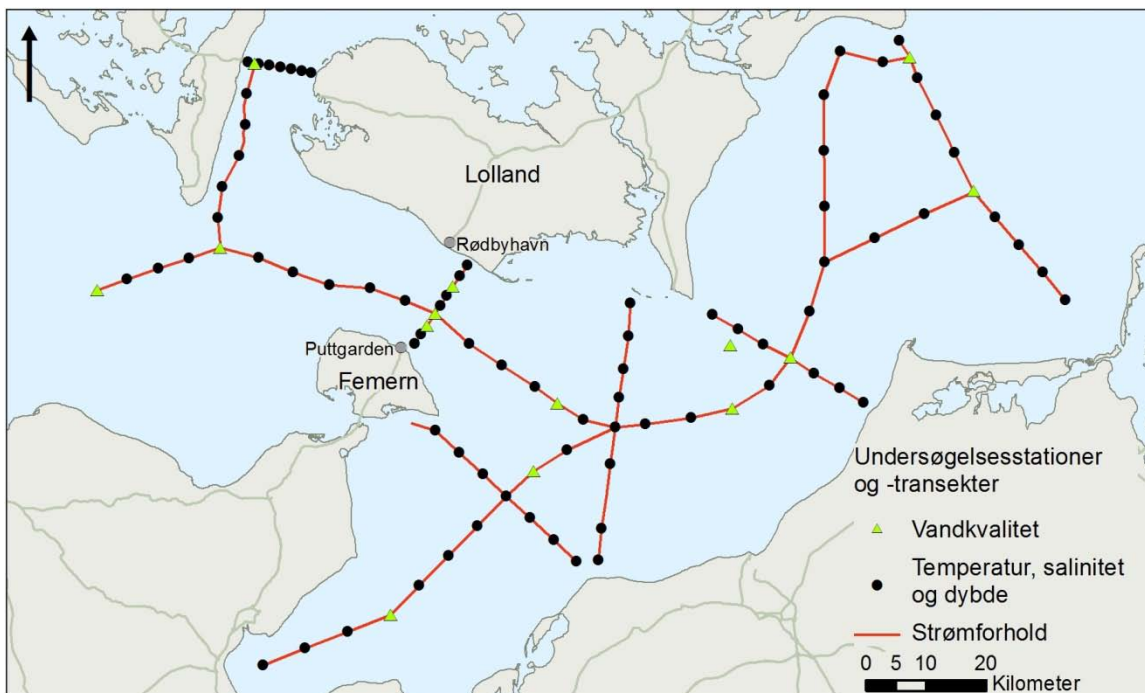
MIKE3™ FM HD benytter teknikker til simulering af hydrografiske forhold med en opløsning, der er tilpasset undersøgelsens emner (DHI, 2009b; Edelvang *et al.*, 2004; Vedsted *et al.*, 1992). MIKE3-modelleringsystemet blev anvendt i forbindelse med miljøvurderinger af broerne over Øresund og Storebælt samt forundersøgelsen af Femern Bælt-forbindelsen (COWI-Lahmeyer, 1998c).

GETM følger en tilsvarende modelleringsmetode og har været anvendt i flere marine studier både kystnært og på kontinentalsokkelen (<http://www.getm.eu/data/getm/doc/getm-doc-devel.pdf>), herunder bl.a. i den vestlige Østersø (se f.eks. Burchard og Bolding, 2002; Burchard *et al.*, 2009).

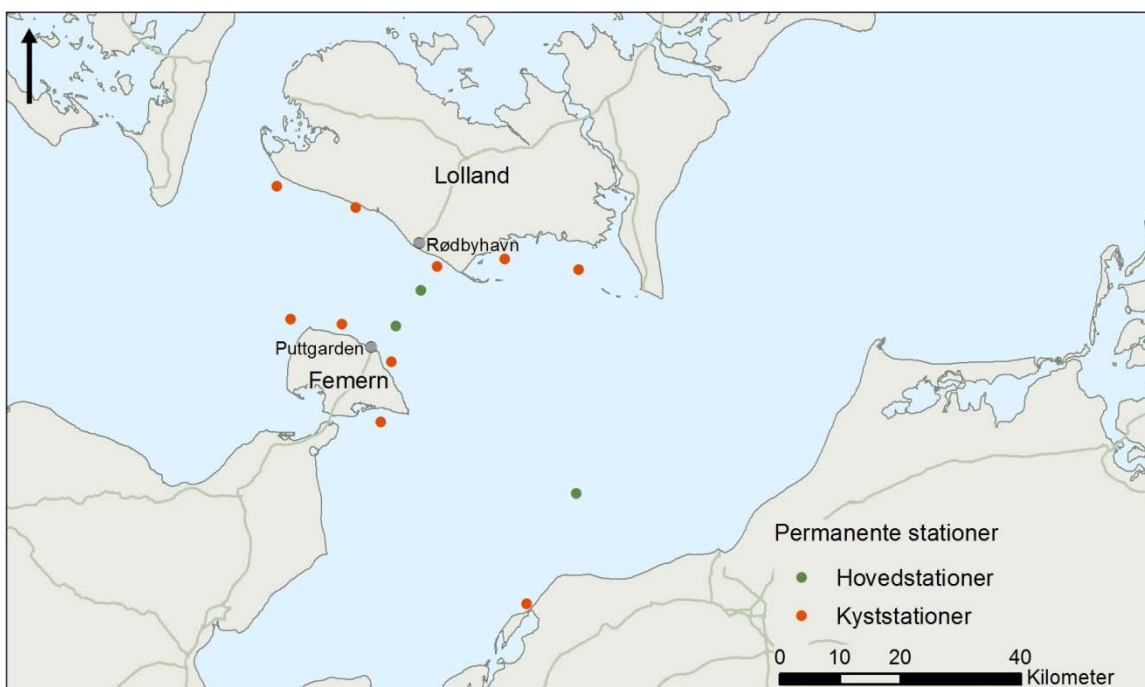
IOW-MOM-modellen er en særligt tilpasset variant af Modular Ocean-modellen (MOM), udviklet af IOW på grundlag af langtidsundersøgelser af de hydrodynamiske forhold bl.a. i Østersøen (Pacanowski og Griffies, 2000). Modellen har været anvendt til f.eks. langtidsundersøgelser af Østersøen og til undersøgelser med en høj opløsning af Østersøens sydvestlige dele (Neumann og Schernewski, 2008; Siegel *et al.*, 2005).

De anvendte undersøgelsesmetoder beskrives nærmere i Bilag B.





Figur 7.3 Positionen af de op til 120 *in situ* overvågningsstationer og transekter, der anvendes til at kortlægge hydrodynamiske forhold og vandkvalitet.



Figur 7.4 Positionerne for de permanente målestationer (tre hovedstationer og to kystnære stationer). Her registreres vandkvaliteten og de hydrodynamiske forhold

### **Potentielle påvirkninger**

Det vigtigste spørgsmål vedrørende hydrodynamikken fokuserer på lokale og regionale potentielle påvirkninger af selve forbindelsens tilstedeværelse som fysisk konstruktion, der vil forårsage lokale ændringer i vandgennemstrømningen (blokeringer), som kan forårsage:

- Ændringer i den vertikale opblanding i Femern Bælt-området
- Ændringer i strømforholdene (vandgennemstrømningen) i og gennem Femern Bælt-området i vid forstand
- Ændringer i vandudvekslingen med den centrale del af Østersøen og dermed begrænsning af den vertikale opblanding, med konsekvenser for iltindholdet i bundvandet i Østersøen

De eventuelle miljøpåvirkninger vil udvikle sig gradvist i anlægsfasen, efterhånden som dele af den faste forbindelse færdiggøres.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Fokusområderne for vurderingen af de hydrodynamiske konsekvenser er:

- Kvantifikation af de blokeringer, der forårsages af de introducerede faste konstruktioner (bropiller, øer, osv.)
- Deraf følgende ændringer i strøm og opblanding i Femern Bælt og de tilstødende havområder. Vurderingen vil også omfatte virkningen af forsat og ophørt færgedrift
- Konsekvenser for forholdene i bundvandet i den centrale del af Østersøen, dvs. indstrømningen af saltvand og iltforholdene

Den nuværende viden vil blive gennemgået på grundlag af resultater fra tidligere undersøgelser af faste forbindelser og relevant videnskabelig litteratur. Med udgangspunkt i denne gennemgang vil der blive gennemført laboratorie- og felteksperimenter for at afklare de undersøiske konstruktioners modstandskomponent og opblanding. De enkelte del-konstruktioners blokerende effekt og færgernes opblanding vil blive nøje undersøgt i laboratorietest såvel som ved feltmålinger ved Storebæltsforbindelsen og i Femern Bælt, samt ved modellering med meget høj opløsning for at give tilstrækkeligt gode beskrivelser af de hydrodynamiske virkninger, der skal indarbejdes i modellerne af Bælthavet og Østersøen. Denne undersøgelse vil også levere information og data til optimering af undersøiske konstruktioner.

Forskellige løsningsmodeller vil blive analyseret under anvendelse af det etablerede dobbelte 3D-modelkompleks med det formål at undersøge miljøpåvirkningerne på lokalt og regionalt plan. De regionale modelberegninger vil omfatte 20-30 års simuleringsperioder, mens den lokale modellering vil dække mindst én fuld årscyklus – gentaget for hvert enkelt scenarie. Kombinationen af en fast forbindelse og sandsynlige forandringer i de klimatiske forhold vil også blive modelleret.

### 7.3.3. Vandkvalitet i havet

#### Basisundersøgelser

Som det var tilfældet for de hydrodynamiske forhold, analyserer basisundersøgelsen af vandkvaliteten sæsonvariationer og år-til-år-variationer, samt historiske tendenser for vigtige vandkvalitetsparametre. Parametrene omfatter næringsstoffer, ilt og suspenderet stof og de deraf følgende turbiditets- og lysforhold. Klorofyl, behandles nedenfor i afsnit 7.4.1.

Vurderingen af de eksisterende forhold er baseret på:

- Et målrettet overvågningsprogram (figur 7.3 og 7.4), herunder 2 års månedlige skibsmålinger på omkring 14 offshore og 10 kystnære stationer samt sensormålinger på 3 offshore og 10 kystnære faste stationer. Alle analyser vil blive udført i overensstemmelse med nationale og internationale godkendte metoder. Stationsnettet dækker det område, der potentielt påvirkes af sedimentspild, samt referenceområder. Ved de faste målestationer registreres vandets turbiditet løbende (gennemsigtighed/sigtdybde). Desuden undersøges det, om satellitbilleder kan anvendes i denne sammenhæng
- Statistiske analyser af længere tidsserier fra tidligere dansk og tysk rutineovervågning og mere målrettede undersøgelser (BSH, ICES og Danmarks Miljøportal, forundersøgelsen fra 1999) og den målrettede overvågning indenfor selve projektet. Analyserne af data vil give empiriske årsagssammenhænge og tendenser, som er vigtige input i den dynamiske modellering
- Dynamisk modellering af de historiske og nuværende vandkvalitetsforhold i Femern Bælt-området og den centrale del af Østersøen. Til dette formål vil det dobbelte 3D Hydrografiske modelkompleks blive suppleret med en økologisk model, der simulerer vandets bio-geokemiske processer

De anvendte undersøgelsesmetoder er opstillet i Bilag B.

#### Potentielle virkninger

Potentielle påvirkninger på vandkvaliteten kan stamme fra permanente ændringer i hydrodynamikken, og sedimenttransporten ved gravearbejde forårsaget af en fast forbindelse. De vigtigste spørgsmål af interesse er:

- Ændringer i turbiditeten. Sedimentet i vandet kan påvirke badevandskvaliteten og lysforholdene i vandsøjlen og på havbunden med mulige følgevirkninger på havets flora og fauna
- Ændringer i iltens og næringsstofferne's fordeling og dynamik i vandsøjlen forårsaget af ændringer i de hydrodynamiske forhold og af sedimentspild
- Ændringer i iltforholdene på lokalt plan (Femern Bælt og tilgrænsende bugter) og regionalt plan (den dybe del af den centrale Østersø) som følge af ændringer i de hydrodynamiske forhold

- Ændring af fortynding og transport af bakterielle udledninger på grund af ændringer i de hydrodynamiske forhold
- Udvaskning af kemiske stoffer fra undersøiske konstruktioner
- Spild af kemikalier beregnet til overfladebehandling under vedligeholdelsen i driftsfasen
- Ændringer i hydrodynamiske faktorer som strømforhold og opblanding kan forårsage permanente ændringer i ilt- og næringsstoffodynamikken. På regionalt plan kan iltforholdene i bundvandet i Østersøen potentielt ændre sig. Sådanne virkninger kan påvirke levevilkårene for planter og dyr i vandet og på havbunden
- Et særligt spørgsmål er virkningerne på badevandskvaliteten. I tilfælde af ændringer i strømforholdene kan en følgevirkning være ændring af den måde, hvorpå vand fra regnvandsudløb og kloakudløb føres bort og fortyndes, hvilket kan påvirke badevandskvaliteten

I tilfælde af et åbent afløbssystem kan regnvandsafstrømning fra broløsningerne også have potentielle virkninger på vandkvaliteten, navnlig i tilfælde af ulykker, der omfatter olieudslip og/eller udslip af andre forurenende stoffer. De rette afløbssystemer vil dog kunne reducere den risiko, der er forbundet med sådanne ulykker.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af de mulige påvirkninger af vandkvaliteten fokuserer på:

- Virkninger på næringsstoffodynamik og -tilgængelighed og på omfang, hyppighed og fordeling af iltsvind i Femern Bælt
- Virkninger på omfang, hyppighed og fordeling af iltsvind i den centrale del af Østersøen
- Virkninger på koncentrationer af suspenderet stof og den deraf følgende turbiditet og lystilgængelighed i vandsøjlen og på havbunden
- Virkninger på badevandskvalitet på grund af ændringer i fortynding og spredning af bakteriel forurening og på grund af sedimentspild fra gravearbejde
- Virkninger af overfladeafstrømningsvand og utilsigtede udslip fra en broløsning

De mulige påvirkninger fra projektscenarierne vil blive analyseret under anvendelse af de to dynamiske 3D modelkomplekser, som er nævnt i afsnittet om hydrografi.

## 7.4. Havets flora, fauna og biodiversitet

### 7.4.1. Undersøgelsesområde

Omfanget af undersøgelsesområdet for flora og fauna i havet er afpasset efter de grundlæggende karaktertræk ved plankton, de bentiske flora- og faunasamfund og de nærliggende Natura 2000-områder samt under hensyntagen til den aktuelle viden om lokale forhold i Femern Bælt. Derudover er de forventede påvirkninger fra den planlagte Femern Bælt-forbindelse, som følge af dens fysiske strukturer og det forventede sedimentpild i anlægsfasen, anvendt til afgrænsningen.

Med hensyn til den bentiske flora og fauna forventes der kun påvirkninger i nærheden af den faste forbindelse. Derfor dækker undersøgelserne et område der strækker sig 15 til 20 km til begge sider af projektkorridoren. Referenceområder er placeret på steder, som ligner projektområdet med hensyn til kemiske og fysiske forhold, men som ligger tilstrækkeligt langt uden for dette til, at de kan antages at være upåvirkede af projektet. Referenceområderne bør dog samtidig ligge i geografisk forbindelse med projektområdet, så det er muligt at gennemføre gradient- og regressionsanalyser som en del af den planlagte vurdering.

Planktons dynamik er tæt forbundet med vandmassernes bevægelse, der vedvarende transporterer pelagiske organismer ind og ud af Femern Bælt-området. Formålet med basisundersøgelserne af plankton er derfor, at registrere de overordnede miljøforhold før anlægsarbejdet påbegyndes, og levere kalibreringsdata for de økosystemmodeller, der anvendes i forbindelse med basisundersøgelserne og den planlagte vurdering af miljøpåvirkningerne. Planktonundersøgelserne omfatter derfor et større område med prøvetagning i både Storebælt, Kiel Bugt og i Mecklenburg Bugt.

Undersøgelsesområdet for Natura 2000-områder er udvalgt således, at alle potentielle miljøpåvirkninger på Natura 2000-områder kan identificeres og vurderes (se kapitel 2.4). I nogle fuglebeskyttelsesområder er der taget yderligere prøver til støtte for fugleundersøgelserne.

### 7.4.2. Marint plankton

#### Basisundersøgelser

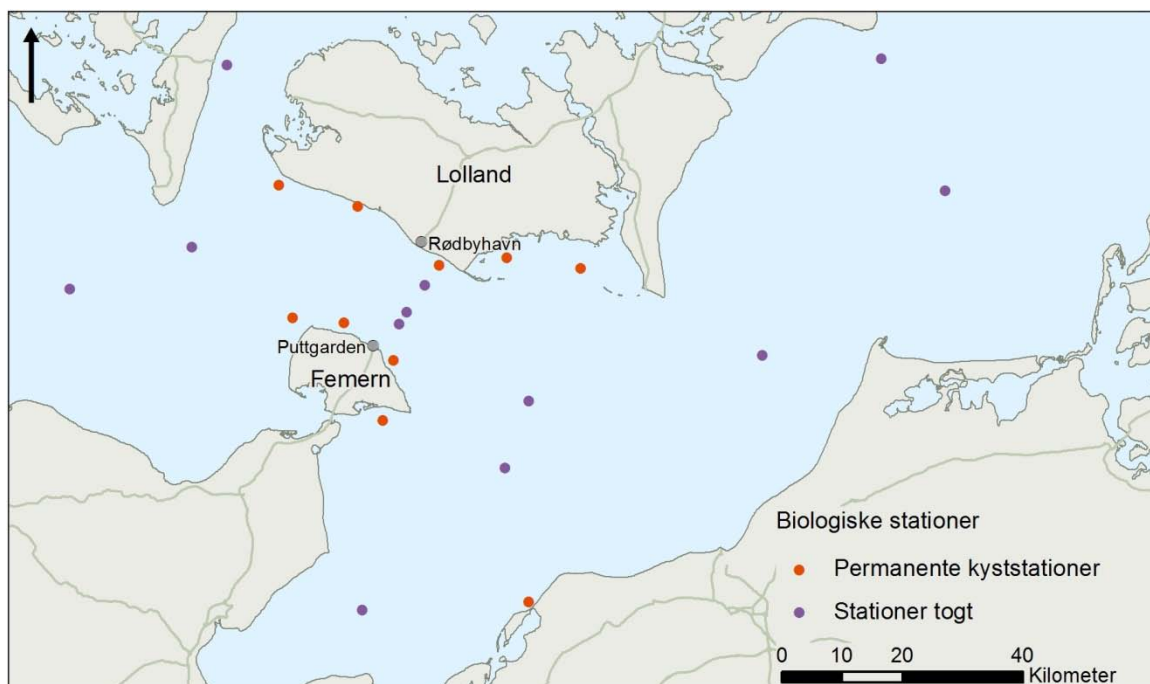
Som det var tilfældet for vandkvalitet, estimeres der i basisundersøgelsen for plankton sæsonvariationer og år-til-år-variationer samt historiske tendenser, under anvendelse af en kombination af omfattende målinger og statistisk og dynamisk modellering. Parametrene relateret til plankton omfatter: Fluorescens, primærproduktion, klorofyl, fytoplanktonets individtæthed, diversitet og biomasse samt zooplanktonets individtæthed, diversitet og biomasse (herunder gopler).

Basisvurderingen baseres på følgende undersøgelser:

- Månedlige skibsmålinger på omkring 12 offshore og 10 kystnære stationer samt sensormålinger på 3 faste offshore stationer (figur 7.5)

- Statistiske analyser af længere tidsserier fra tidligere dansk og tysk rutineovervågning og undersøgelser (BSH, ICES og Danmarks Miljøportal) og overvågning inden for projektet
- Dynamisk modellering af de historiske og nuværende koncentrationer af klorofyl i Femern Bælt-området, i vid forstand under anvendelse af det tidligere beskrevne dobbelte 3D hydrografisk-økologiske modelkompleks og input fra de statistiske analyser

De anvendte undersøgelsesmetoder er anført i Bilag B.



**Figur 7.5** Positionerne for in-situ-målestationer, som anvendes til undersøgelser af de biologiske forhold i havet.

### Potentielle virkninger

Planktonpopulationer anses generelt ikke for at være følsomme over for forstyrrelser fra byggeaktiviteter i havet og på havbunden på grund af deres korte generationstid og den store vandudveksling med tilstødende områder. Teoretisk kan potentielle virkninger dog omfatte:

- Ændringer i fytoplanktonproduktion – med følgevirkninger på zooplankton – som følge af ændring i lys- og næringsforhold, forårsaget af sedimentspild
- Risiko for tildækning af vandloppers hvileæg – med potentielle følger for organismernes rekruttering – som følge af bundfældning af spildt sediment

- Ændring af den pelagiske produktivitet og de pelagiske fødenet på grund af ændringer i lokale hydrodynamiske forhold (dvs. opblanding) med potentiel påvirkning af f.eks. forekomsten af algeopblomstringer
- Lokalt større tæthed af unge stadier af gopler (polypstadiet), på grund af introduktionen af yderligere fast substrat såsom bropiller, og dermed en forøgelse af risikoen for masseforekomst af voksne gopler (vandmænd)

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Undersøgelser af planktonet skal afklare, om sedimentspild, introduktion af nyt fast substrat og/eller ændringer i de hydrodynamiske forhold vil forårsage væsentlige ændringer i planktonsamfundene. Vurderingen vil fokusere på:

- Virkninger på produktion, diversitet, tæthed og biomasse af fytoplankton
- Risiko for stigning i forekomster af opblomstringer af cyanobakterier (blågånlger)
- Virkninger på diversitet, tæthed og biomasse af zooplankton
- Risiko for virkninger på vandloppers hvileæg
- Virkninger på produktionen af gopler
- Virkninger på fødetilgængelighed for planktonædende fisk

Mulige virkninger af projektscenarierne vil blive vurderet under anvendelse af kombineret hydrodynamisk modellering, sedimentmodellering og økosystemmodellering sammen med statistiske analyser.

### **7.4.3. Bundfauna og bundvegetation**

#### **Basisundersøgelser**

I basisundersøgelserne skal den geografiske fordeling af bentiske habitater i projekt-området og i Femern Bælt-området i vid forstand bestemmes, og artssammensætning, biodiversitet, individtæthed og biomasse i de bundlevende plante- og dyresamfund skal dokumenteres.

Registreringen omfatter:

- Kortlægning af bentiske habitater i Femern Bælt-området og dele af Kiel og Mecklenburg Bugt, i overensstemmelse med MESH<sup>8</sup>-retningslinjerne på grundlag af velkendte klassificeringssystemer som f.eks. EUNIS<sup>9</sup>, Helcom biotoperne og EU's Habitatdirektiv

---

<sup>8</sup> MESH= Mapping European Seabed Habitats (a project fundet by EU)

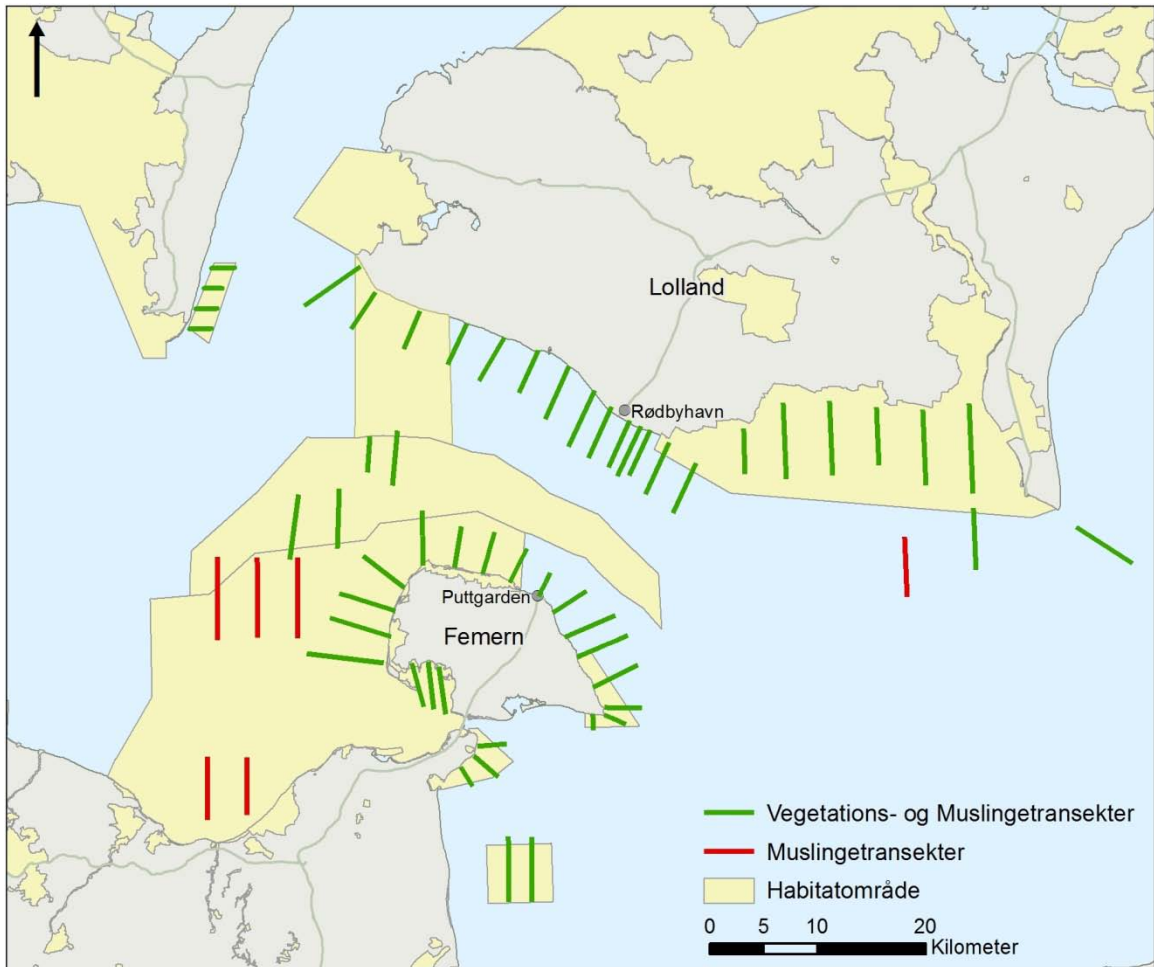
<sup>9</sup> Nature Information System om arter, habitattyper og lokaliteter (Det Europæiske Miljøagentur, EEA)

- Målrettet undersøgelse af bentiske makroalger (tang) og blomsterplanter (som f.eks. ålegræs) herunder vegetationens sammensætning, tæthed, fordeling og biomasse, analyseret én gang om året i to år langs flere transekter i det område, der potentielt påvirkes, og i referenceområder. Undersøgelserne vil omfatte videooptagelse af havbunden og prøveudtagning ved hjælp af dykkere i forskellige dybder (figur 7-6)
- Målrettet undersøgelse af faunaen – der lever i eller på havbunden herunder faunaens sammensætning, tæthed, fordeling og biomasse, analyseret én eller to gange om året i to år langs flere transekter i det forudsete påvirkningsområde, og i referenceområder. Undersøgelserne vil omfatte videooptagelse af havbunden og prøvetagning i forskellige dybder under anvendelse af grab, rammeteknikker mv. (figur 7.6 og 7.7)
- Analyser af historiske data om bundfauna og -vegetation fra lokale overvågningsprogrammer og videnskabelige undersøgelser (herunder forundersøgelsen fra 1999)
- Månedlig kvantitativ prøvetagning af blåmuslinger og makroalger ved hjælp af rammeteknikker på et begrænset antal stationer for at beskrive sæsonvariationen i de variable, der er nødvendige for at kunne foretage kalibrering af økosystemmodellen, som vil blive anvendt til konsekvensvurderingen

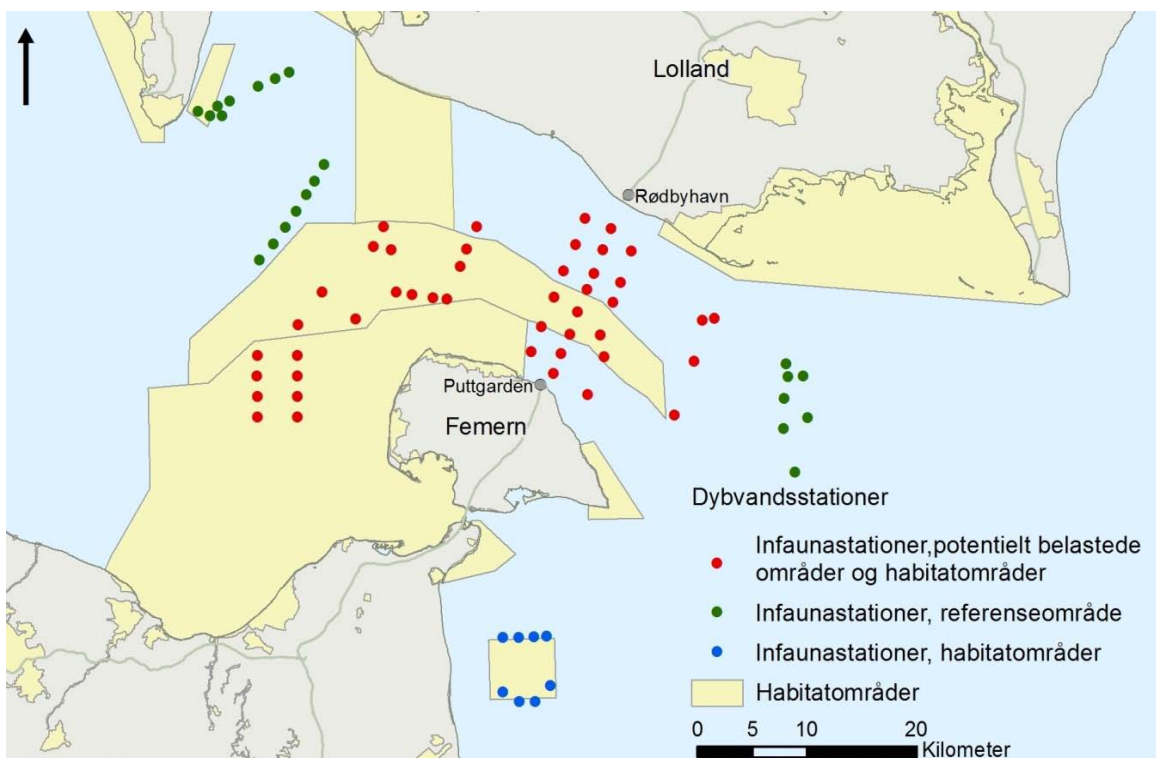
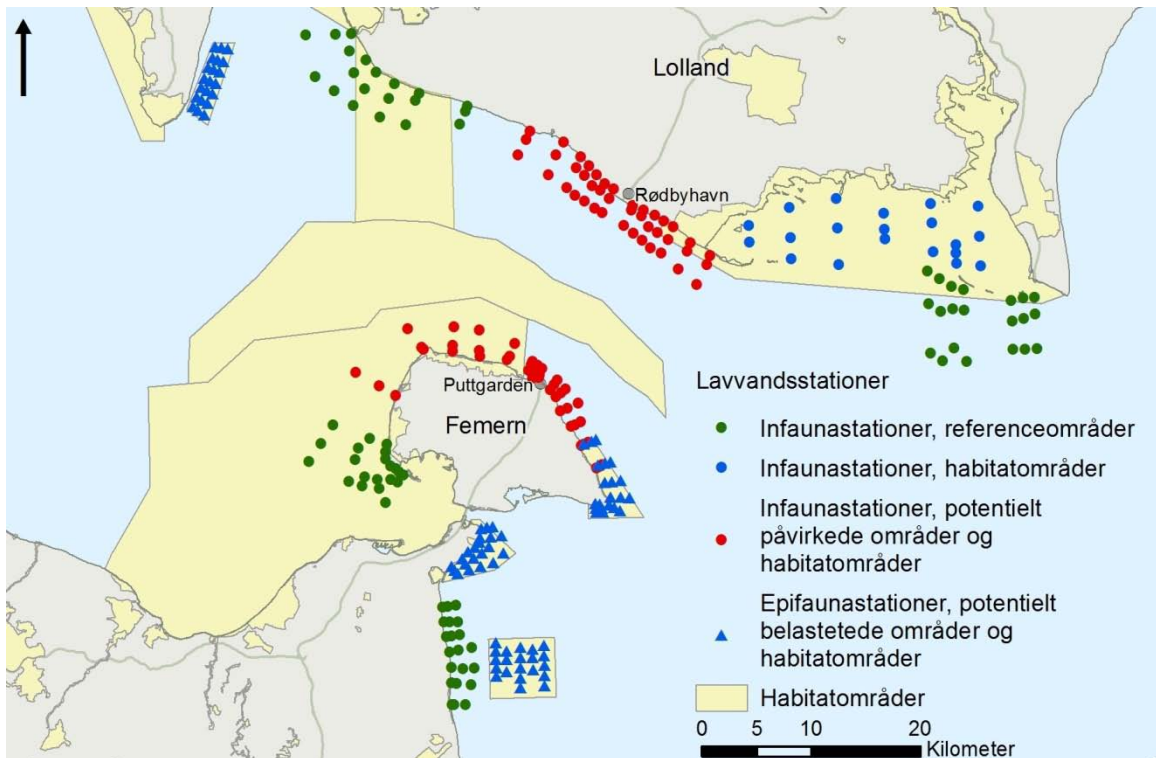
Et vigtigt grundlag for habitatkortlægningen er resultaterne fra undersøgelserne af havbundens morfologi, samt supplerende side-scan sonar-undersøgelser. Lavtvandszonen vil supplerende blive kortlagt ved hjælp af luftfotografering (ortofotos). På grundlag af de akustiske og alle andre tilgængelige data vil havbundens habitater blive klassificeret. De enkelte destinkte områder vil efterfølgende blive verificeret ved undervandsvideo. Det frembragte habitatkort vil også være vigtigt for de planlagte undersøgelser af fisk, havpattedyr og fugle, da det bidrager til at identificere egnede gydeområder, fourageringshabitater, osv.

De anvendte undersøgelsesmetoder angivet i Bilag B.





**Figur 7.6** Basisundersøgelser af bundvegetation og blåmuslinger. Grønne linjer angiver vegetationstransekter. Muslinger vil også blive undersøgt på de fleste af disse. Røde linjer angiver supplerende transekter for muslinger.



**Figur 7.7** Basisundersøgelser af bundsfauna på lavt vand (øverst) og dybt vand (nederst). Farven på prøveudtagningsstationer angiver placering: Rød = potentielt påvirkningsområde, grøn = referenceområde, gul = habitatområde.

### **Potentielle virkninger**

Vegetation og fauna på havbunden anses, pga. den ringe mobilitet og den lange generations-tid, for at være mere sårbar over for påvirkninger fra projektet end plankton.

Sedimentspild i anlægsfasen vil kortvarigt belaste vegetation og fauna, da det kan medføre midlertidige påvirkninger som f.eks. skygning, afgivelse af næringsstoffer og tildækning af organismer. Organismernes følsomhed varierer. Eksempelvis er blåmuslinger, som lever ovenpå havbunden (nogle steder i egentlige muslingebanker) generelt relativt tolerante over for en moderat sedimentpåvirkning, mens andre arter af muslinger, som lever nede i havbunden, kan være mere følsomme. (Kjørboe *et al.*, 1981; Powilleit *et al.*, 2006). Blomsterplanter og makroalger påvirkes af nedsat lysintensitet pga. forhøjet sedimentkoncentration i vandsøjlen (Cabaço *et al.*, 2008). Ændringer i hydrodynamikken kan også have indvirkning, hvis strømforhold og opblanding ændres, og der kan opstå følgevirkninger i havbundens morfologi, lysforhold og tilgængelighed af føde (næringsstoffer og plankton).

Som en mere direkte konsekvens af projektet vil habitater uundgåeligt gå tabt ved uddybning og deponering på havbunden samt på de arealer som optages af konstruktionen. De habitater, der går tabt, vil i en vis udstrækning genetablere sig på havbunden eller blive erstattet af andre typer habitater f.eks. på bropillerne.

De mulige negative påvirkninger af havbundens vegetation og fauna kan opsummeres som følger:

- Tilbagegang eller tab af organismer og habitater med mulige konsekvenser for biodiversiteten, tilgængeligheden af føde for højere trin i fødekæden og for iltf forholdene
- Reduceret rekruttering som følge af tildækning med sediment, hvilket navnlig påvirker unge organismer, da selv tynde lag sediment kan indvirke på sporer og larvers mulighed for at fæstne sig på underlaget. Hydrodynamiske ændringer kan også påvirke rekrutteringen
- Reduceret biomasse og udbredelse af bundvegetation og bundfauna. Skygning som følge af sedimentspild samt hydrodynamiske ændringer kan påvirke tilgængeligheden af føde for filtrerende muslinger og bundhabitaters egnethed f.eks. på grund af øget strøm og eksponering
- Ændringer i biodiversitet
- Ændringer i forholdet mellem fytoplankton og bundvegetation og mellem etårige (trådalger) og flerårige makroalger

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af virkningerne på bundfauna og flora skal afklare, om fysisk forstyrrelse, sedimentspild, introduktion af nyt fast underlag og/eller ændringer i de hydrodynamiske forhold vil forårsage betydende ændringer i sammensætningen af bundfauna og bundvegetation.

Vurderingen vil omfatte alle ændringer i de bentiske habitater og i habitaternes individuelle komponenter – enten forårsaget direkte af sedimentspild eller indirekte af virkninger på plankton og vandkvalitet.

Vurderingen vil fokusere på:

- Ændringer i vegetationen: Biodiversitet, vertikal og horisontal fordeling samt biomasser. Vedrørende sedimentspild vil dosis-respons-relationer blive bestemt på grundlag af data fra litteraturen og felt-/laboratorieeksperimenter. Der vil blive anvendt supplerende modeller til forudsigelse af påvirkninger, som simulerer den geografiske og tidsmæssige fordeling og tæthed af dominerende arter. Data fra basisundersøgelsen vil blive anvendt til at udvikle, forfine og kalibrere modellerne. Påvirkninger vil blive vurderet på forskellige niveauer, f.eks. bestande, samfund og habitater. De naturlige niveauer af suspenderet stof og sedimentation vil blive taget i betragtning
- Ændringer i faunaen: Biodiversitet, vertikal og horisontal fordeling samt biomasser. Forventelige reduktioner i indvidtal af udvalgte vigtige arter vil blive kvantificeret ved hjælp af dynamisk modellering og/eller vurderet på en sandsynlighedsskala – metoden afhænger af niveauet af tilgængelige oplysninger. Tidshorizonten for samfundenes genetablering efter afsluttet gravearbejde vil blive vurderet. Virkninger vil blive vurderet på forskellige niveauer, f.eks. bestande, samfund og habitater. De naturlige niveauer af suspenderet stof og sedimentation vil blive taget i betragtning
- Vurderinger af virkninger på muslingebestanden langs Lollands kyst, da disse udgør vigtig føde for dykkende fugle. For at kvantificere tilgængeligheden af blåmuslinger og andre arter som f.eks. hjertemuslinger og sandmuslinger, vil der blive anvendt såkaldte "carrying capacity"-modeller, som kombinerer dynamisk modellering og GIS-modellering. Den skønnede forekomst af blåmuslinger vil bygge på en populationsmodel baseret på skallængde. Yderligere anvendes en tilpasset version af MIKE-3D-modellen, beskrevet i afsnittet om havvand, inklusive beskrivelser af bentisk flora og fauna
- Ændringer i udstrækning og fordeling af fauna- og vegetationshabitater herunder tab og forøgelse. Habitatkortet fra basisundersøgelserne vil danne grundlag for denne vurdering. Der vil blive foretaget skøn over arealerne og de tilknyttede biomasser af vegetation og fauna i tabte habitater. Tilsvarende vil forøgelsen af biomasse på grund af kolonisering af nye faste underlag blive kvantificeret. Virkninger af disse ændringer på næringsdynamik, ilt, græsning af plankton og andre økosystemprocesser vil blive kvantificeret i modelscenarier

Vurderingen af virkninger på havets vegetation og fauna er nært forbundet med vurderinger af hydrografi, sediment og plankton. Endvidere udgør disse forudsigelser et vigtigt input for vurderingen af fisk, pattedyr og fugle.

#### 7.4.4. Fisk

##### Undersøgelsesområde og basisundersøgelser

Basisundersøgelserne vil navnlig fokusere på registrering af fiskevandring, fiskebestande, fiskeæg og -larver samt forekomsten af egnede gyde-, opvækst- og fourageringsområder. En stor del af undersøgelserne begrænser sig til linjeføringskorridoren og dens umiddelbare omgivelser samt til referenceområder i nærheden af projektet. Enkelte miljøfaktorspecifikke undersøgelser udføres imidlertid i større områder og strækker sig fra den østlige Østersø til Skagerrak. Der er tale om tværregionale referenceområder til registrering af mulige direkte og indirekte påvirkninger på forskellige fiskearter, som enten vandrer igennem Femern Bælt, eller som kan blive påvirket af hydrografiske forandringer.

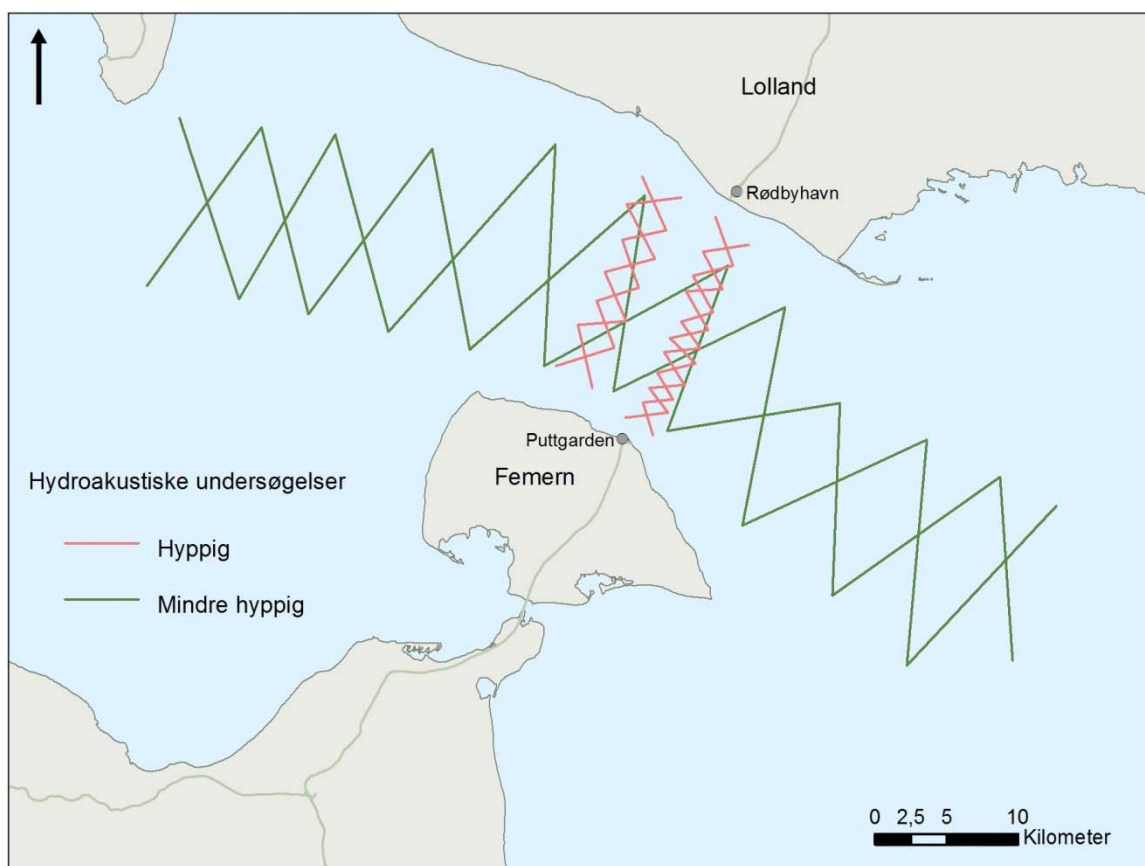
Nødvendige undersøgelser og afgrænsning af miljøfaktorspecifikke undersøgelsesområder:

- Analyse af historiske data:  
Gennemgang og sammenfatning af historiske data, herunder upublicerede såvel som publicerede studier og fiskeridata for Femern Bælt og de tilstødende farvande. Data omfatter alle udviklingsstadier fra æg til kønsmodne fisk og skal benyttes til beskrivelse af tidsmæssig og rumlig dynamik af de kommercielt udnyttede fiskebestande (dvs. sild, brisling og torsk). Disse arter udgør en vigtig del af basisundersøgelserne
- Undersøgelse af betydningen af vandringsruter, som krydser den foreslåede linjeføring, samt vigtige vandrende arters adfærd og deres foretrukne vandringsruter:  
Til de vigtigste vandrende fiskearter i undersøgelsesområdet hører den europæiske ål (*Anguilla anguilla*), sild (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus sprattus*). Der er i undersøgelsesområdet identificeret steder, som potentielt kan påvirkes af sedimentation, og områder, som forventes at være upåvirkede (Bundgaard *et al.*, 2008). Sedimentationsscenerierne danner grundlaget for fastlæggelsen af undersøgelsesområdet. Bestandene af torsk, sild og brisling undersøges ved hjælp af hyppige hydroakustiske målinger og trawlfiskeri langs linjeføringskorridoren og i dennes umiddelbare nærhed (indenfor 1-4 km, se figur 7.8). I den forbindelse registreres vandringsadfærd, rumlig og tidsmæssig fordeling samt de pelagiske fiskearters individtæthed. Derudover foretages der mindre hyppige undersøgelser i et referenceområde, der strækker sig ca. 20 km på hver side af den foreslåede linjeføring (figur 7.8)

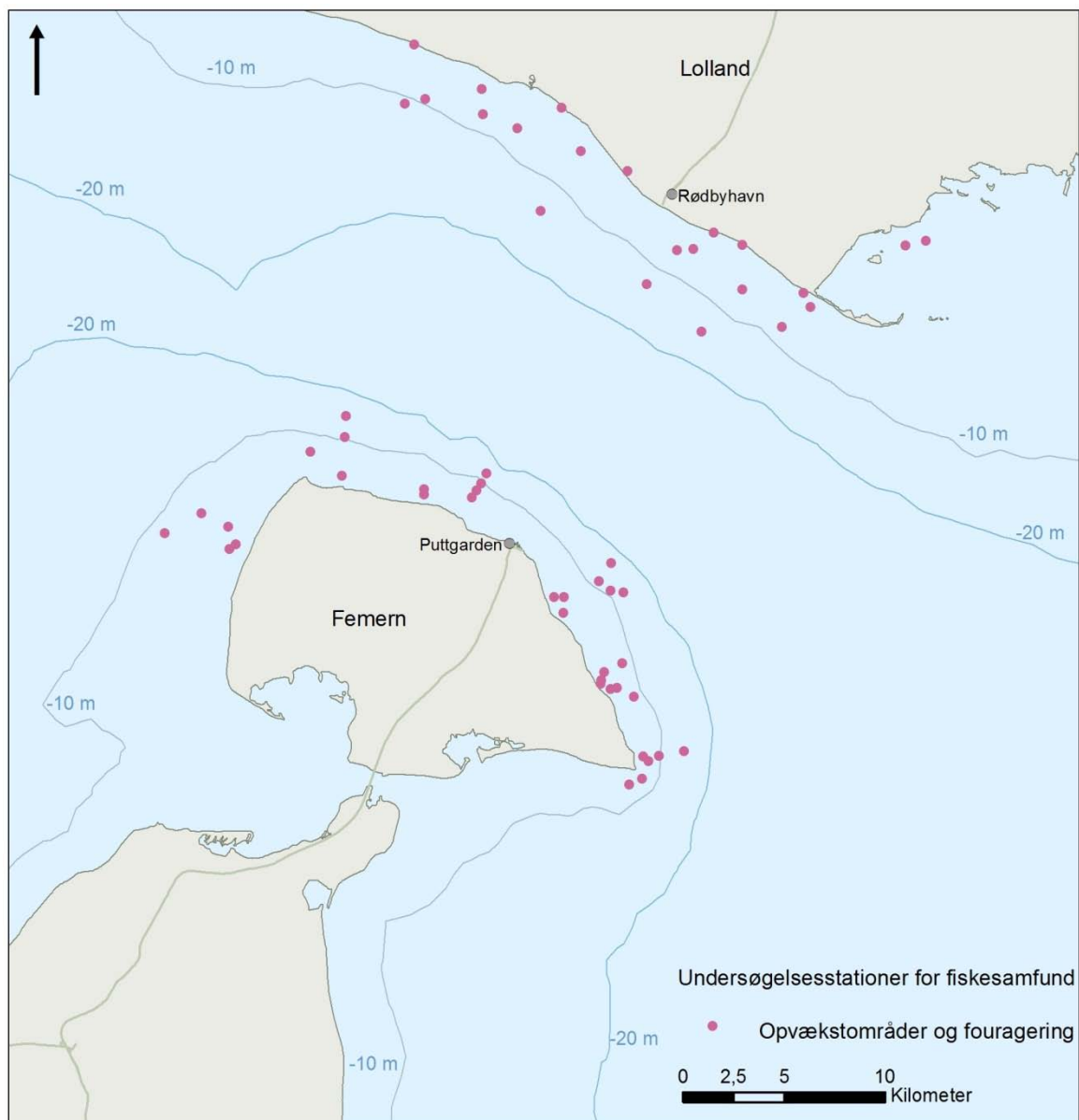
Blankålens (den voksne europæiske ål) vandringsadfærd undersøges ved mærkning og genfangst af mærkede ål. Ruterne for blankålens gydevandring fra Østersøen til Sargassohavet går både gennem Femern Bælt og Øresund. Derfor begrænser undersøgelserne sig ikke til undersøgelsesområdet i den centrale del af Femern Bælt, men omfatter også vandringen fra området omkring Bornholm. Der mærkes blankål på både den danske og den tyske side af Femern Bælt. Ved genfangst af mærkede ål kan en stor del af de danske farvande dækkes, og de vigtigste vandringsruter registreres. For at undersøge, om de mærkede ål vandrer gennem Femern Bælt eller gennem Øresund, transporteres en del af de mærkede ål til området omkring Bornholm, hvor de sættes ud igen

- Karakterisering af fiskehabitater og fiskesamfund i linjeføringskorridoren og dens nærmeste omgivelser:

På grundlag af den ovenfor beskrevne kartografiske registrering af habitattyper samt sedimentationssceneriet (Bundgaard et al., 2008) er der oprettet et system af stationer til undersøgelserne. Stationerne fordeles således, at alle habitattyper dækkes repræsentativt. Stationerne er differentieret med henblik på at dække flest mulige fiskearter og stadier. Ud over at belyse sammensætningen af fiskesamfund i de forskellige habitattyper, muliggør evalueringen af stadierne også en vurdering af habitaternes rolle for de enkelte fiskearter (f.eks. opvækstområder, gydeområder, fourageringsområder). Undersøgelsesområdet omfatter kystområdet fra Fastensee i den vestlige del til Staberhuk i den østlige del af Femern samt Lollands kystlinje fra Kramnitse i den vestlige del til øen Storeager i den østlige del. Vestlige og østlige stationer, der ikke påvirkes af anlægsprojektet, betragtes som referenceområder. Stationernes positioner fremgår af figur 7.9



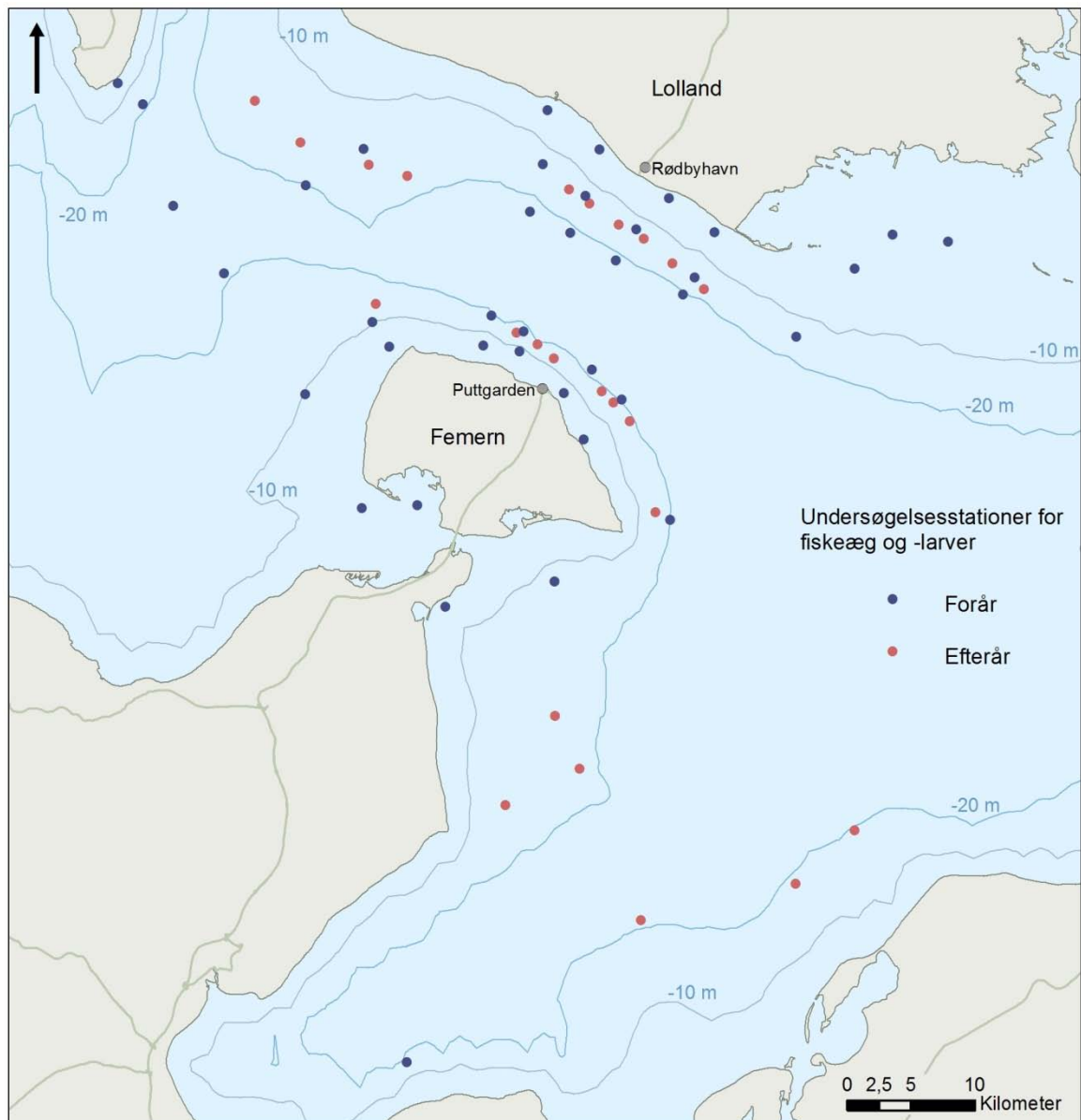
**Figur 7.8** Oversigt over de fastlagte transekter til undersøgelser ved hjælp af hydroakustisk og trawlfiskeri til registrering af fiskebestande og vandringsadfærd (hyppige undersøgelser (røde linjer); mindre hyppige undersøgelser (grønne linjer))



**Figur 7.9** Prøvetagningsstationer til registrering af fiskesamfund (der anvendes forskellige fangstredskaber, f.eks. bundgarn, ruser, trawl osv.)

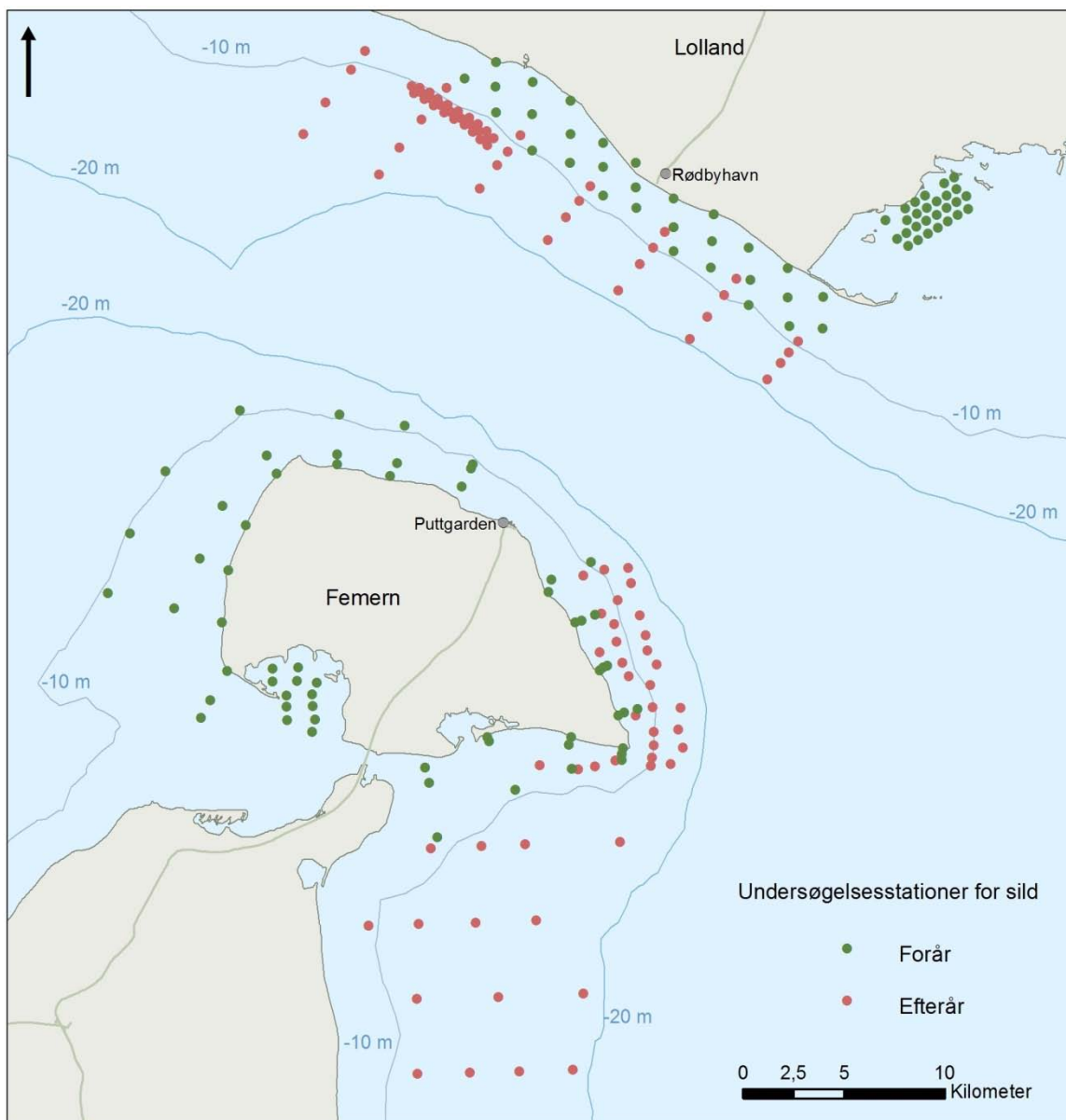
- Fiskeæg og -larver:  
Omfanget af undersøgelserne vedr. forekomsten af pelagiske fiskeæg og -larver er fastlagt på grundlag af aktuel viden om transport af æg og larver gennem Femern Bælt samt gydeområdernes placering (Riber & Raschke, 1999). Derudover er der defineret referenceområder med henblik på at registrere naturlige påvirkninger på æg og

larver (år-til-år-variationer eller klimarelaterede ændringer). Til prøvetagningerne anvendes Bongo-net med en maskevidde på 500 µm. Undersøgelingsområdet omfatter en ca. 20 km lang strækning langs Lollands kyst, herunder Rødsand, samt hele strækningen langs Femerns nordlige og østlige kystlinje (se figur 7.10). Derudover tages der prøver fra referenceområder uden for det område, der potentielt påvirkes af anlægsprojektet (syd-øst for Langeland samt den vestlige del af Mecklenburg Bugt). Ved hjælp af hydrodynamiske modeller benyttes de indsamlede data vedrørende forekomsterne af fiskeæg og -larver til at vurdere potentielle gydeområder



**Figur 7.10** Undersøgelingsstationer til registrering af pelagiske fiskeæg og -larver. Der fiskes med Bongo-net. (Blå punkter = undersøgelser forår; røde punkter = undersøgelser efterår)





**Figur 7.11** Stationer til registrering af sildebestande. Grønne punkter = undersøgelser forår; røde punkter = undersøgelser efterår.

- Registrering af sildebestande og undersøgelse af rekruttering:  
Undersøgelserne omfatter (a) skøn af indvidtæthed og biomasse af de forårsgydende sild i potentielle gydeområder i nærheden af linjeføringskorridoren samt i referenceområder og (b) kortlægning af de efterårsgydende sild og (c) undersøgelse af bestandene af sildearver.

Omfanget af kortlægningen af sildegydeområderne i Femern Bælt er fastlagt på grundlag af sedimentationsscenarioer. (Bundgaard *et al.*, 2008). Desuden er der taget højde for beskrivelserne af potentielle gydeområder for de forårs- og efterårsgydnende sild i forundersøgelsen og i litteraturen i øvrigt

Gydemulighederne for efterårsgydnende sild er markant mindre i undersøgelsesområdet end de tilsvarende muligheder for forårsgydnende sild. Det skyldes, at deres gydepladser er begrænset til rødalgevegetationen i dybder på 10-20 m. Disse gydehabitater forekommer kun sydøst for Femern samt enkelte steder langs Lollands kyst. Dette er der taget højde for ved fastlæggelsen af undersøgelsesernes omfang og placeringen af stationerne. Figur 7.11 viser placeringen af stationerne. Med henblik på registrering af gydeaktivitet benyttes undervandsvideo, betjent af dykkere. Derudover gennemføres fiskeri med garn og bundgarn. Til evaluering af fiskenes udviklingsstadium benyttes almindeligt anerkendte metoder. Det planlægges at benytte ørestens- og DNA-teknikker til at skelne mellem forskellige sildebestande. Data for bestande af forårsgydnende sild, stammer fra ICES (International Council for the Exploration of the Sea) og de nationale fiskeriundersøgelsesinstitutter

- Skøn over bestandene af kommercielt vigtige fiskearter:  
Tyske og danske fiskeriundersøgelsesinstitutter foretager regelmæssige bestandsopgørelser i Østersøen, herunder Femern Bælt og den danske del af Bælthavet samt Kattegat og Skagerrak. Som led i basisundersøgelserne suppleres disse rutinemæssige undersøgelser i Femern Bælt med yderligere stationer og prøvetagninger i og omkring den foreslåede projektkorridor. To af de supplerende undersøgelser benytter bundtrawl, primært med henblik på bundlevende fiskearter. De øvrige to undersøgelser benytter hydroakustik til bestemmelse af bestanden af især pelagiske fisk samt Bongo-net til indsamling af æg og larver

De eksisterende data på lokalt, regionalt og tværregionalt plan anvendes til vurdering af indvirkningerne på fiskeriet fra den planlagte faste forbindelse. Data for lokalområdet omkring den planlagte faste Femern-forbindelse (projektkorridoren og tilstødende områder) gør det muligt at vurdere de umiddelbare indvirkninger på fiskeriet. Undersøgelsen af det regionale område strækker sig 80 til 90 km fra anlægsprojektet. Data vil afdække mulige forskydninger af fiskeriet fra lokalområdet til de tilgrænsende havområder. Data for de tværregionale undersøgelser anvendes til at vurdere projektets potentielle påvirkning af fiskeriet gennem mulige ændringer af bestanden af kommercielt vigtige fiskearter som f.eks. sild eller torsk (gydesucces/rekruttering og vandring)

### **Potentielle påvirkninger**

De væsentligste potentielle virkninger på fiskearter og fiskesamfund forventes i anlægsfasen som følge af sedimentspild og den deraf følgende stigning i turbiditet og sedimentation. Selve tilstedeværelsen kan afhængig af den valgte løsning for den faste forbindelse også resultere i potentielle permanente virkninger på fiskesamfundene på grund af ændringer i de hydrody-

namiske forhold og forstyrrelser forårsaget af støj, lys og vibrationer. Endvidere kan der opstå nye revsamfund på undersøiske konstruktioner som f.eks. bropiller.

De potentielle virkninger omfatter følgende:

- Midlertidig og reversibel forringelse af gyde-, opvækst- og fourageringsområder på grund af sedimentation af partikler fra sedimentspildet i anlægsfasen
- Skadelige virkninger på overlevelsen af æg og larver og undvigeadfærd på grund af øget turbiditet i vandsøjlen. Dette kan potentielt ændre forskellige fiskearters vandring til gydeområder eller vandringen til deres opvækst- og fourageringsområder
- Risiko for permanent vanskeliggjort vandring for nogle fiskearter på grund af de fysiske strukturer samt driftsrelateret lys og støj fra en broløsning
- Permanent og uopretteligt tab eller forringelse af habitater på grund af fysiske strukturer og ændring af havbundsforhold, således at de forbliver utilgængelige eller bliver mindre egnede til gydning, opvækst og fouragering
- Permanente virkninger på udvekslingen af fiskeæg og larver mellem Femern Bælt og den centrale del af Østersøen på grund af hydrodynamiske ændringer i strømforhold og opblanding. Dette kan videre have mulige konsekvenser for fiskesamfund og arts-sammensætning i Femern Bælt
- Ændring i rekrutteringen af den truede torskebestand i Østersøen på grund af ændringer i tilførslen af saltvand og ilt til Østersøen

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af virkningerne på fisk skal klargøre, om gravearbejde, deponering, sediment-spild, ændringer i de hydrodynamiske forhold, introduktion af nyt fast substrat samt støj- og lysemission vil forårsage væsentlige påvirkninger af fiskesamfund enten direkte eller indirekte gennem virkninger på plankton, bundfauna og -vegetation.

Vurderingen vil fokusere på:

- Virkninger på fisks vandring. Silds, brislings, torsks og blankåls vandringmæssige adfærd vil blive forudsagt på grundlag af dosis-respons-relationer der beskriver undvigeadfærd og virkninger på fordeling og tæthed. Disse relationer vil blive fastlagt på grundlag af litteraturdata
- Virkninger på gydning og forekomsten af gydeområder. Fremgangsmåden vil omfatte kortlægning af habitaters egnethed kombineret med forudsigelser baseret på dynamisk modellering af de tekniske løsningsmodeller. Et vigtigt emne for modelleringen vil være kvantificering af mulige virkninger på rekrutteringen af æg og larver. Modelleringen vil blive understøttet af dosis-respons-eksperimenter i laboratoriet, der kvantificerer virkningerne af sedimentspild på dødeligheden af æg og larver fra fisk af forskellig gyde-type. Herudfra bestemmes arternes følsomhed

- Ændringer i forekomsten af opvækst- og fourageringsområder med mulige konsekvenser for de lokale fiskesamfund. Dette vil blive vurderet på grundlag af nøglevariable som f.eks. temperatur, dybde, sedimentkornstørrelse og tilstedeværelse af bundvegetation. Hvad angår gydeområder, vil habitatmodellering være et vigtigt redskab
- Virkninger på rekrutteringen af torsk i Østersøen. Eventuelle ændringer i gydevolumen, dvs. det vandvolumen, hvor kombinationen af saltholdighed og ilt gør det muligt for torskeæg og – larver at overleve, vil blive beregnet. Detaljeret viden fra nationale forskningsinstitutter om forekomsten af torsk i Østersøen og torskebestandens følsomhed med hensyn til rekruttering vil blive anvendt i vurderingerne

I forbindelse med de planlagte konsekvensvurderinger vil der blive udviklet modeller, som beskriver fiskeæggenes udvikling og, som kan beregne hvilket gydeområde de stammer fra.

Hertil benyttes to forskellige modeller. Den første model (Individual based model – individbaseret model) beskriver den temperaturafhængige udvikling fra æg til –larve for forskellige fiskearter. Denne er opgjort som DFD (Daily Fractional Development – *daglig udviklingsandel*) for perioden mellem gydning og klækning af ægget. Den anden er en hydrodynamisk model, der beregner fiskeæggs og –larvers geografiske placering tilbage i tiden. Sidstnævnte model (HD-model) er nærmere forklaret i afsnit 7.3.2.

Vurderingen af virkninger på fisk er nært forbundet med vurderinger af hydrografi, sediment og havets flora og fauna samt fiskeri. Derudover kan forudsatte ændringer i fiskesamfund være vigtige for vurderingen af havpattedyr, fugle og fiskeri.

#### **7.4.5. Havpattedyr**

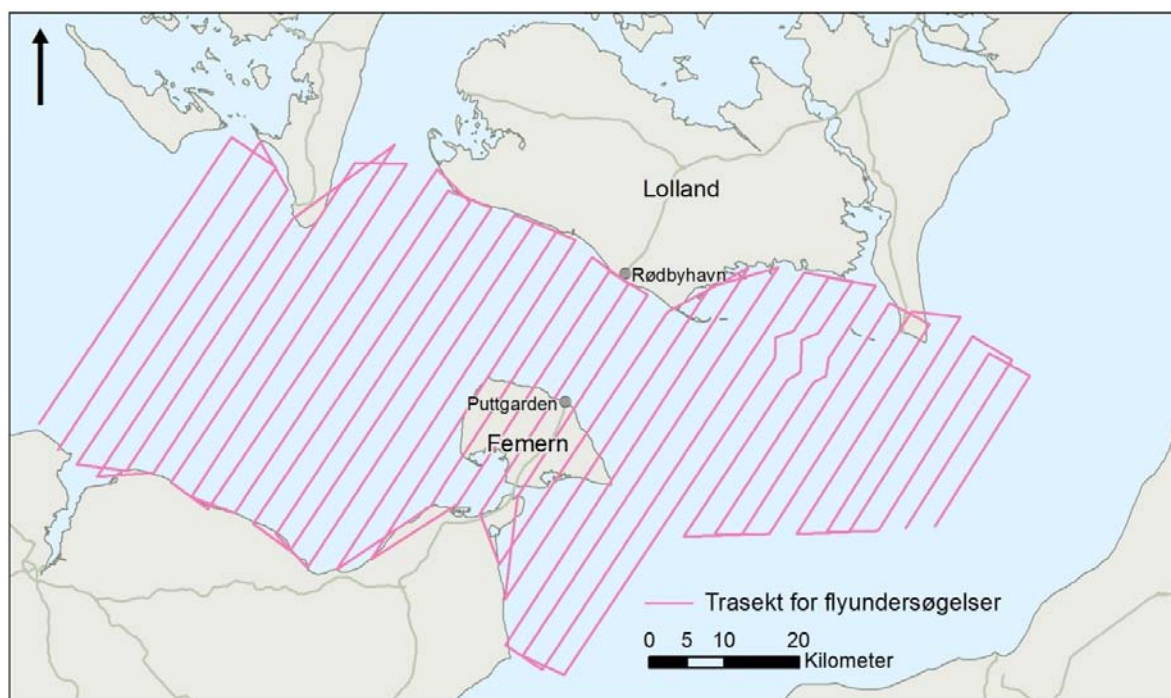
##### **Basisundersøgelser**

Hensigten med basisundersøgelsen er at tilvejebringe oplysninger om marsvins, spættede sælers og gråsælers tæthed, fordeling og habitateranvendelse i projektkorridoren og de tilstødende vandområder. Metoderne vil følge internationale standarder og være i overensstemmelse med de tyske standarder for VVM-undersøgelser for offshore vindmølleparker (StUK3).

Undersøgelserne gennemføres i et område, der afgrænses omtrent fra linjen Kiel-Langeland mod vest og linjen Gedser-Dahmeshöved mod øst (figur 7.12). Afgrænsningen af undersøgelsesområdet sikrer en fuldstændig dækning af de Natura 2000-områder, der ligger i eller grænser op til Femern Bælt, og hvori havpattedyr indgår i bevaringsmålsætningen. Undersøgelsesområdets forholdsvis store udstrækning fra øst mod vest skal samtidig gøre det muligt at registrere mulige gradienter i forekomsten af de forskellige arter og identificere mulige centrale udbredelsesområder. Desuden dækker undersøgelsesområdet det område, der maksimalt kan blive påvirket af suspenderet stof fra gravearbejdet, identificeret ud fra tidligere undersøgelser. P.g.a. undersøgelsesområdets størrelse kan nogle områder senere udpeges som upåvirkede referenceområder til overvågningen.

Undersøgelserne vil omfatte:

- For marsvin vil tæthed og udbredelse blive undersøgt under anvendelse af månedlige flytællinger i stor skala suppleret (figur 7.12) med data fra visuelle skibsbaserede undersøgelser, som gennemføres hovedsageligt med henblik på tællinger af havfugle. Marsvinenes afstand til transekterne måles for senere at kunne beregne tætheden (marsvin per areal) med DISTANCE-software (<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk>). De fly-baserede transektundersøgelser vil blive foretaget efter "distance sampling method"



**Figur 7.12** Basisundersøgelse af marsvin og rastefugle. Linjer, der på tværs af bæltet, angiver de transekter, der er anvendt i flytællingerne.

- Data om sælers fordeling og individtal fra regelmæssige tællinger på eksisterende hvilepladser
- Marsvins habitat anvendelse (forekomst i Femern Bælt-området og enkelte indikationer om adfærd) vil blive opgjort under anvendelse af omkring 27 passive akustiske overvågningsanordninger, der skal udlægges i forskellige afstande til projektkorridoren
- For at bestemme hvordan marsvin og spættede sæler anvender og vælger habitater, vil der blive gjort forsøg på at mærke dyr af begge arter for at registrere deres bevægelser via GPS-teknologi og satellit-telemetri. Forekomsten af sæler og marsvin i forhold til forskellige miljøparametre som f.eks. temperatur og strømme vil blive analyseret under anvendelse af kendte modelleringsprincipper som multivariabel regression.

Resultaterne fra de hydrografiske og biologiske undersøgelser anvendes som grundlag. Transektflyvninger og passive akustiske overvågning er startet i vinteren 2008

- For at undersøge nuværende antropogene påvirkninger vil der blive indsamlet profiler af baggrundsstøj ved hjælp af akustiske optagere i et større område, der dækker projektkorridoren og områder uden for dette.

De anvendte undersøgelsesmetoder angivet i Bilag B.

### **Potentielle virkninger**

Der kan opstå potentielle virkninger på havpattedyr under anlæg og drift af den faste forbindelse, og disse virkninger er potentielt både direkte og indirekte virkninger. Sammenfattende vedrører de potentielle virkninger på havpattedyr følgende:

- Forstyrrelse på grund af undervandsstøj og vibrationer under anlæg og drift. Der genereres f.eks. støj fra gravemaskiner og andre arbejdsfartøjer. Såfremt der er behov for pæleramning i forbindelse med en bro, er det muligt, at der vil være omfattende virkninger (>10 km). En broløsning kan desuden betyde at skibstrafikken koncentrerer sig i en smallere korridor, der fører til lokalt øget undervandsstøj
- Barrierevirkninger vil kunne forårsages af undersøiske strukturer som f.eks. bropiller og ventilationsøer. Sådanne virkninger vil, hvis de er permanente, påvirke anvendelsen af lokale habitater, og for marsvin kan de også resultere i virkninger med en større udstrækning, hvis vandringer mellem den vestlige og den østlige del af Østersøen begrænses
- Midlertidige eller permanente ændringer eller endda tab af habitater for havpattedyr. Ændringer i hydrografi, sedimentdynamik, bundfauna, bundvegetation og fiskesamfund kan have indflydelse på, hvilke habitater, der anvendes af marsvin og sæler, ligesom tilstedeværelsen af undersøiske strukturer vil føre til tab af habitater
- Sedimentmobilisering under anlægsaktiviteter kan resultere i frigivelse af tidligere utilgængelige forurenende stoffer til miljøet. Dette kan potentielt påvirke marsvin og sæler, som optager stofferne gennem fødekæden
- Habitatændringer, der fører til nye habitater for havpattedyr. Undersøiske strukturer som f.eks. bropiller vil fungere som kunstige rev, som lokalt kan føre til en betydelig berigelse i bundfaunaens og vegetationens biomasse. Dette kan tiltrække fiskearter og derefter havpattedyr. Kunstige rev kan således også have en positiv virkning på havpattedyr ved lokalt at tilvejebringe forøgede føderessourcer

## Planlagte konsekvensvurderinger

Vurderingen af virkningerne på havpattedyr skal præcisere, om anlægsaktiviteter, ændringer i de hydrodynamiske forhold, fysiske strukturer som bropiller og ventilationsøer, samt støj vil forårsage nævneværdige påvirkninger. Vurderingen vil fokusere på følgende:

- Ændringer i adfærd og forstyrrelse på grund af støj og vibration fra anlægsarbejdet. Information fra litteratur og egne målinger af relevante undersøiske støjkluder vil blive anvendt til at vurdere støjbelastningen i Femern Bælt i anlægsfasen. Der vil blive udarbejdet modeller af støjforholdene under vandet i Femern Bælt-området og de modtagne lydtrykniveauer i forskellige afstande fra byggepladsen, under anvendelse af forskellige formler for transmissionstab. Hertil anvendes også målinger af den omgivende støj foretaget i basisundersøgelserne. Zoner for støjpåvirkning for hhv. hørbarhed, maskering, adfærdsmæssig reaktion og fysisk skade vil blive afgrænset under anvendelse af forskellige støjbelastningskriterier fra litteraturen
- Ændringer i adfærd og fordeling forårsaget af støj fra skibsfart, herunder analyse af eksisterende støjprofiler under anvendelse af basismålinger, modellering af ændringer i støjprofiler på grund af ændringer i skibsfarten, samt vurdering af zoner for støjpåvirkning på grundlag af modtagne lydtrykniveauer og forskellige belastningskriterier fra litteraturen (se ovenfor)
- For marsvin vil der blive foretaget sammenlignende undersøgelser af adfærdsmæssige reaktioner ved en eksisterende bro (Storebælt) for at vurdere barrierevirkninger in situ. Her anvendes visuelle og akustiske metoder for at undersøge marsvinenes fordeling og adfærden i forskellige afstande af en eksisterende bro. Desuden foretages undersøgelser af lyden under vand i disse områder. Mulige påvirkninger fra Storebæltsbroen undersøges fortsat ved at måle marsvinenes vandring (udføres af NERI – National Environmental Research Institute)
- Ændringer i adfærd og fordeling på grund af habitatændringer. Der vil blive foretaget skøn over forventede ændringer på grundlag af vurderingerne af ændringer i hydrodynamik og bundfauna og bundvegetation. I denne sammenhæng anvendes også data fra de andre delprojekter (hydrodynamik, marinbiologi, fisk). Endelig foretages et skøn over virkningerne på marsvin og sæler under anvendelse af disse resultater, samt modellering og indikationer af spættede sælers føde, indsamlet i basisundersøgelsen

Konsekvenser af forurening af fødekilder vil også blive taget op, såfremt resultatet fra undersøgelsen af frigivelse af stoffer fra sedimentspild (se Afsnit 7.2.3) viser en risiko for nævneværdig forurening af havpattedyrets fødekilder.

## 7.5. Jordbunden på Femern og Lolland

### Basisundersøgelser

Der vil blive udarbejdet en omfattende beskrivelse af geologi, jordteksturer og jordtyper samt af påvirkning af den naturlige jordbund som følge af intensive driftsformer, dræning, forsegling, osv. for undersøgelsesområderne på Femern og Lolland (figur 2.7).

På Femern vil vurderingen af jord følge den tyske "Orienteringsramme for bestandsopgørelse og -evaluering samt identifikation af kompensationsforanstaltninger i forbindelse med landskabsplejerelevanteret følgeplanlægning ved vejbygningsprojekter", (Orientierungsrahmen zur Bestandserfassung, -bewertung und Ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen landschaftspflegerischer Begleitplanungen für Straßenbauvorhaben, Landesamt für Straßenbau und Straßenverkehr Schleswig-Holstein, 2004). GEUS' klassifikation af jord (beskrivelse af jordtyper og naturlig bonitet) vil blive anvendt for Lolland (Danmarks Miljøportal, 2009).

Jordtypekort af områderne og geotekniske undersøgelser, udført under projektet sammen med oplysninger fra GEUS' Jupiter database (for Lolland), vil være grundlaget for beskrivelsen af jordbunden i områderne (GEUS, 2009). Data om havneområder, tidligere fabrikslokalteter samt deponeringssteder for forurenede jord, vil også blive medtaget i undersøgelsen for at belyse mulig jordforurening.

Jordens betydning og følsomhed vil blive bestemt på grundlag af følgende kriterier: Jordbundens betydning for økosystemet, graden af naturlighed, potentiale for udvikling af biotoper, naturlig bonitet, sjældne jordtyper og jordtyper af kulturhistorisk værdi, samt følsomhed over for belastning med forurenende stoffer. Eksisterende påvirkninger vil også blive taget i betragtning. Der vil, om nødvendigt blive udført supplerende feltundersøgelser for at klarlægge eventuelle usikkerheder, der fremkommer under indsamlingen og analysen af data.

For Femern vil følgende eksisterende data blive analyseret:

- Landskabsrammeplan, planlægningsområde II 2003 (*Landschaftsrahmenplan, Planungsraum II*, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein, 2003)
- Landskabsplan for "Stadt Femern" 2007 (*Landschaftsplan der Stadt Fehmarn*, Stadt Fehmarn, 2007)
- Oversigtskort over jordbunden 1:200.000 (*Bodenübersichtskarte 1: 200.000*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2001)
- Kort over forhold af geovidenskabelig værdi, målestok 1:250.000 (Karte „*Geowissenschaftlich schützenswerte Objekte (GeoSchOb)*“, Maßstab 1:250.000, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 1991)



- Kort over Slesvig-Holstens jordbund 1:50.000 (*Bodenkarte Schleswig-Holstein, Insel Fehmarn 1: 50.000*, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 1958)
- Petrografisk kort over Femern 1:25.000 (*Petrografische Karte von Fehmarn, Maßstab 1:25.000*, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 1957)
- Atlas over landbrug og miljø i Slesvig-Holsten (*Landwirtschafts- und Umweltatlas von Schleswig-Holstein*, (<http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/>; Stand 2009)
- LLUR's, Landbrugs- Miljø og Landdistriktstyrelsens jordinformationssystem, Slesvig-Holsten. (*Bodeninformationssystem des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, LLUR, Schleswig-Holstein*, under udvikling)
- Data fra undersøgelser vedrørende B 207-vejforbindelsen i baglandet (GTU Ingenieurgesellschaft mbH, 2008/2009)
- Data fra Femern A/S' geoteknisk informationssystem (forundersøgelser)
- Grundvandsmodellering i omkring det tyske tilslutningsanlæg

Der vil blive indhentet data om steder med forurenede jord i undersøgelsesområdet på Femern, fra de relevante myndigheder (Miljømyndigheden i Kreis Ostholstein; Landbrugs-, Miljø og Landdistriktstyrelsen S-H/LLUR). Der vil blive udført supplerende undersøgelser af forskellige tungmetaller omkring det planlagte tilslutningsanlæg (f.eks. jernbanespor, havneområde) og den mulige negative indvirkning på jorden (og grundvandet) i henhold til forskriften i den tyske forordning om jordbeskyttelse (Bundesbodenschutzverordnung) for at fastlægge graden af jordforurening på udvalgte lokaliteter.

For Lolland vil der i jordanalysen blive anvendt følgende eksisterende data og oplysninger:

- GEUS jordartskort (Danmarks Miljøportal, 2009)
- GEUS jordklassifikationskort (jordkvalitet og bonitet) (Danmarks Miljøportal, 2009)
- Data fra Region Sjælland om rådstoffer (Region Sjælland, 2008; Region Sjælland, 2007)
- Data fra Region Sjælland om steder med risiko for forurenede jord (vidensniveau 1) og steder, hvor det vides, at der findes forurenede jord (vidensniveau 2) (Region Sjælland, 2009)
- Data fra Danmarks Miljøportal, herunder data fra Regionplan 2005-2017 (for det tidligere Storstrøms Amt) (Storstrøms Amt, 2005)
- Data fra Lolland Kommunes Lokalplaner (Rødby Kommune, 2004; Lolland Kommune, 2009)

- Data fra Banedanmarks register over forurenede områder (Banestyrelsen Rådgivning, 2000)
- Information fra GEUS' Jupiter database (GEUS, 2009)

Information fra tidligere geotekniske undersøgelser vil blive medtaget herunder f.eks. data fra forundersøgelsen fra 1999 og en nylig undersøgelse foretaget af Femern A/S som del af de seneste basisundersøgelser (2008-2009). Denne undersøgelse omfatter refleksionsseismiske profiler, MEP (Multi Electrode Potential), TEM (Transiente Elektromagnetiske Målinger) og udførelse af yderligere fem borer i området øst for den eksisterende motorvej på Lolland.

### **Potentielle virkninger**

Femern Bælt-forbindelsens potentielle virkninger er følgende:

- Foringelse og tab af jord og dræning af naturlig organisk jord, forårsaget af den faste forbindelse, som følge af at de øvre jordlag befæstes, samt udgravning og opfyldning i forbindelse med projektet
- Forurening af jord, mulige ændringer i biokemiske processer og forringelse af overflade- eller grundvandspåvirket jord (forurening ved udledninger fra trafik), forårsaget af projektets drift

### **Planlagte vurderinger**

Foringelse og tab af jord, forårsaget af selve de fysiske strukturer og risikoen for forurening af jord i anlægsfasen vil så vidt muligt blive vurderet kvantitativt for så vidt angår rumlig udstrækning og volumen. Yderligere vil de forventede emissioner fra trafikken blive kvantificeret i forhold til tid og sted.

For Lolland vil vurderingerne også omfatte områder i byzonen, hvor jorden klassificeres som let forurenede (områdeklassificeret) af Region Sjælland og Lolland Kommune, hvis sådanne områder påvirkes af projektet.

## **7.6. Vand på Femern og Lolland**

### **7.6.1. Grundvand**

#### **Basisundersøgelser**

Denne basisundersøgelse vil beskrive de geologiske og hydrogeologiske forhold i undersøgelsesområderne på Femern og Lolland (figur 2.7). For Lolland vil beskrivelsen blive baseret på basisdata fra de geotekniske borer og undersøgelser udført af Miljøcenter Nykøbing Falster og GEUS. For Femern vil data om jord og hydrogeologiske parametre blive tilvejebragt af Slesvig-Holstens Geologiske Styrelse og fra foreliggende publikationer.

Til vurdering af risikoen for grundvandsforurening vil der blive anvendt data om forurenede jord, der indsamles i basisundersøgelsen (se jord).

Relevant information vedrørende drikkevandsindvinding vil blive indsamlet fra de ansvarlige myndigheder, og vil bl.a. omfatte drikkevandsinteresser, grundvandsmagasiner og deres sårbarhed. Endvidere vil vandværker og drikkevandsbrønde blive kortlagt.

Der vil om nødvendigt blive udført yderligere feltundersøgelser for at afklare eventuelle usikkerheder, der fremkommer under indsamlingen og analysen af data.

### **Potentielle virkninger**

Projektet kan give anledning til følgende virkninger på grundvandet:

- Risiko for havvandsindtrængning i grundvandet, når der udføres permanent og/eller midlertidig grundvandspumpning
- Virkninger på grundvandets strømningsfelt, barriereeffekter f.eks. pga. tunnelportaler
- Tab eller forringelse af områder med særlig betydning for grundvandet, mulige påvirkninger af grundvandsdannelsen
- Mulige virkninger på dannelsen af grundvand samt permanent eller midlertidig sænkning eller stigning af grundvandsspejlet
- Forbrug af grundvand under anlæg og drift
- Forurening af grundvands-/drikkevandsressourcer

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

For Lolland og Femern bliver der udarbejdet en geologisk-numerisk grundvandsmodel af undersøgelsesområdet. Denne model vil blive anvendt til at vurdere ændringer i grundvandsspejlet, og mulige indvirkninger på grundvandet, forårsaget af etableringen af den faste forbindelse (f.eks. nær en tunnelportal).

De hydrogeologiske modeller vil blive anvendt til at simulere permanente eller midlertidige sænkninger eller stigninger i grundvandsspejlet. Indvirkninger på grundvandsressourcer (mængde) og grundvandskvalitet, forårsaget af forskellige projektkomponenter (tunnelportal, tilkørselsrampe til broen), vil også blive vurderet.

Yderligere vil risikoen for grundvandsforurening som følge af ulykker i anlægsfasen og driftsfasen blive vurderet. Også virkningen af en eventuel sænkning af grundvandsspejlet ved spredning af forurening kan blive simuleret. Risikoen for grundvandsforurening som følge af trafik i driftsfasen vil ligeledes blive vurderet.

## 7.6.2. Overfladevand

### Basisundersøgelser

Vandløb (grøfter), søer, vandhuller og andre mindre vandområder i undersøgelsesområdet vil blive kortlagt, beskrevet og vurderet på grundlag af feltundersøgelser og en grundig gennemgang af litteraturen. Undersøgelserne vil fokusere på vandområdernes biologiske betydning. Deres sårbarhed over for forurening vil blive vurderet.

I overensstemmelse med "Orienteringsramme for bestandsopgørelse og -evaluering samt identifikation af kompensationsforanstaltninger i forbindelse med landskabsplejerelevanteret følgeplanlægning ved vejbygningsprojekter" (*Orientierungsrahmen zur Bestandserfassung und -bewertung und Ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen Landschaftspflegerischer Begleitplanungen*, Landesamt für Straßenbau und Straßenverkehr Schleswig-Holstein, 2004), vil betydning og følsomhed af overfladevandområder på Femern blive klassificeret i henhold til to værdiniveauer (generel betydning/følsomhed og særlig betydning/følsomhed). Følgende kriterier vil blive benyttet: vandområdernes afstrømningsopland, graden af naturlighed, sjældenhed i det naturlige økosystem, vandkvalitet, kapacitet for selvrensning, vandføring, mulighed for vandbinding og følsomhed over for belastning samt over for eksisterende påvirkninger.

For vandområderne på Lolland anvendes eksisterende data, bl.a. to formaliserede indekser; nemlig Dansk Vandløbsfaunaindeks, DVFI (Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1998; Miljøstyrelsen, 1998) og i henhold til regionplanen ("*Målsætning for vandløb og søer*") (Storstrøms Amt, 2005).

### Potentielle virkninger

I anlægsfasen kan overfladevand potentielt påvirkes af regnvandsafstrømning fra byggepladsen og oliespild fra maskiner.

I driftsfasen kan regnvandsafstrømning fra vej- og tilkørselsområder øge risikoen for forurening af overfladevand. Hændelser med særlig stor afstrømning, kan forårsage midlertidige, lokale oversvømmelser.

En midlertidig eller permanent sænkning af grundvandsspejlet kan også påvirke vandstanden for overfladevand i området omkring tilslutningsanlæggene til den faste forbindelse.

### Planlagte konsekvensvurderinger

På grundlag af udformningen af tilslutningsanlæggene, vil følgende virkninger på overfladevand i anlægs- og driftsfasen blive beskrevet:

- Virkning på overfladevandet af hhv. en midlertidig og en permanent grundvandssænkning
- Virkning af ændringer i vandføringen i vandløb på grund af afstrømning fra befæstede arealer

- Forringelse og tab af overfladevandområder
- Negative virkninger af forurenende stoffer på grund af udledning i vandløb

Betydningen af de forskellige indvirkninger vil blive præsenteret, og eventuelle ændringer af vandføring og naturlighed vil så vidt mulig blive beskrevet kvantitativt.

## **7.7. Flora, fauna og biodiversitet på Femern og Lolland**

### **Basisundersøgelser**

Flora og fauna i undersøgelsesområdet (figur 2.7) vil blive kortlagt og vurderet på grundlag af:

- Feltundersøgelser og kortlægning, udføres i perioden 2008 til 2010 med hovedindsatsen i 2009. Feltundersøgelserne gennemføres på tidspunkter af året og døgnnet, som er optimale for de pågældende arter
- Resultater fra forundersøgelserne fra 1999 (Femern Bælt COWI-Lahmeyer, 1999) anvendes ikke direkte, men kun til at beskrive udviklingen over tid
- Gennemgang af litteratur og databaser – f.eks. temaer fra plandokumenter samt publikationer og anden information fra de nationale myndigheder, kommunerne forskningsinstitutioner og ikke-statslige organisationer
- Konsultation af nationale og lokale eksperter om tilstedeværelsen af visse dyre- og plantearter eller -grupper (f.eks. insekter, padder, flagermus, karplanter, mosser (kun på Lolland), larver og svampe)
- Registrering af flagermustrækket, fra skib på forskellige positioner i Femern Bælt ved hjælp af en flagermusdetektor (med tidsmæssig udvidelse) samt med fastinstalleret udstyr til permanent akustisk registrering (Anabat) på en Scandlines-færge. Førstnævnte undersøgelser udføres i forbindelse med radarundersøgelserne af fugletræk

De områder, der kortlægges, omfatter naturbeskyttelseslovens § 3 samt arealer og §21 i Naturbeskyttelsesloven for Slevig-Holsten, der rummer habitattyper på Habitatdirektivets Bilag I, og øvrige arealer med habitatnaturtyper, skovarealer, remiser og andre plantninger, vandløb og øvrige lokaliteter, som vurderes at have en biologisk værdi, f.eks. lidt ældre brakarealer.

De metoder, der anvendes til kortlægning af flora og fauna, er angivet i Bilag C. De angivne artsgrupper er udvalgt på grundlag af deres beskyttelsesmæssige status og egnethed som indikatorer, og fordi de er relativt nemme at identificere.

### **Potentielle virkninger**

De potentielle virkninger på de tilstedeværende dyre- og plantearter og deres levesteder samt biodiversiteten beskrives og kvantificeres så vidt muligt ved at opgøre areal og type af påvir-

kede eller ødelagte habitater. Virkninger omfatter påvirkninger af yngle-, fouragerings- og rastelokaliteter for dyr og af habitater for planter og svampe i anlægs- og driftsfasen.

Potentielle virkninger i forbindelse med tilslutningsanlæggene omfatter:

- Permanent og midlertidigt tab af habitater, f.eks. vandhuller, der bliver fyldt op (padder, guldsmede og andre organismer), fældede træer eller nedrevne bygninger (flagermus), områder, der mistes pga. befæstning mm.
- Barrierevirkninger, som kan forårsage fragmentering af habitater og genetisk isolation af f.eks. metapopulationer af pattedyr, padder og krybdyr, samt gennemskæring af vandreruter mellem padders ynglehabitater og deres sommer- og/eller vinterhabitater
- Øget vandring af arter mellem Danmark og Tyskland på grund af dyrs mulige anvendelse af den faste forbindelse (generelt såvel som for invasive arter)
- Ændring i kvælstoftilførsel (færgerne har ikke katalysator i modsætning til biler og lastbiler, omfordeling mellem NOx og N kvantificeres), som fører til ændring i lokal eutrofi-ering
- Midlertidige eller permanente afvandingsforanstaltninger, som ændrer hydrologien, og som dermed ændrer artssammensætningen
- Ændret dødelighed for dyr forårsaget af permanent omlægning og ændring af vej- og togtrafik
- Forstyrrelse af dyr under anlægsfasen (arealer, der midlertidigt påvirkes af støj, vibrationer, lys, støv mm., bestemmes)
- Midlertidig forringelse af biotoper gennem støj, vibrationer, lys, støv m.m. i anlægsfasen
- Risiko for forurening af naturlige biotoper i anlægsfasen med f.eks. udslip/spild af skadelige stoffer, oplagring af overskydende jord, osv.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Konsekvenserne for flora, fauna og biodiversitet vurderes på baggrund af viden, erhvervet fra basisundersøgelserne om eksisterende dyre- og plantebestande.

I vurderingerne indgår naturtypers og dyre- og plantearters sårbarhed over for mulige belastninger, opdelt på henholdsvis anlægs- og driftsfasen, dvs. midlertidige og permanente påvirkninger. Vurderingerne omfatter kun i begrænset omfang egentlige analyser, og er primært baseret på erfaringer omkring påvirkninger fra tilsvarende anlægsprojekter.

Vurderingerne omfatter følgende:

- Vurdering af virkninger på de kortlagte naturtyper og de registrerede (og potentielle) levesteder for dyre- og plantearter. Ud over det direkte arealtab, tages der hensyn til påvirkninger gennem støj, udledning af stoffer og lysemissioner. Det danner grundlag

for undersøgelser af kompensationsbehovet, og gør det muligt at vurdere, om og i hvilken udstrækning, påvirkningen af bestemte naturtyper og levesteder for dyr og planter er mulige at kompensere for, og hvorvidt de påvirkede områder/arter kan erstattes. Dette er i Danmark en del af VVM-redegørelsen, hvorimod det i Tyskland indgår i en separat redegørelse (Landschaftspflegerischer Begleitplan)

- Baseret på en analyse af (meta-)populationsstrukturerne for særligt padde (gennem GIS-analyser og ud fra den artsspecifikke aktionsradius), vurderes mulige skadevirkninger på populationer og spredningsmuligheder, samt behovet for kompenserende foranstaltninger (f.eks. nye vandhuller) og afværgeforanstaltninger (f.eks. faunapassager)
- En redegørelse for indvirkninger og arealmæssige konsekvenser for det øvrige dyreliv, som følge af både fragmentering af levesteder og bestande og tab af levesteder. Herudover en redegørelse for behovet for afværgeforanstaltninger og kompenserende tiltag, som kan bevare den økologiske funktionalitet
- En redegørelse for især rødlistede og særligt beskyttede arters potentiale for genetablering efter tab eller forringelser af levesteder. Enten på de samme arealer ved midlertidige påvirkninger eller på udlagte erstatningsbiotoper ved varige påvirkninger
- Størrelsen og graden af arealpåvirkning forårsaget af midlertidige eller permanente ændringer af grundvandsspejlet beregnes med grundvandsmodellering samt en vurdering af arealernes sårbarhed for midlertidige og permanente ændringer af grundvandsspejlet. I denne sammenhæng er det, på grund af de geologiske forhold, især det overfladenære grundvand, som er af interesse for miljøkonsekvensvurderingen

Fugle behandles separat i afsnit 7.9.

En præsentation af de påkrævede konsekvensvurderinger for Natura 2000-områder og beskyttede arter følger i hhv. kapitel 8 og 9.

## **7.8. Landskabet på Femern og Lolland**

### **Basisundersøgelser**

Landskabet og de visuelle forhold i undersøgelsesområdet (figur 2.7) vil blive kortlagt og beskrevet gennem feltundersøgelser og en gennemgang af litteraturen, eksempelvis forundersøgelsen fra 1999, landskabsanalyser, bevaringsplaner, osv. De eksisterende forhold vil blive vurderet på grundlag af kortanalyser og visualiseringer.

Et princip i landskabsanalysen er en kortanalyse, der fokuserer på geomorfologi og topografi. Der vil blive udarbejdet en omfattende beskrivelse af naturlandskabet og kulturlandskabet samt af eksisterende forstyrrelser af landskabet.

For Landskabet på Lolland anvendes den såkaldte "landskabskaraktermetode" som redskab til vurdering af landskaberne, (jvf. "Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen, Miljøministeriet, 2007"). Metoden er GIS-baseret og omfatter både litteraturstudier og feltundersøgelser. Metoden anvendes til at identificere såkaldte landskabskarakterområder.

Efter litteraturstudiet benyttes feltundersøgelserne til at justere landskabskarakterområdernes grænser, og der udføres en visuel og rumlig analyse. Resultatet er et kort med afgrænsede landskabsenheder. Feltundersøgelsen suppleres med en sårbarhedsundersøgelse, som identificerer de landskaber, der er mest følsomme over for etableringen af den faste forbindelse.

Den metodiske fremgangsmåde for Femern-området er meget lig den for Lolland. Betydningen og den visuelle følsomhed af landskabet vurderes ved hjælp af kategoriniveauer inspireret af "Orienteringsramme for bestandsopgørelse og -evaluering samt identifikation af kompensationsforanstaltninger i forbindelse med landskabsplejerelevanteret følgeplanlægning ved vejbygningsprojekter", 2004 (*Orientierungsrahmen zur Bestandserfassung, -bewertung und Ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen landschaftspflegerischer Begleitplanungen für Straßenbauvorhaben in Schleswig-Holstein*). Kriterier for vurderingen af forskellige landskabsselementers betydning og visuelle følsomhed er "naturlighed", historisk kontinuitet, hvor enestående elementerne er, landskabets diversitet, eksistensen af åbne og synlige områder, og endelig eksisterende forstyrrelser (f.eks. støj, lugt, luftforurening, forstyrrende bygninger og teknisk infrastruktur).

### **Potentielle virkninger**

På grund af landskabets struktur på Femern og Lolland, som er overvejende fladt og åbent, vil projektet – i tilfælde af en broløsning – blive en dominerende faktor og have visuelle virkninger på landskabsbilledet.

Potentielle virkninger på landskabet omfatter forstyrrelse af den visuelle opfattelse af landskabet, tab af væsentlige landskabsselementer, opsplittning af karakteristiske landskabsselementer og forstyrrelse af visuelle og funktionelle forbindelser (barrierevirkning), forårsaget af anlægsarbejdet og tilstedeværelsen af den faste forbindelse. Der kan opstå yderligere virkninger på opfattelsen af landskabet gennem støj, luftforurening og belysning.

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

På grundlag af landskabsanalysen, -evaluering og -visualisering vil mulige konflikter mellem projektet og landskabsselementer og funktionaliteter blive vurderet. Dette udføres på grundlag af:

- 2D-kort over de afgrænsede landskabsselementer, som anvendes til kvantitative og kvalitative beskrivelser af arealtab og tab af landskabsstrukturer i de pågældende landskabsselementer, samt over forringelsen af visuelle forbindelser
- En 3D landskabsmodel som et generelt planlægningsredskab til brug for visualiseringen



- En række "fotomatch"-visualiseringer, dvs. fotolignende billeder, der viser den faste forbindelse fra luften og fra jorden
- Ad hoc visualiseringer af projektet, herunder dynamiske modeller (3D) og fotorealistiske gengivelser

## 7.9. Fuglelivet

### Basisundersøgelser

Fuglelivet beskrives og kortlægges på lokalt plan, dvs. i området omkring linjeføringskorridoren, og på regionalt plan. I forbindelse med den planlagte etablering af den faste forbindelse over Femern Bælt belyses følgende centrale forhold i basisundersøgelserne:

- Tæthed, udbredelse og udviklingstendenser (i forhold til historiske data) for fugle i de to ilandføringsområder på Femern og Lolland og omkringliggende områder samt for hav- og vandfugle i Femern Bælt-regionen
- Fourageringsområder for hav- og vandfugle på havet
- Land-, hav- og vandfugles lokale flyvninger
- Land-, hav- og vandfugles træk

Undersøgelserne gennemføres i et område, der afgrænses omtrent fra ruten Kiel-Langeland i den vestlige del og ruten Gedser-Dahmeshöved i den østlige del (figur 7.12). Afgrænsningen af undersøgelsesområdet sikrer, at de EU-fuglebeskyttelsesområder (SPA), der ligger i eller grænser op til Femern Bælt, afdækkes fuldstændigt. I den forbindelse skal især SPA "Østlige Kiel Bugt" og SPA "Østersøen øst for Wagrien" samt Rødsand-lagunen nævnes. Væsentlige rasteområder i den vestlige udkant (Stoller Grund) og den østlige udkant (Gedser Rev) indgår i undersøgelsesområdet. Undersøgelsesområdets forholdsvis store udstrækning fra øst mod vest, skal samtidig gøre det muligt at registrere mulige gradienter i forekomsten af de forskellige arter og identificere mulige centrale udbredelsesområder. Desuden dækker undersøgelsesområdet det maksimale område, der kan blive påvirket af tilførslen af suspendede stoffer, og som er identificeret i henhold til tidligere undersøgelser. Områdets størrelse muliggør en senere afgrænsning af upåvirkede referencearealer med henblik på overvågning.

Til basisundersøgelserne af fuglelivet anvendes følgende data:

- Data fra registreringer af ynglebestanden af landfugle omkring rampeforbindelsepunkterne
- Data fra månedlige fly- og skibstællinger af rastefugle langs transekter
- Data fra tæthedsberegninger for vandfuglebestande
- Data om fugletræk fra radarundersøgelser og visuelle observationer samt akustiske registreringer

- Radio-, satellit- og GPS-telemetridata for visse vandfuglearters fouragering og lokale bevægelser
- Data fra ringmærkningsanalyser, der giver information om udgangspunktet for populationer i Femern Bælt
- Andre historiske data fra overvågnings- og videnskabelige undersøgelser, der er udført i Danmark, Tyskland og andre Østersølande, og som indeholder information, der er vigtig for tæthedsanalysen og fastlæggelsen af udviklingstendenser for bestande. Såfremt der er adgang til originale data, medtages disse i analyserne.

Samlet set omfatter basisundersøgelserne af fuglelivet følgende:

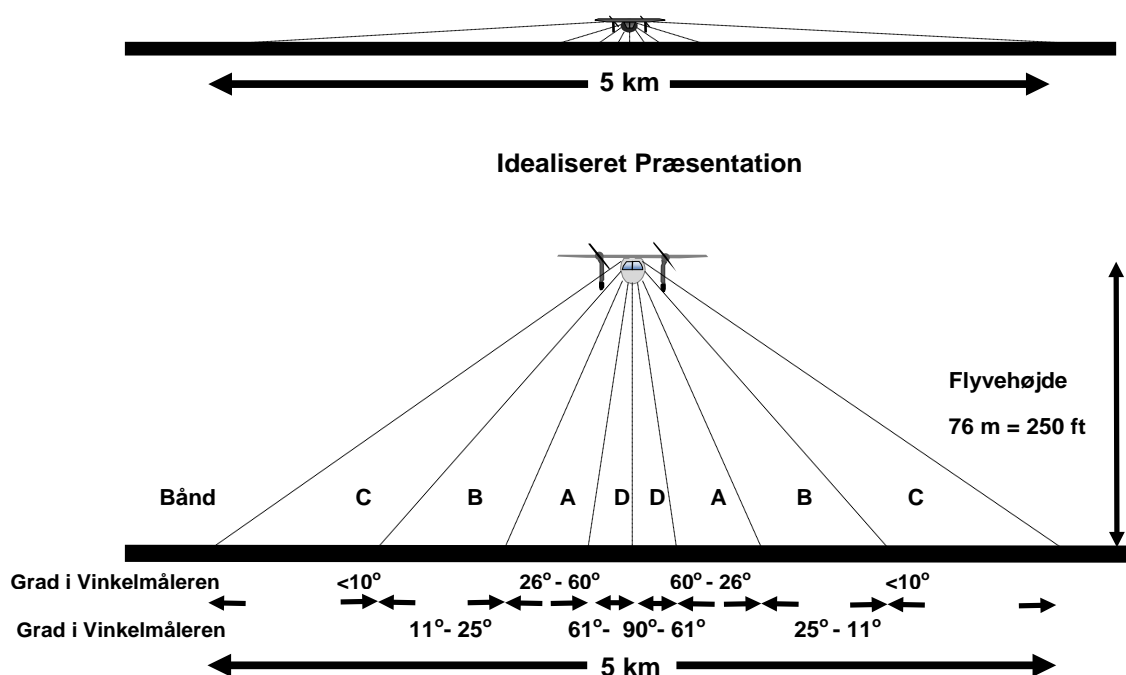
- Kvantitativ registrering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for yngle- og rastefugle i de to ilandføringsområder
- Kvantitativ registrering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for hav- og vandfugle på havet (figur 7.12)
- Kvalitativ og – om muligt – kvantitativ registrering af vandfugles anvendelse af fourageringsområder
- Registrering af vandfugles fødeøkologi på grundlag af habitatkortlægning samt telemetri- og fødeundersøgelser
- Registrering af vand- og landfugles træk ved hjælp af visuelle observationer og radarobservationer samt lydoptagelser af træk om natten
- Supplerende evaluering af data'ene fra eksisterende danske vejrradarer

Der indsamles data til den kvantitative vurdering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for yngle- og rastefugle i ilandføringsområdet på Femern, i henhold til fagspecifikke standarder for vej- og jernbanebyggeri. Kortlægningen foretages i henhold til standarderne for kortlægning af ynglefugle (Südbeck *et al.*, 2005). Der udføres undersøgelser på alle årstider, men med særlig fokus på ynglesæsonen. Områder af størst betydning for prioriterede arter (rødliste-arter, arter fra bilag 1 til EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv) i de to lande medtages. På Lolland registreres ynglefuglene i relevante naturtyper uden for de opdyrkede arealer.

Med henblik på indsamling af data til den kvantitative vurdering af tæthed, udbredelse og udviklingstendenser for hav- og vandfugle på havet, gennemføres optællinger ved hjælp af almindelige visuelle observationsmetoder, der sædvanligvis også anvendes ved VVM-undersøgelser af vindmølleparker på havet og på land samt forskningsbaserede undersøgelser (i overensstemmelse med StUK3). I Femern Bælt-regionen, herunder linjeføringskorridoren og de omkringliggende Natura 2000-områder, gennemføres i 2009 og 2010 omtrent månedlige fly- og skibstællinger langs parallelle transekter i en indbyrdes afstand på tre km. I kystlagunerne Rødsand-lagunen og Orther Reede gennemføres yderligere flytællinger med henblik på at registrere planteædende vandfugle, især svaner.

Flytællingerne gennemføres i henhold til standardmetoden (Diederichs *et al.*, 2002 og Petersen *et al.*, 2006) med tomotorersfly i 250 fods højde langs parallelle transekter. De anvendte fly har såkaldte "bubble-windows" og giver også mulighed for at se fugle, der opholder sig direkte på transektet. Fuglenes afstand til transektet vurderes i definerede afstandskategorier med henblik på at muliggøre en senere beregning af tætheden (fugle pr. arealenhed) med DISTANCE-software (<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk>). Dette er nødvendigt for at kunne beregne detektionsafstandene og de samlede bestande. Tællingerne gennemføres med tre observatører, og alle observationer indtales på diktafon.

#### Tilnærmelsesvis vinkeltro præsentation



Figur 7.13 Metode for flytællinger: Inddeling af transektbåndene.

Skibstællingerne gennemføres i de kystnære farvande og i området omkring Femern Bælt. Metoden følger standarderne i "European Seabird-at-Sea Programs", hvor fire observatører registrerer fugle fra en forhøjet platform på skibet og noterer dem efter art, adfærd og afstand til transektet. Højderne på observationsplatformene er 7-10 m. Skibstællingerne anvendes til at registrere de kystnære områder og arter, der er svære at registrere med flytællinger. Beregningen af detektionsafstandene og tætheden (fugle pr. arealenhed) foretages igen med DISTANCE-softwaren og anvendes til den senere identifikation af de samlede bestande.

De samlede bestande i undersøgelsesområdet og deres udbredelse på forskellige delområder, habitater og vanddybder identificeres ved hjælp af rumlige modeller. Ved hjælp af model-

lerne analyseres transektmålingernes resultater med geostatistiske metoder i relation til forskellige miljøparametre (vanddybder, habitater, afstand til kysten og hydrografiske parametre). Anvendelsen af miljøparametrene muliggør i den forbindelse en større nøjagtighed og en større rumlig opløsning af resultaterne og udgør samtidig et bedre grundlag for den senere vurdering af forskellige påvirkninger fra projektets indgreb. Der anvendes etablerede modelværktøjer som f.eks. multivariate regressionsanalyser. Analyserne baseres i væsentlig grad på data og modeller fra de hydrografiske og marinbiologiske undersøgelser.

Ved registreringen af vandfugles anvendelse af fourageringsområder kombineres telemetriske undersøgelser med fødeundersøgelser. Undersøgelserne har fokus på udvalgte arter af hav- og dykænder, men også planteædende vandfugle samt fiskeædende fugle undersøges. Telemetri- og fødeundersøgelserne har fokus på edderfugl, havlit, sortand og troldand. Desuden foretages fødeundersøgelser af svaner og fiskeædende arter som skarv. I forbindelse med telemetriundersøgelserne udstyres havænder med radio- og GPS-sendere med henblik på at følge fødevandringerne over korte afstande og optage dykkeaktiviteten. I forbindelse med fødeundersøgelserne analyseres maveindholdet fra døde fugle.

Resultaterne af telemetriundersøgelserne og fødeundersøgelserne analyseres sammen med undersøgelsesresultaterne for udbredelsen af de relevante arter samt deres fødeorganismer. Formålet hermed er, at identificere fuglebestandes afhængighed af bestemte habitategenskaber i området og dermed beskrive følsomheden over for habitatændringer.

Undersøgelsen af hav-, vand- og landfugles træk baseres på visuelle observationer og radarobservationer samt akustiske registreringer i Femern Bælt-regionen fra mindst to kystlokaliteter på Lolland og Femern og fra et skib foran kysten midt i Femern Bælt. Undersøgelserne gennemføres i trækperioden og også under fældningstrækket, dvs. samlet set fra februar til november.

Visuelle observationer er uomgængelige i forbindelse med tilvejebringelsen af data om fuglearters sammensætning, antal, flokstørrelse og flyveruter. Synsvidden er dog begrænset (på havet (fra skibet) op til 1,5 km og fra kysten med kraftigere optik op til 5 km). Der kan kun udføres observationer om dagen og ved god sigtbarhed. Ved de to landstationer i Rødbyhavn og Puttgarden gennemføres visuelle observationer i ca. 120 dage og fra det opankrede skib i Femern Bælt i 60 dage. Undersøgelsesmetoden følger dermed standarden for VVM-undersøgelser af land- og havvindmølleparker (STUK 3).

For at registrere fugletrækket i højder uden for det synlige område og fugletrækket om natten, evalueres billeder fra skibsradarer. Trækretningerne registreres ved hjælp af horisontale skibsradarscanninger, mens højdefordelingen og trækintensiteten registreres ved hjælp af vertikale skibsradarscanninger. Til undersøgelsen anvendes traditionelle skibsradarer med en effekt på 25 kW. Radarbillederne evalueres visuelt, og der skelnes mellem enkeltfugle og fugleflokke. Undersøgelsesmetoden følger ligeledes standardforskrifterne (STUK 3). For at undgå radarrefleksioner fra bølger, er udstyret på land omgivet af et specielt hegn, der afskærmer det næreste område. Radarundersøgelserne foretages på fire lokaliteter: Rødbyhavn, Puttgarden,

fra skibet i Femern Bælt og vejrstationen Westermakelsdorf på Femern. Ved landstationerne er radarudstyret i drift i hele perioden, på havet foretages undersøgelserne i 60 dage i de vigtigste trækperioder.

I Rødbyhavn og Puttgarden anvendes desuden en radar med snævert strålebundt med Pencil Beam-antenne ("Superfledermaus", Bruderer *et al.*, 1995) med henblik på at følge fugles og fugleflokkes flyveruter, flyvehøjder og flyveegenskaber direkte. Radaren med snævert strålebundt muliggør med sin specielle antenne og den højere effekt en mere nøjagtig registrering af visse aspekter af fugletrækket, men den kan kun anvendes fra land. "Superfledermaus" ("Superflagermusen") anvendes i hele perioden fra marts til november. Den blev anvendt i Rødbyhavn i 2009 og anvendes i Puttgarden i 2010.

Kombinationen af forskellige metoder gør det muligt at sammenligne og kalibrere metoderne i forhold til hinanden og kan således reducere eller forebygge grundlæggende problemer i forbindelse med kvantificeringen af data om fugletrækket (Schmaljohan *et al.*, 2008).

Undersøgelserne af fugletrækket omfatter registreringen af lokale udvekslinger mellem raste- og fourageringsområder. Disse kan ikke adskilles fra træk over større afstande i de vigtigste trækperioder, men der foretages dog også undersøgelser uden for de vigtigste trækperioder, hvor de lokale bevægelser bedre kan registreres.

Viden om det overordnede forløb af fugletrækket skal desuden indsamles gennem evaluering af foreliggende data fra forskellige vejrradarstationer i Danmark, der supplerer undersøgelserne i Femern Bælt. Med henblik herpå udvikles en metode til at analysere fugleekkoet fra de foreliggende data fra vejrradarerne af Danmarks Miljøundersøgelser (NERI) og Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), som også evaluerer data'ene fra de fem danske vejrradarer i radier på 70 km. Formålet hermed er at beskrive den omfattende dynamik i trækforløbet og identificere trækkorridorer.

For at opnå et så fuldstændigt billede af den regionale vandring i Femern Bælt som muligt, suppleres data'ene med observationer af fugletrækket langs Femerns, Lollands og Falsters kyster.

Resultaterne af undersøgelserne af fugletrækket evalueres med hensyn til artssammensætning, trækretninger, trækforløb og højdefordeling i forhold til meteorologiske faktorer. Såfremt der kan indsamles arts-specifikke og kvantitative data, foretages en vurdering af de dele af populationer, som trækker hen over Femern Bælt, og der foretages en vurdering af følsomheden over for etableringen af vertikale strukturer.

### **Potentielle virkninger**

Potentielle belastninger af fugle omfatter forstyrrelser i anlægsfasen, direkte påvirkninger fra den faste forbindelse og indirekte påvirkninger, som er direkte forårsaget af mulige ændringer af habitater. Barrierevirkninger forekommer når fugle, der flyver hen over Femern Bælt eller langs kysten, hindres i at krydse området med den faste forbindelse. Påvirkningerne kan udløses af selve de fysiske konstruktioner, eller af anlægsmaskiner og hermed forbundne støj- og

lysemissioner samt andre aktiviteter. En yderligere mulig påvirkning er fysisk fortrængning, hvor vandfugle hindres i at anvende deres sædvanlige raste- og fourageringsområder. Omfanget af sådanne belastninger afhænger af antallet af fugle i linjeføringskorridoren, den pågældende arts følsomhed og evne til at tilpasse sig forstyrrelserne over tid. De mere følsomme artsgrupper i Femern Bælt omfatter sandsynligvis dykænder, lappedykkere, havænder og alkefugle. Antallet af rastende vandfugle i den centrale linjeføringskorridor anses dog generelt for at være lavt.

De vigtigste problemstillinger er følgende:

- Ændringer i vandfuglebestandene, deres adfærd og udbredelse på grund af permanent tab eller udvidelse af fourageringsområder. Som følge af den permanente beslaglæggelse af arealer på havbunden og i kystzonen går fouragerings- og rasteområder tabt. Omvendt kan bropiller og andre nye fysiske konstruktioner fungere som nye habitater (kunstige rev), hvilket øger tilstedeværelsen af føde som f.eks. muslinger og fisk
- Midlertidige ændringer i vandfugles anvendelse af fourageringsområder på grund af ændringer i områdernes egnethed som følge af sedimentspild. De artsgrupper, der forventes at være særligt følsomme over for sådanne ændringer, er svaner samt muslingeædende havænder og dykænder. Selv om disse påvirkninger formodentlig er midlertidige, kan de dog godt strække sig ind i driftsfasen
- Permanente ændringer i vandfugles udnyttelse af fourageringsområder som følge af eventuelle barrierevirkninger og habitatforskydning, især ved etablering af en broløsning og ved forskydning af fourageringsområder
- Barrierevirkninger på vand- og landfugles kort- og langdistancetræk som følge af fysiske konstruktioner samt støj- og lysemissioner
- Risiko for kollision med brokonstruktioner: Denne risiko vedrører broløsninger og vil formentlig i høj grad være påvirket af en bros belysnings- og konstruktionsmæssige forhold, f.eks. ramper, brohøjde, kabler og fastgørelse af kabler samt farve
- Tab og ændringer af habitater for yngle- og rastefugle i området omkring landanlæggene og forstyrrelser som følge af fysiske konstruktioner samt støj- og lysemissioner

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Den planlagte vurdering omfatter to hovedemner. For det første vurderes de direkte konsekvenser af den planlagte faste forbindelse i anlægs- og driftsfasen. For det andet analyseres og vurderes konsekvenserne af habitatændringer som følge af ændringer i den bentiske flora og fauna.

Mulige ændringer i tilgængeligheden af føde vurderes primært på grundlag af numeriske modeller for fødeorganismers kondition, udbredelse, mængde og kvalitet. Disse resultater kombineres dernæst med data om fødeøkologien for at kvantificere konsekvenserne af sådanne ændringer ved hjælp af rumlig-statistiske modeller. Der fokuseres i den forbindelse på havæn-

der og dykænder, hvis væsentligste føde er muslinger. Vigtige delelementer i den planlagte vurdering er:

- Ændringer i anvendelsen af raste- og fourageringsområder, dvs. konsekvenser af habitatforskydning:  
For at minimere risikoen for at påvirkninger, som i virkeligheden skyldes naturlige variationer i fødegrundlaget, anvendes en økosystembaseret metode. Vurderingen af mulige habitatændringer baseres på data og modelleringsresultater fra de marinebiologiske undersøgelser. Desuden undersøges forudsigelige indvirkninger på fuglenes forhold og bestandenes størrelser. I den forbindelse anvendes alle eksisterende og tilgængelige data om bestandsdynamikken for vigtige arter
- En bro-løsningers indvirkninger på trækfugle:  
Denne vurdering baseres på undersøgelser af trækfugles reaktioner ved flere store broer i Østersøområdet, f.eks. Øresundsbroen, Storebæltsbroen, Storstrømsbroen samt broen over Kalmarsund. I vinteren 2009/2010 blev også Femernsundbroen medtaget i undersøgelserne. I den forbindelse gennemføres, parallelt med basisundersøgelserne i Femern Bælt, undersøgelser af fugletrækket om dagen og om natten. De forventede indvirkninger på langdistancetræk vurderes ved at kombinere de forventede adfærdsreaktioner for udvalgte trækfuglearter og de vigtigste trækruter samt vurderinger af ændringer i energiforbrug. Desuden undersøges belastningerne af kortdistancetræk for fugle, der flyver mellem raste- og fourageringsområder på eller langs kysterne af Lolland og Femern. Med henblik herpå foretages en analyse af ændringerne i udbredelse og trækrute og en vurdering af ændringer i enkelte arters energiforbrug
- Kollisionsrisikoen ved en bro-løsning:  
Bestemte artsgruppers risiko for kollision med brostrukturer og trafikken på broen vurderes på grundlag af erfaringer fra andre broer og andre vertikale strukturer samt resultaterne af undersøgelserne af fugles artsspecifikke undvigeadfærd. I den forbindelse anvendes data om brokonstruktionen samt biologiske data om fuglene, f.eks. længde, vingefang, flyvehastighed og flyvestil (om de svæver eller slår med vingerne) samt udgangsværdier for arternes tæthed og udbredelse. Der foretages en detaljeret vurdering af aspekter vedrørende belyningsforhold

## 7.10. Luftkvalitet

### Basisundersøgelser

Basisundersøgelsen vedrørende luftkvalitet vil også beskæftige sig med de nuværende luftforureningsniveauer. Til at foretage et skøn over den eksisterende luftkvalitet vil der blive foretaget dispersionsmodellering af de eksisterende kilder. Dette omfatter navnlig alle transportrelaterede kilder, herunder færger og andre vigtige emissionskilder i og omkring havneområderne. Metoden er beskrevet mere detaljeret i Afsnit 4.2.5. Derudover vil overvågningsdata vedrørende luftkvalitet på repræsentative lokaliteter blive taget i betragtning for at estimere et repræsentativt baggrunds niveau for luftforureningen.

### **Potentielle virkninger**

De potentielle virkninger for den omgivende lufts kvalitet forårsaget af luftforurening som følge af anlæg og drift af den faste forbindelse er følgende:

- Ændrede niveauer af forurenende stoffer som følge af forøget vejtransport i driftsfasen
- Ændrede niveauer af nitrogenaflejring og eutrofiering som følge af forøget vejtransport i driftsfasen
- Midlertidigt øgede niveauer af støv og andre forurenende stoffer på grund af anlægsarbejde

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af påvirkningerne vil omfatte emissioner og forventede forureningsniveauer i forskellig afstand fra den planlagte Femern Bælt-forbindelse. Vurderingerne vil blive udført som beskrevet i afsnit 4.2.5.

## **7.11. Klima**

### **7.11.1. Globalt klima**

#### **Basisundersøgelser**

Basisundersøgelsen omfatter beregning og vurdering af de samlede emissioner af drivhusgasser fra fortsat færgedrift og den dermed forbundne trafik som defineret i nulscenariet (scenariet uden etablering af den faste forbindelse). Denne vurdering er allerede foretaget i en tidligere undersøgelse (COWI og NERI, 2005).

#### **Potentielle virkninger**

Etablering af en fast Femern Bælt-forbindelse kan ændre den samlede emission af drivhusgasser og dermed det menneskeskabte bidrag til de globale klimaforandringer. Grundlæggende skal de emissioner af drivhusgasser undersøges, som relaterer direkte til byggeriet og vejtrafikken. Mens byggefasen vil medføre en stigning i emission af CO<sub>2</sub>, er billedet mere komplekst i driftsfasen. Den faste forbindelse kan principielt forårsage en langsigtet stigning i emissionen af drivhusgasser som følge af stigende vej- og togtrafik. På den anden side vil der opnås en reduktion i emissionen, hvis færgedriften reduceres eller indstilles. Endelig kan den forbedrede elektrificerede togforbindelse mellem Skandinavien og den centrale del af Europa også give anledning til en mindsket CO<sub>2</sub>-emission fra passagerflyvninger.

#### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Emissionen af drivhusgasser vil blive vurderet som beskrevet i afsnit 4.2.5.

Kvantitative skøn over den fremtidige drivhusgasemission i en fast forbindelses driftsfasen sammenlignet med nulscenariet er allerede tilvejebragt i en tidligere undersøgelse (COWI &



NERI, 2005). Disse beregninger vil blive suppleret med skøn over de emissioner, der er forbundet med produktion og anlæggelse af forbindelsen.

De kvantitative emissionsscenarier, der er forbundet med trafik, er baseret på konventionel el-togdrift og vejtrafik, der anvender konventionelt brændstof. Hvor robuste disse scenarier er, set i lyset af en potentiel fremtidig teknologisk udvikling i trafiksektoren, diskuteres og vurderes.

### **7.11.2. Lokalt klima**

#### **Basisundersøgelser**

Basisinformation om de lokale vindforhold vil blive tilvejebragt ved kontinuerlige vindmålinger ved vindmølleparken Rødsand 2, som i øjeblikket er under opførelse omkring 10 km øst for den planlagte projektkorridor. Supplerende data om det regionale klima er allerede til rådighed. Da de lokale meteorologiske forhold generelt bestemmes af det regionale klima, anses det ikke for nødvendigt at foretage yderligere undersøgelser på Lolland og Femern.

#### **Potentielle virkninger**

En hvilken som helst fysisk struktur relateret til den faste forbindelse – om bro eller tunnel -, vil give anledning til ændringer i vindforholdene i umiddelbar nærhed af forbindelsen. Disse ændringer vil omfatte turbulens og lævirkninger, som igen kan forårsage meget lokale virkninger på havvandets opblanding og strømning, og forårsage ændringer i levevilkårene for fauna og flora også på land. Lævirkningerne kan forårsage en marginal reduktion i vindhastigheder længere borte fra den faste forbindelse. Disse ændringer kan i teorien påvirke mennesker, planter og dyr samt ydelsen for de vindmøller, der er placeret i nærheden.

#### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Der vil blive foretaget skønsmæssige beregninger over de mulige lævirkninger i forskellige afstande fra den faste forbindelse under fremherskende vindforhold, og de mulige virkninger for nærliggende vindmøller vil blive vurderet.

### **7.12. Kulturarv**

#### **Basisundersøgelser**

Kulturhistoriske værdier og karakteristika i undersøgelsesområdet (figur 2.7) vil blive kortlagt på grundlag af tilgængelige oplysninger suppleret med feltundersøgelser. Derefter vil potentielle konflikter blive identificeret og beskrevet.

For Femern vil eksisterende oplysninger blive indsamlet fra:

- Landskabsrammeplanen for planlægningsområde II (Landschaftsrahmenplan des Planungsraums II, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes

Schleswig-Holstein, 2003) og landskabsplanen for Femern (Landschaftsplan für Fehmarn, Stadt Fehmarn, 2007)

- Data fra Slesvig-Holstens Arkæologiske Myndighed (fredede fortidsminder og fundsteder angivet i det arkæologiske register (Archäologischen Landesamts Schleswig-Holstein (archäologische Denkmäler unter Denkmalschutz, archäologische Landesaufnahme), Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Stand Januar 2008)
- Data fra Slesvig-Holstens myndighed for fredning af historiske monumenter samt fra region Ostholstein (historiske bygninger) (Landesamts für Denkmalpflege sowie des Kreises Ostholstein (historische Gebäude), Kreis Ostholstein, Fachdienst Regionale Planung, Stand 2009)

Undersøgelserne vil fokusere på en udvidet, potentiel kulturarvslokaltet ("*Verdachtsfläche*"), beliggende mellem Bannesdorf, Marienleuchte og Puttgarden. Det fastlagte undersøgelsesprogram vedrørende kulturarv består af tre faser: Fase I (prospektering), en oversigt over eksisterende viden fra arkivdata og en vurdering af disse datas relevans i relation til projektet (efter fastlæggelse af undersøgelsesstrategien). I fase II vil der blive udført en foreløbig feltundersøgelse af vigtige fortidsminder, monumenter og lokaliteter (prøvetagning). Fase III er udgravning (hvis det bliver relevant). Dette vil blive overvejet senere, og kun såfremt lokaliteter af arkæologisk interesse påvirkes direkte af projektet, når linjeføringen er fastlagt. Slesvig-Holstens Arkæologiske Myndighed vil gennemføre dette undersøgelsesprogram.

For Lolland vil eksisterende oplysninger blive indsamlet fra:

- Det lokale Lolland-Falster Museum (Lolland-Falsters Stiftsmuseum og Lolland Kommune, 2008)
- Kulturarvsstyrelsen (Kulturarvsstyrelsen, 2009 a,c)
- Regionalplan 2005-2017 (Storstrøms Amt, 2006)
- Strategiplan og kommuneplan for Lolland Kommune (Lolland Kommune, 2009; Rødby Kommune 2004)
- Topografiske kort
- Det Kulturhistoriske Centralregister, DKC (Det kulturhistoriske Centralregister, 2009)
- Register over fredede og bevaringsværdige bygninger, FBB (Kulturarvsstyrelsen, 2009b)

Undersøgelserne vil fokusere på værdifulde kulturmiljøer, fredede fortidsminder, fredede jord- og stendiger, historiske veje, arkæologiske fund, områder, der defineres som kulturarvsarealer, fredede og bevaringsværdige bygninger, kirker og kirkeomgivelser.

Undersøgelsen består af tre hovedfaser: 1) kortlægning af kulturhistoriske værdier 2) Prioritering af kulturhistoriske værdier og sårbarhedsvurdring, og 3) vurdering af påvirkninger og eventuelt planlægning af fornødne afværgeforanstaltninger.

Undersøgelserne vil blive udført i samarbejde med Lolland-Falster Museum for at inddrage museets lokalkendskab.

Hvad angår marinarkæologi i linjeføringskorridoren, vil eksisterende oplysninger blive indsamlet fra:

- Ekspertviden om området, navnlig Vikingeskibsmuseet i Roskilde og Slesvig-Holsteins Arkæologiske Myndighed
- Det Kulturhistoriske Centralregister, DKC samt et omfattende privat register
- Observationer fra de geofysiske undersøgelser, der er udført i den potentielle linjeføringskorridor i 2008 under anvendelse af side scan sonar, multibeam-ekkolod, seismisk profilmålingsudstyr og magnetometer

Supplerende undersøgelser af skibsvrag og andre mulige arkæologiske fund vil blive udført af Vikingeskibsmuseet i Roskilde i samarbejde med Slesvig-Holsteins Arkæologiske Myndighed og vil dække både internationalt farvand, og dansk og tysk territorialfarvand.

### **Potentielle virkninger**

Femern Bælt-forbindelsen vil påvirke kulturlandskabet og efter al sandsynlighed også den kulturelle struktur og elementer i og i nærheden af undersøgelsesområdet.

Potentielle virkninger på kulturarven omfatter:

- Tab af kulturhistoriske værdier over og under jorden eller havbunden på grund af bygge- og anlægsaktiviteter
- Potentiel lokalt øget erosion af havbunden på grund af forbindelsens fysiske konstruktioner. Dette kan afdække begravede vrag eller anden kulturarv. Genstandene vil herved blive mere sårbare overfor nedbrydningsprocesser
- Visuel forstyrrelse af kulturlandskaber og kulturmiljøer, herunder krydsning af jord- og stendiger, forbindelsens gennemskæring eller passage tæt på fredede fortidsminder, historiske bygninger eller lignende
- Introduktion af nye barrierer, som opdeler landskabet og påvirker f.eks. ubrudte jord- og stendiger
- Forstyrrelse af funktionelle eller historiske forbindelser (barrierevirkning) af kulturhistoriske værdier som gamle veje og stier, små landsbyer, osv.
- Forstyrrelser pga. vibrationer

Indvirkninger på kulturarv skal så vidt muligt undgås, eftersom afbødende foranstaltninger sjældent kan genoprette kulturarven, uden at den mister sin autenticitet. Alle de fundsteder i basisundersøgelserne, som muligvis kan påvirkes ved anlægsarbejdet, vil blive nærmere undersøgt. Alle genstande eller lokaliteter af arkæologisk værdi vil i givet fald blive undersøgt (og om nødvendigt udgravet) og dokumenteret. Såfremt mulige fund opdages under anlæggsar-

bejdet, er det en juridisk forpligtelse at indstille aktiviteterne, indtil genstanden er undersøgt og dokumenteret i tilstrækkeligt omfang.

#### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Mulige konflikter mellem projektet og kulturhistoriske værdier, herunder kulturmiljøer og deres funktionalitet, vil blive vurderet. Risikoen for egentlige tab af arkæologiske fund vil blive vurderet. Præsentationen af analyserne vil overvejende være af beskrivende karakter.

### **7.13. Materielle Goder**

#### **Basisundersøgelser**

Materielle goder, i undersøgelsesområdet vil blive identificeret. I undersøgelserne vil indgå bl.a. bygninger, vindmølleparker, kystbeskyttelse (diger) transportinfrastruktur som færgetrafik, færgehavne, rangerterræn og mulige lokaliteter for indvinding af råstoffer.

Der vil bl.a. blive indsamlet oplysninger fra de ansvarlige danske og tyske myndigheder.

#### **Potentielle virkninger**

Materielle goder som f.eks. vindmølleparker, diger eller færgehavne kan påvirkes af projektet og deres funktion kan blive begrænset. En undersøgelse vil i relevante tilfælde fastslå, om der er behov for erstatningslokaliteter til funktionerne og om sådanne er til rådighed.

Andre materielle goder som byer, små landsbyer, beboelses- og ferieområder, offentlige institutioner (skoler, børnehaver, forvaltningsbygninger, osv.), veje og jernbaner, højspændingsledninger, naturgasrørledninger, Lolland Falster Lufthavn, bygninger til handel/detailhandel og industri kan påvirkes. Håndteringen af sådanne elementer er allerede til dels gennemgået i andre afsnit, f.eks. det om påvirkningen mennesker, og vil også blive berørt i afsnittet om socio-økonomiske påvirkninger.

#### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Mulige konflikter mellem projektet og materielle goder og deres funktion vil blive vurderet. Præsentationen af analysen vil overvejende være af beskrivende karakter.

### **7.14. Samspillet mellem miljøfaktorer**

I henhold til EU's VVM-direktiv, artikel 3, den tyske lov om miljøkonsekvensanalyse, § 2, stk. 1, nr. 2 (UVPG), og den danske bekendtgørelse nr. 1335 om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM), § 7, omfatter vurderingen af virkningen på miljøet en opgørelse, beskrivelse og vurdering af de direkte og indirekte virkninger af et projekt på mennesker (herunder sundhed), dyr og planter (herunder biodiversitet), jord, vand, luft, klima og landskab, kulturarv og andre materielle goder samt samspillet mellem disse faktorer.

Side 124/146

Ved samspillet, i medfør af VVM-lovgivningen, forstås alle tænkelige funktionelle og strukturelle interaktioner inden for de enkelte faktorer, mellem disse faktorer samt mellem og inden for økosystemerne (FGSV, 1997). Disse interaktioner kan i deres virkning adderes og opløftes til en potens, men under visse omstændigheder også reduceres.

Som eksempel på et samspil inden for en miljøfaktor kan nævnes faktoren 'jord', som viser en gensidig afhængighed mellem jordbundstype og vand- og luftbalancen i jorden. Et eksempel på samspillet mellem forskellige faktorer er vegetationens afhængighed af de lokale abiotiske forhold. Faktoren 'mennesker' spiller en særlig rolle i forbindelse med samspillet mellem miljøfaktorer, fordi mennesket ikke direkte indgår i det naturlige økosystems biologiske, geologiske og kemiske kredsløb. Menneskets forskelligartede påvirkninger af naturens økologi og landskabsbilledet indarbejdes primært gennem inddragelse af de nuværende miljøpåvirkninger af de øvrige faktorer (FGSV, 1997).

Med samspil inden for økosystemer menes afhængighedsforhold og andre interaktioner mellem samtlige biotiske og abiotiske faktorer. Samspillet mellem økosystemer udgøres af interaktioner mellem geografisk tilgrænsende eller adskilte økosystemer. Her kan f.eks. nævnes stoftransport. Ved samspillet mellem og inden for økosystemer, er der således tale om betragtninger, der rækker ud over den enkelte faktor. En beskrivelse af geografisk definerede del-økosystemer gør det muligt at anlægge en økosystembaseret betragtning, der tager hensyn til områdets egenskaber og virkningerne af projektet. For hvert del-økosystem kan man derefter sammenstille de enkelte virkningssammenhænge for alle miljøfaktorer. Disse del-økosystemer kan betegnes som samspilskomplekser. Til klassificeringen af disse komplekser kan man anvende den eksisterende vegetation samt abiotiske kendetegn (lokale forhold) som indikatorer (FGSV, 1997).

Udslagsgivende for vurderingen af samspilskomplekserne er deres stabilitet, men også deres udviklingspotentiale. Til at udlede stabiliteten kan man benytte kompleksets grad af naturlighed og modenhed samt dets størrelse. Som grundregel gælder følgende: Ved en høj grad af naturlighed kan man gå ud fra, at komplekset har en høj stabilitet, da antropogene påvirkninger i disse tilfælde er forholdsvis små. Modenheden kan udledes af det tidsrum, som komplekset har haft til at udvikle sig i. Ved høj grad af modenhed kan der dannes komplekse interaktioner, der medfører en forøget stabilitet af systemet over for ændringer. Ligeledes kan der med øget størrelse antages en højere stabilitet, da store systemer lettere kan udligne forstyrrende virkninger.

Med udgangspunkt i ovennævnte overvejelser nævnes i det følgende de samspilskomplekser i undersøgelsesområderne, som antages at være relevante for miljøet og miljømæssige beslutninger (jf. UVPG, § 6, stk. 1, 1. pkt.) inden for rammerne af nærværende projekt:

- Kystlandskabet på Femern og Lolland: Komplekst samspil mellem marine og terrestriske, biotiske og abiotiske strukturer samt arealanvendelse (rekreation, kystsikring etc.)
- Lavtliggende områder og vådområder på Femern og Lolland: På Femern findes de lavtliggende områder "Blankenwisch" (evt. "Grüner Brink") og "Presen". På Lolland er

der fugtige områder bag det lollandske dige. Komplekset omfatter samspillet mellem flora, fauna og arealanvendelse (mennesker) samt abiotiske strukturer, særligt vandbalancen (i dette tilfælde også forbindelsen imellem grundvandet og havet)

- Havområdet: Grundlæggende findes der i Østersøen et mangfoldigt spektrum af interaktioner mellem de hydrografiske forhold og havets habitattyper, flora (plankton, makroalger og søgræs) og fauna (f.eks. fødesøgnings- og rasteområder for fugle, levesteder for havpattedyr og gydeområder for fisk). Det vil blive vurderet, hvorvidt påvirkningerne af samspilskomplekset i Østersøen skal beskrives og analyseres ud over de enkelte planlagte konsekvensvurderinger vedrørende f.eks. havets flora og fauna

## 7.15. Afledte socioøkonomiske virkninger

Ifølge dansk lovgivning skal undersøgelsen af miljøpåvirkningerne omfatte en beskrivelse af potentielle socioøkonomiske følger af de eventuelle miljøpåvirkninger (afledte socioøkonomiske virkninger). Virkningerne beskrives kun ud fra et dansk perspektiv og supplerer virkningerne på mennesker, der præsenteret i Afsnit 7.1. Disse vurderinger vil kun blive tilvejebragt for det danske territorium.

I Tyskland indgår de socioøkonomiske aspekter ikke i VVM-redegørelsen, men de vurderes særskilt i en uddybende teknisk rapport, som vil indgå som en del af ansøgningen om plan-godkendelse.

### **Basisundersøgelser**

Eftersom virkningerne på socioøkonomiske forhold og på mennesker er nært forbundet, vil basisundersøgelserne blive udført som en integreret del af undersøgelsen af mennesker.

Hovedformålet med basisundersøgelserne er at beskrive forskellige befolkningsgruppers og erhvervssektorerens lokale aktiviteter, (som f.eks. indbyggere i bebyggelser i nærheden af projektkorridoren, land- og skovbrugsaktiviteter, fiskeri, turisme og anvendelse af arealer til uden-dørsaktiviteter). Endvidere vil den generelle erhvervsstruktur på Lolland blive beskrevet i tabel-form.

Hovedelementerne i basisundersøgelserne er:

- Gennemgang af resultaterne fra andre dele af VVM-undersøgelsen og af opsummeringen af miljøvirkninger med konsekvenser for enkelte befolkningsgrupper eller erhvervssektorer
- Oprettelse af GIS-kort og registrering af adresser for at opgøre, det antal mennesker og de slags sektorer, der påvirkes positivt eller negativt af projektet gennem f.eks. støjforurening og barrierevirkninger
- Analyse af statistiske data om erhvervsaktivitet i vigtige brancher for at udarbejde en oversigt over den lokale erhvervsstruktur og beskæftigelsen i hovedbrancherne

- Interviews med vigtige interessenter som f.eks. naturbeskyttelsesforeninger, erhvervsorganisationer og turistbureauer for at tilføje kvalitative oplysninger om hovedproblestillingerne med hensyn til positive og negative virkninger
- En oversigt over offentlige synspunkter om den eksisterende arealanvendelse ved dialog via det internetbaserede Femern Bælt Informationssystem (FBIS), for at belyse de lokale borgeres og natur- og friluftrelaterede interessegrupperes vigtigste problemer eller bekymringer

### **Potentielle påvirkninger**

De potentielle socioøkonomiske virkninger kan omfatte følgende:

- Indskrænkning af naturbeskyttelsesinteresser, naturturisme og fiskeri i anlægs- og driftsfasen af den faste Femern Bælt-forbindelse
- Positive og negative virkninger på grundejere, herunder landbruget
- Positive og negative virkninger generelt på turismen, forårsaget af den forbedrede transportinfrastruktur i driftsfasen og forstyrrelse af området i anlægsfasen
- Ændrede betingelser for skibs- og flytrafikken i anlægsfasen og driftsfasen
- Ændring af den lokale beskæftigelse i tilfælde af lukning af færgeruten og jobskabelsen i anlægs- og driftsperioden af den faste Femern Bælt-forbindelse

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Vurderingen af afledte socioøkonomiske virkninger er baseret på tre dele: 1) de miljømæssige virkninger, der er forudset i andre dele af VVM-undersøgelsen, 2) de socioøkonomiske aspekter, der er forbundet med ændringer i arealanvendelsen, og 3) de væsentligste lokale socioøkonomiske aspekter, der er forbundet med implementering af infrastrukturen. Der vil blive fokuseret på beskrivelsen af, hvordan forskellige befolkningsgrupper og erhvervssektorer påvirkes af den faste forbindelse i både anlægsfasen og driftsfasen.

Beskrivelserne vil hovedsageligt være kvalitative og vil være baseret på specifikke undersøgelser af udvalgte spørgsmål og mere generelle interviews med eksperter og eksterne interessenter samt på en gennemgang af eksisterende litteratur. Målsætningen er at beskrive, hvordan nuværende aktiviteter og kommercielle interesser vil blive midlertidigt eller permanent påvirket af projektet. Konkrete eksempler på problemstillinger er kommercielt fiskeri, omfang og art af turisme og job forbundet med færgefarten.

## 8. Natura 2000-vurderinger

Et projekt kan først godkendes, efter at de nationale myndigheder har sikret sig, at det ikke vil have en negativ indvirkning på de berørte Natura 2000-lokaliteter, dvs. habitatområder (SCI, i henhold til Rådets direktiv 92/43/EØF, Habitatdirektivet) og EU-fuglebeskyttelsesområder (SPA, i henhold til Rådets direktiv 79/409/EØF, Fuglebeskyttelsesdirektivet). Dette kræver en vurdering af projektets konsekvenser for Natura 2000 områderne, set i lyset af bevaringsmålsætningerne (udpegningsgrundlaget) for disse. De følgende afsnit beskriver den planlagte fremgangsmåde for de nødvendige vurderinger.

### **Basisundersøgelser**

I en indledende vurdering udpeges de Natura 2000-områder, som potentielt kan blive berørt af det planlagte projekt. I et dokument beskrives det, for hvilke områder der skal gennemføres konsekvensvurderinger. I den indledende vurdering opføres Natura 2000-områderne med deres udpegningsgrundlag og bevaringsmålsætninger, og deres beliggenhed beskrives i forhold til projektet og til projektets påvirkningsområder.

Ovennævnte fremgangsmåde er i overensstemmelse med Natura 2000-netværkstanken, der betyder, at områdernes indbyrdes sammenhæng skal bevares. Som eksempler herpå kan nævnes forringelser af træk- og vandringsruter for dyr, der kræver store arealer eller bevæger sig over store afstande, f.eks. fisk, fugle eller flagermus. Her igennem kan også Natura 2000-områder, der ligger langt væk, blive berørt. F.eks. bør det undersøges, om fuglebestande i beskyttede områder af Nordsøen kan blive berørt af indvirkninger på trækruterne som følge af Femern Bælt-projektet.

Det andet skridt i Natura 2000-vurderingen er en screening, under hensyntagen til den nuværende viden om lokaliteterne og projektets potentielle virkninger. I screeningen vil alle kritiske spørgsmål blive identificeret så tidligt som muligt, og de områder, hvor projektet potentielt kan forårsage væsentlige ugunstige virkninger på bevaringsmålene, vil blive identificeret. For disse Natura 2000-områder er der behov for en egentlig Natura 2000-konsekvensvurdering.

Som udgangspunkt vil de eksisterende basisanalyser (EU-standard data forms) samt Natura 2000-planer for alle relevante Natura 2000-områder blive gennemgået. I basisanalyserne er forekomsten af relevante arter og habitater beskrevet, og bevaringsstatus og eksisterende trusler er vurderet. I de danske Natura 2000-planer og de tyske grundlag for områdeindberetningen er de konkrete bevaringsmålsætninger for områderne beskrevet. Yderligere data om naturtyper, hvis udbredelse ikke fremgår af basisanalyserne, men som potentielt findes i områderne, vil blive indsamlet på lokaliteterne.

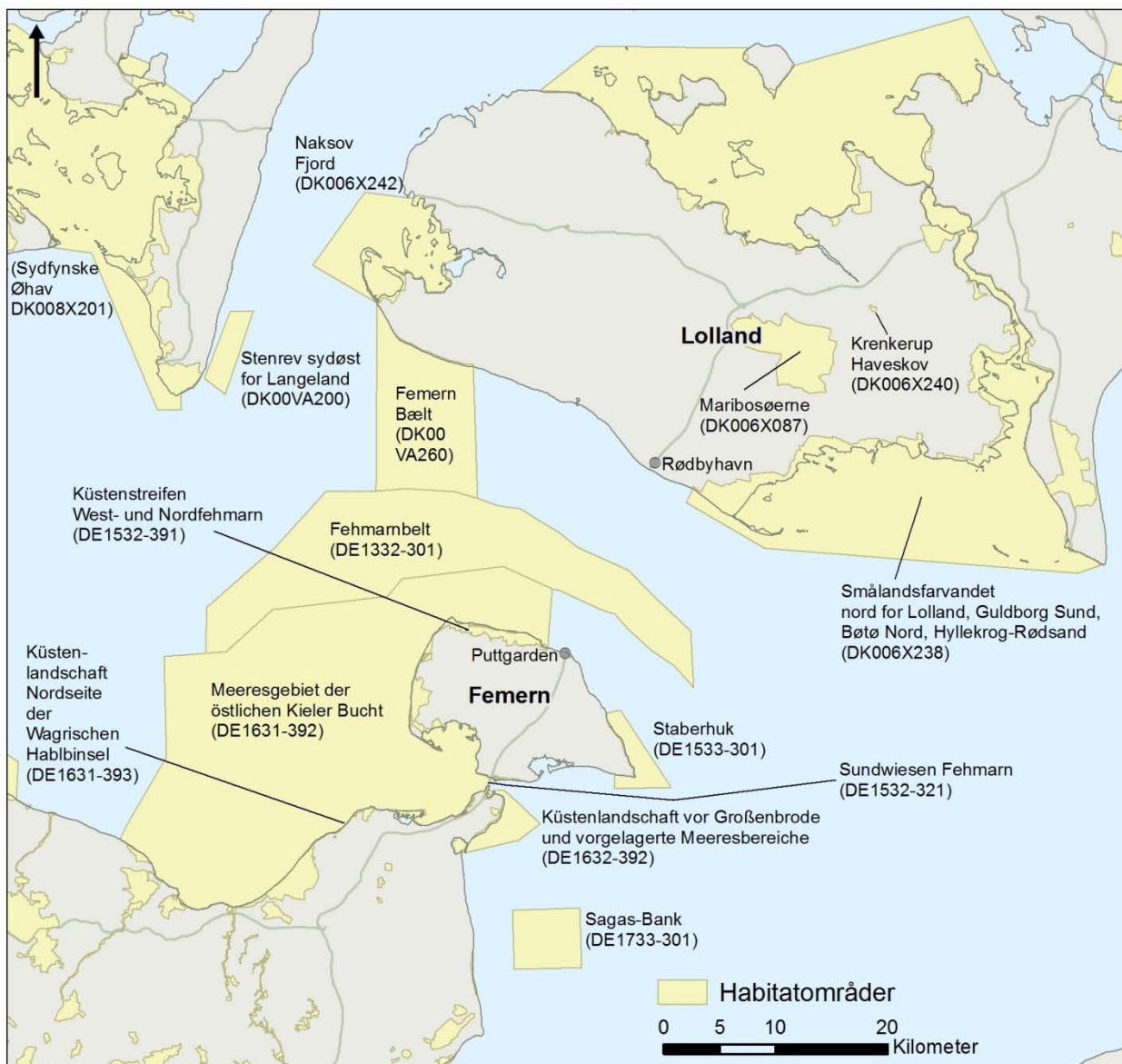
Alle Natura 2000-områder i regionen omkring projektet er vist i figur 8.1 og 8.2. Bemærk at habitatområder og fuglebeskyttelsesområder i mange tilfælde overlapper hinanden.



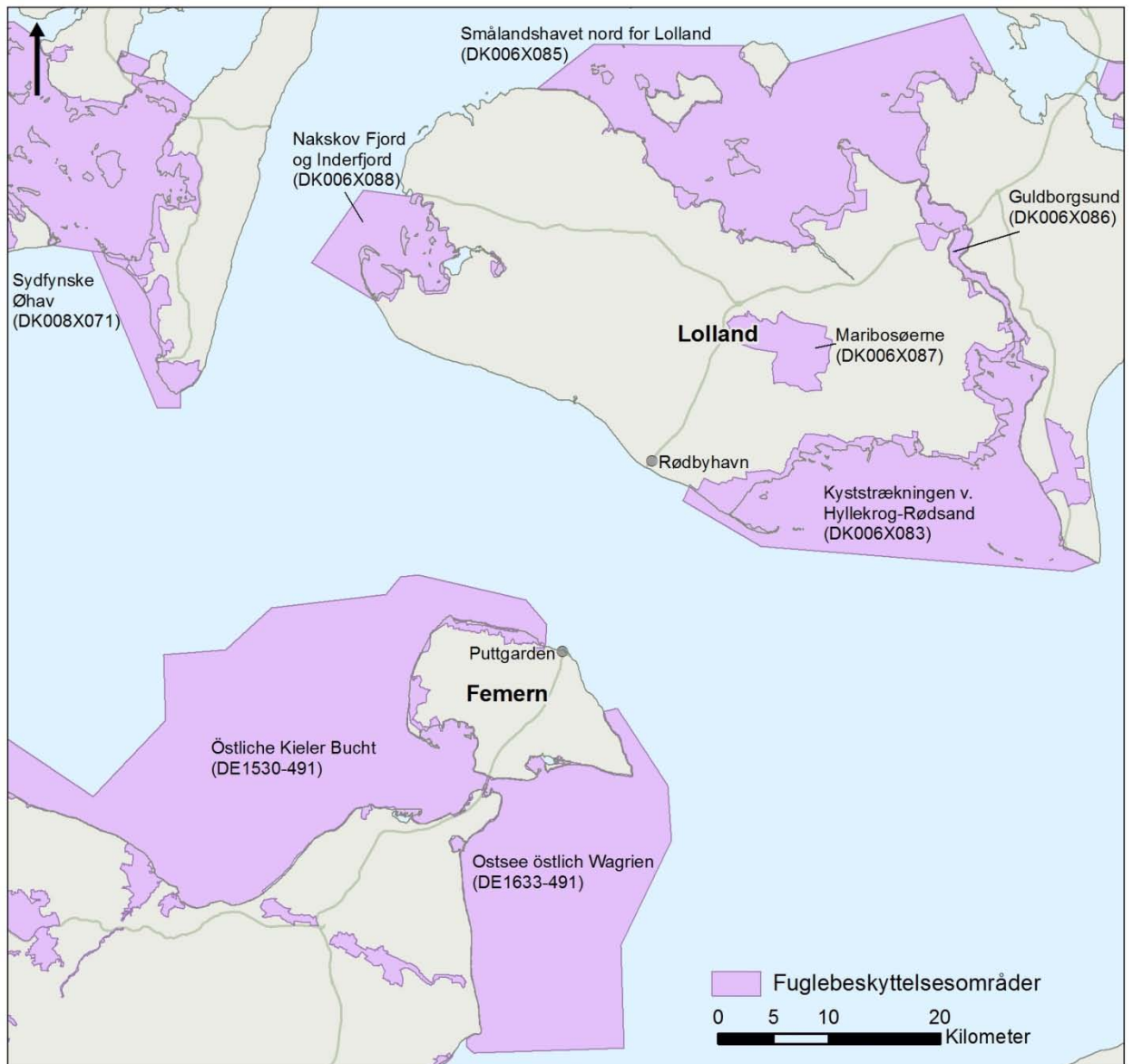
### Potentielle virkninger

Ifølge en indledende vurdering vil syv habitatområder og fire fulglebeskyttelsesområder potentielt blive berørt af projektet og skal undersøges nærmere i ifølge krav i Habitatdirektivet. Projektets potentielle negative påvirkninger i relation til udpegningsgrundlag og bevaringsmålsætning for områderne er angivet i det følgende (<http://www.natura2000-sh.de>).

- **SCI DK 006X238 Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nor og Hyllekrog-Rødsand:** Bundfauna og -vegetation i Rødsand-området kan potentielt påvirkes af forhøjet indhold af sediment i vandet og sedimentation (fra sedimentspild ved gravearbejde). Potentiel følgevirkning på de arter og habitater, som lokaliteten er udpeget til at beskytte samt risiko for ændret nitrogenaflejring
- **SCI DK 00VA260 Femern Bælt:** Potentiel påvirkning af marsvin i Femern Bælt
- **SCI DE 1332-301 Fehmarnbelt:** Den faste forbindelse vil krydse den østlige del af området. Potentiel påvirkning af marsvin og sandbølger som følge af arealbeslaglæggelse og barrierevirkning samt sediment spild og støj fra anlægsaktiviteterne
- **SCI DE 1532-321 Sundwiesen Fehmarn:** Risiko for ændret kvælstofbelastning
- **SCI DE 1532-391 Küstenstreifen West- und Nordfehmarn:** Potentiel forringelse af padders vandringsruter. Risiko for ændret kvælstofbelastning
- **SCI DE 1533-301 Staberhuk:** Bentisk fauna og flora på rev kan potentielt påvirkes af sedimentspild ved gravearbejde
- **SCI DE 1631-392 Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht:** Potentiel forringelse af havområdet for habitatspecifikke arter og marsvin. I den nordlige del af området kan bundfauna og vegetation påvirkes af sedimentspild
- **BSG DK 006X087 Maribo-Søerne: Potentiel forringelse af bestanden af troidænder, som søger føde i Femern Bælt om natten, die nachts im Fehmarnbelt Nahrung sucht**
- **BSG DK 006X083 Kyststriben ved Hyllekrog-Rødsand:** Påvirkning af havbundens flora og fauna som følge af sedimentspild
- **SPA DE 1530-491 Östliche Kieler Bucht:** Potentiel forringelse af rasteområder og flyveruter for fugle på grund af brobygning. I den nordlige del af området kan bundfauna og vegetation påvirkes af sedimentspild
- **SPA DE 1633-491 Ostsee östlich Wagrien:** Potentiel forringelse af rasteområder og flyveruter for fugle på grund af brobygning. I den nordlige del af området kan bundfauna og flora påvirkes af sedimentspild



**Figur 8.1 Tyske og danske habitatområder i regionen omkring den planlagte faste forbindelse**



**Figur 8.2** Tyske og danske fuglebeskyttelsesområder i regionen omkring den planlagte faste forbindelse.

Følgende Natura 2000-lokaliteter, der befinder sig længere væk fra den faste Femern Bælt-forbindelse, vil blive screenet, selv om der efter en indledende vurdering ikke forventes nogen påvirkninger:

- SCI DK 00VA200 Stenrev sydøst for Langeland
- SCI DE 1632-392 Küstenlandschaft vor Grossenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche
- SCI DE 1733-301 Sagas-Bank
- SCI DE 1631-393 Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel
- SPA DK 006X088 Nakskov Fjord og Inderfjord
- SPA DK 006X0086 Guldborgsund

### **Planlagte konsekvensvurderinger**

Efter den indledende screening vil der som nævnt ovenfor blive udført en egentlig screening for at finde frem til de Natura 2000-områder, for hvilke det ikke kan udelukkes, at projektet kan medføre en væsentlig påvirkning. For disse områder skal der gennemføres en konsekvensvurdering i overensstemmelse med artikel 6 i EU's Habitatdirektiv.

Vurderingen vil fokusere på mulige ugunstige virkninger på de habitater og arter, hver enkelt område er udpeget til at beskytte (udpegningsgrundlaget). Et generelt bevaringsmål for lokaliteterne er at opnå og opretholde "gunstig bevaringsstatus" for de pågældende arter og habitater. I den udstrækning der findes forvaltningsplaner for Natura 2000-områderne, skal det for hvert enkelt område vurderes, om projektet påvirker de specifikke bevaringsmålsætninger i planerne og muligheden for at gennemføre eventuelt planlagte bevaringstiltag. I Danmark er de såkaldte Natura 2000-planer i øjeblikket i høring. Når planerne er endeligt vedtaget, skal der på baggrund af disse udarbejdes egentlige handleplaner af kommunerne.

Natura 2000-konsekvensvurderingerne vil blive udført i overensstemmelse med nuværende juridiske bestemmelser og proceduremæssige retningslinjer, udarbejdet af tyske og danske myndigheder, og også under hensyntagen til de relevante EU-direktiver og retningslinjer.

For entydigt at kunne kategorisere og præsentere de enkelte skridt i vurderingsprocessen samt de potentielle påvirkninger i de enkelte områder, bliver screening og konsekvensvurdering af hvert område dokumenteret i en separat rapport. De væsentlige resultater sammenfattes og præsenteres desuden i VVM-redegørelsen.

## 9. Beskyttede arter

### 9.1. Særligt beskyttede arter (Bilag IV-arter)

I henhold til artikel 12 i Habitatdirektivet er arter angivet i bilag IV i dette direktiv underlagt streng beskyttelse i deres naturlige udbredelsesområde. Det er forbudt at dræbe disse arter eller forsætligt at forstyrre dem, i særdeleshed i kritiske perioder. Endvidere er beskadigelse eller ødelæggelse af deres yngle- og rasteområder forbudt. Disse arter benævnes herefter "bilag IV-arter".

Vurderinger af indvirkningen på bilag IV-arter udføres i Tyskland i henhold til forbundsloven om naturbevaring (BNatSchG) og i Danmark i henhold til *Habitatbekendtgørelsen* (Bekendtgørelse nr. 1443 af 2007).

#### **Basisundersøgelser**

Undersøgelserne vil omfatte alle bilag IV-arter, der tidligere er fundet i eller i nærheden af det potentielt påvirkede område, samt de arter som ifølge deres generelle udbredelse kan opholde sig i dette område. Eksisterende oplysninger om arternes udbredelse fås fra relevante danske, tyske og internationale kilder. Dette vil omfatte data fra undersøgelser, der allerede er udført i relation til projektet (f.eks. Forundersøgelsen fra 1999 og VVM-redegørelsen for den tyske B 207 vejforbindelse). For de relevante arter vil der blive udført kortlægninger som beskrevet i afsnittene ovenfor om flora og fauna.

Formålet med basisundersøgelsen er at:

- Kortlægge potentielle levesteder for bilag IV-arter
- Registrere forekomster af de pågældende arter
- Vurdere bestandens størrelse og fremtidige udviklingstendenser for arterne, og relevante lokaliters betydning for bestanden

De bilag IV-arter, der kan befinde sig i eller i nærheden af undersøgelsesområdet, er angivet i Tabel 9.1.

#### **Potentielle virkninger**

De potentielle virkninger på særligt beskyttede arter er beskrevet i afsnittene om flora og fauna i Kapitel 7.

#### **Planlagte konsekvensvurderinger**

I Tyskland (Slesvig-Holsten) foretages konsekvensvurderingen af beskyttede arter i forbindelse med udarbejdelsen af den obligatoriske landskabplejeplan. Proceduren er fastlagt i en vejledning fra styrelsen for vejbygning og trafik Slesvig-Holsten (*Leitfaden des Landesbetriebs Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (Stand Februar 2009)*). Ifølge denne vejledning foretages der en beskyttelsesvurdering for hver art og rapportering foretages via separate

rapporter uden for VVM-redegørelsen. I selve VVM-redegørelsen (UVS) præsenteres et sam-mendrag af en indledende konsekvensvurdering vedrørende beskyttede arter.

**Tabel 9.1 Bilag IV-arter, der potentielt lever i eller i nærheden af undersøgelsesområderne på land og i havet.**

Bilag IV-arter	Tyskland	Danmark
Flagermus	Alle arter	Der kendes 11 arter fra Lolland: <i>Myotis brandtii</i> , <i>Myotis dasycneme</i> , <i>Myotis daub-entonii</i> , <i>Myotis nattereri</i> , <i>Pipistrellus nathusii</i> , <i>Pipistrellus pygmaeus</i> , <i>Nyctalus noctula</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>Vespertilio murinus</i> , <i>Barbastella barbastellus</i> og <i>Pleco-tus auritus</i>
Padder	Mulige arter i undersøgelsesområdet om-fatter: Stor vandsalamander ( <i>Triturus cristatus</i> ), almindelig løgfrø ( <i>Pelobates fuscus</i> ), grønbroget tudse ( <i>Bufo viridis</i> ), strandtudse ( <i>Bufo calamita</i> ), og spidssnu-det frø ( <i>Rana arvalis</i> )	Mulige arter i undersøgelsesområdet omfatter: Stor vandsalamander ( <i>Triturus cristatus</i> ), almindelig løgfrø ( <i>Pelobates fuscus</i> ), grønbroget tudse ( <i>Bufo viridis</i> ), strandtudse ( <i>Bufo calamita</i> ), spidssnudet frø ( <i>Rana arvalis</i> ) og springfrø ( <i>Rana dal-matina</i> )
Krybdyr: Markfirben ( <i>Lacerta agilis</i> )	Der er sandsynligvis ingen markfirben i undersøgelsesområdet.	Ingen kendt forekomst af markfirben på Lolland. Der er dog fundet mulige fodaftryk i Hyllekrog, blot nogle få kilometer fra undersøgelsesområdet.
Landpattedyr: hasselmus ( <i>Muscardi-nus avellanarius</i> )	Der kan være hasselmus og /eller reder i tætte bevoksninger langs veje	Ingen kendt forekomst på Lolland. Den nærmeste kendte bestand er mere end 100 km borte.
Guldsmede	Ingen kendt forekomst af bilag IV-guldsmede	Ingen kendt forekomst af bilag IV-guldsmede
Træbiller: <i>Stor egebuk</i> ( <i>Cerambyx cerdo</i> ) og eremit ( <i>Osmoderma eremita</i> )	Kunne forekomme i individuelle træer, men der er sandsynligvis ingen i undersøgelsesområdet	Ingen kendte forekomster og ingen potentielle habitater i undersøgelsesområdet. Eremitten findes dog på Lolland, mens <i>stor egebuk</i> ikke findes i Danmark.
Sommerfugle: dueurtsværmer ( <i>Proserpinus proser-pina</i> )	Kan forekomme i passende habitater langs eksisterende vej	Arten er registreret i undersøgelsesområ-det på Lolland
Havpattedyr: marsvin ( <i>Phocoena phocoena</i> )	Findes i hele Femern Bælt	Findes i hele Femern Bælt

I Danmark udføres vurderingen af bilag IV-arter i henhold til retningslinjerne i vejledningen til habitatbekendtgørelsen (Høringsudgave fra 2008) og Håndbog om dyrearter i Habitatdirektivets Bilag IV. Vurderingen rapporteres sammen med Natura 2000-konsekvensvurderingen.

Endvidere tages der højde for oplysninger i "Vejledningsdokument om særlig beskyttelse dyrearter af fællesskabsinteresse i henhold til Habitatdirektivet 92/437/EØF" udstedt af Europa-Kommissionen.

Som et led i konsekvensvurderingen identificeres bilag IV-arter, som vil kunne påvirkes af det planlagte projekt. De lokale bestandes sårbarhed over for virkninger af projektet vil blive vurderet i lyset af de nuværende trusler. Graden af påvirkning vurderes. Målet er at undersøge, om der vil forekomme væsentlige påvirkninger i henhold til artikel 12 i Habitatdirektivet.

I tilfælde af indvirkning på de beskyttede arter, vil afværge- eller kompensationsforanstaltninger være påkrævet. Dette gælder også i tilfælde af ødelæggelse af arternes levesteder. Kompensationsforanstaltninger kaldes internationalt også CEF-foranstaltninger („Continuous Ecological Function“) og skal etableres før anlægsarbejdet påbegyndes. Er sådanne foranstaltninger ikke mulige og overtrædelse af artikel 12 uundgåelig, er en formel tilladelse til at afvige fra disse bestemmelser påkrævet.

## 9.2. Særligt beskyttede fuglearter samt andre beskyttede og truede arter

I overensstemmelse med de "Retningslinjer for Fuglebeskyttelse" i Slesvig-Holsten, vil den potentielle indvirkning på yderligere nogle arter, som er særligt beskyttet Slesvig-Holstenområdet blive vurderet og rapporteret individuelt i Tyskland i lighed med bilag IV-arterne. Dette omfatter fuglene i henhold til bilag 1 i EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv og alle europæiske ynglefugle i øvrigt. I praksis må almindeligt udbredte fugle vurderes i habitatgrupper, men fugle, der betegnes som "truede" på Slesvig-Holstens rødliste vurderes individuelt. Nogle yderligere arter, der er fredet nationalt i henhold til tysk lovgivning, vil også blive medtaget, hvis det er relevant. Disse kan omfatte sandgraveedderkop *Arctosa cinerea* og almindelig lungelav *Lobaria pulmonaria*.

På den danske side vil yderligere arter, som er rødlistet i Danmark og arter, der er fredet i henhold til dansk lovgivning, blive behandlet som beskrevet ovenfor i kapitlerne om plante- og dyreliv.

## 10. Referencer

### 10.1. Love, bekendtgørelser mv.

#### EU-direktiver

**Europa-Kommissionen (1979):** Rådets direktiv 79/409/EØF af 2. april 1979 om beskyttelse af vilde fugle..

**Europa-Kommissionen (1985):** Rådets direktiv 85/337/EØF af 27. juni 1985 om vurdering af visse offentlige og private projekters indvirkning på miljøet..

**Europa-Kommissionen (1992):** EU's habitatdirektiv. Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter. (Habitatdirektivet)

**Europa-Kommissionen (1997):** Rådets direktiv 97/11/EF af 3. marts 1997 om ændring af direktiv 85/337/EØF om vurdering af visse offentlige og private projekters indvirkning på miljøet.

**Europa-Kommissionen (2000):** Forvaltning af Natura 2000-områder. Habitatdirektivets artikel 6 92/43/EØF.

**Europa-Kommissionen (2000):** Europa-parlamentets og Rådets Direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger (Vandrammedirektivet)

**Europa-Kommissionen (2001):** Metodologisk vejledning i anvendelsen af bestemmelserne i artikel 6(3) og (4) i habitatdirektivet 92/43/EØF.

**Europa-Kommissionen (2007):** Vejledning vedrørende artikel 6, stk. 4 i 'habitatdirektivet' 92/43/EØF. Belysning af begreberne: alternative løsninger, bydende nødvendige hensyn til væsentlige samfundsinteresser, kompensationsforanstaltninger, global sammenhæng, udtalelse fra Kommissionen.

**Europa-Kommissionen (2008):** Europa-parlamentets og Rådets direktiv 2008/50/EF af 21. maj 2008 om luftkvaliteten og renere luft i Europa.

**Europa-Kommissionen (2008):** Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF af 17. juni 2008 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets havmiljøpolitiske foranstaltninger (havstrategidirektivet),



## Danmark

**Transportministeriet (2005):** Bekendtgørelse nr. 809 af 22. august 2005 om miljømæssig vurdering af visse anlæg og foranstaltninger på søterritoriet (VVM).

**Miljøministeriet (2006):** Bekendtgørelse nr. 1335 af 6. december 2006 om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning.

**Miljøministeriet (2007a):** Bekendtgørelse nr. 137 af 10. februar 2007 om mål- og grænseværdier for luftens indhold af visse forurenende stoffer

**Miljøministeriet (2007b):** Bekendtgørelse nr. 408 af 1. maj 2007 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter

**Transportministeriet (2008):** Bekendtgørelse nr. 874 af 2. september 2008 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår anlæg og udvidelse af havne og kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet

**Transportministeriet (2001):** Vejledning nr. 163 af 17. september 2001 om udlægning af telekabler og visse rørledninger på søterritoriet.

**Klima- og Energiministeriet (2000):** Bekendtgørelse nr. 815 af 28. august 2000 om vurdering af virkninger på miljøet (VVM) af elproduktionsanlæg på havet

**Klima- og Energiministeriet (2000):** Bekendtgørelse nr. 884 af 21. September 2000 om miljømæssig vurdering (VVM) af projekter til indvinding af kulbrinter og til etablering af rørledninger på dansk søterritorium og kontinentalsokkelområde.

**Miljø- og Energiministeriet (1999):** Bekendtgørelse nr 126 af 4. Marts 1999 om miljømæssig vurdering af råstofindvinding på havbunden (VVM) med ændringer jf. bekendtgørelse nr. 1454 af 11. december 2007

## Tyskland

**Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG):** Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege in der Fassung der Bekanntmachung vom 29.07.2009, in Kraft getreten am 1.3.2010; BGBl. I S. 2545.

**Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG):** Gesetz zum Schutz der Natur in Schleswig Holstein vom 26. Februar 2010.

**Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm):** Geräuschemissionen – vom 19. August 1970 (Beil. zum BAnz. Nr. 160).

**Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990:** Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) in der Fassung vom 19. September 2006.

**Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft:** Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Juni 2007 (BGBl. I S. 1006).

**Verordnung über elektromagnetische Felder:** Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966).

**Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung:** UVPG in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.2.2010; BGBl. Nr. 7 vom 26.2.2010 S. 94).

**Länderausschuss für Immissionsschutz (2000):** Licht-Richtlinie LAI. Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen, 10. Mai 2000.

**Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90):** Ausgabe von 1990 auf der Grundlage der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

**Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (SCHALL 03):** Ausgabe 1990, bekannt gemacht im Amtsblatt der Deutschen Bundesbahn Nr. 14 vom 4. April 1990.

**Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm:** Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26. August 1998 (GMBI. Nr. 26 vom 28.08.1998 S. 503).

**Verein Deutscher Ingenieure:** VDI 3790: Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern; Blatt 1 (2005), Blatt 2 (2000); Blatt 3 (2008, Entwurf).

**DIN 18005-1 (2002-2007):** Schallschutz im Städtebau. Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung.

**DIN 18005-1 (1987 – 2005):** Beiblatt 1: Berechnungsverfahren; Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung.

## 10.2. Vejledninger, planer og kort

### Danmark

**Banestyrelsen Rådgivning (2000):** Supplerende miljøundersøgelse ved maskindepotet på Rødby Færgehavn.

**Danmarks Miljøportal (2009):** Arealinformationssystemet, GEUS jordartskort 1:200.000.

**Det Kulturhistoriske Centralregister (2009):** <http://www.dkconline.dk>.

**DMU (2007):** Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV - til brug i administration og planlægning (Handbuch über Tierarten in Anhang IV der FFH-Richtlinie – zur Verwendung in Verwaltung und Planung). Fachbericht Nr. 635.

**GEUS (2009):** Jupiter - Danmarks hydrologiske og geologiske database:  
<http://www.geus.dk/geuspage-dk.htm?http://www.geus.dk/jupiter/index-dk.htm>

**Storstrøms Amt (2006):** Regionalplan 2005-2017.

**Kulturarvsstyrelsen (2009a):** <http://www.kulturarv.dk/>.

**Kulturarvsstyrelsen (2009b):** Kulturarvsstyrelsens database over fredede og bevaringsværdige bygninger (FBB): <http://www.kulturarv.dk/fbb/index.htm>.

**Kulturarvsstyrelsen (2009c):** Kulturarvsstyrelsens database Regin.  
<http://regin.kulturarv.dk/regin/index.do;jsessionid=DB2925023568C84C56A4D1F14F760CB3>

**Lolland Kommune (2009):** Draft version of the new Municipal Plan to be published in 2010.

**Lolland-Falsters Stiftsmuseum og Lolland Kommune (2008):** Landsbykataloget.  
[http://www.lolland.dk/Bo\\_på\\_Lolland/Mulighedernes\\_Land/Viden\\_om\\_Lolland/Kulturmiljøer\\_som\\_ressource.aspx](http://www.lolland.dk/Bo_på_Lolland/Mulighedernes_Land/Viden_om_Lolland/Kulturmiljøer_som_ressource.aspx).

**Miljøministeriet (2009):** <http://www.vandognatur.dk>

**Miljøministeriet, By- og Landskabsstyrelsen (2008):** Ekstern høringsudgave 2008. Vejledning til bekendtgørelse nr. 408 af 1. maj 2007 om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter

**Miljøministeriet (2007):** Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen

**Miljøstyrelsen (1998):** Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 5. Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet.

**Miljøstyrelsens (2001):** Vejledning nr 2. Luftvejledningen. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder.

**Region Sjælland (2007):** Hvidbog for Råstofplanlægning I Region Sjælland.

**Region Sjælland (2008):** Råstofplan 2008 for Region Sjælland.

**Region Sjælland (2009):** <http://webkort.regionsjaelland.dk/>

**Rødby Kommune (2004):** Kommuneplan for Rødby Kommune 1998-2009.

**VISIT Denmark (2009):** <http://www.visitdenmark.com/danmark/dadk/menu/turist/danmark.htm>.

**Visit Lolland-Falster (2009):** <http://www.visitlollandfalster.com/danmark/dadk/menu/turist/lolland-falster.htm>

### Tyskland

**Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein (2008):** Archäologische Landesaufnahme (Heilgenhafen – Puttgarden), Stand Januar 2008.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (2001):** Bodenübersichtskarte, Maßstab 1: 200.000, CC 2326 LÜBECK

**Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein (1991):** Karte „Geowissenschaftlich schützenswerte Objekte (GeoSchOb)“, Maßstab 1:250.000

**Kreis Ostholstein, Fachdienst Regionale Planung (Stand 2009):** Denkmälerkartei des Kreises Ostholstein.

**Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein (2003):** Landschaftsrahmenplan für den Planungsraum 2, Kiel 2003.

**Stadt Fehmarn (2007):** Landschaftsplan Stadt Fehmarn.

**Stadt Fehmarn (2009):** Flächennutzungsplanung der Stadt Fehmarn (Stand 02/2009).

**Stadt Fehmarn (2009):** Bebauungspläne Fehmarn, URL: <http://www.b-planpool.de>, Stand 2009.

### **10.3. Litteratur**

**BACC Author Team (2008):** Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg; Germany.

**Bruderer, B., T. Steuri, M. Baumgartner (1995):** Short-range high-precision surveillance of nocturnal migration and tracking of single target. Israel Journal of Zoology, Vol 41, p. 207-220.

**Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2003):** Merkblatt zum Aufbau und Gliederung einer UVS (Basisuntersuchung) zur Errichtung eines Offshore-Windparks in der AWZ.

**Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2007):** Standard-Untersuchungen der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 3).

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Hrsg. (2007):** Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen.

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008):** Richtlinien für die Erstellung von Umweltverträglichkeitsstudien im Straßenbau (RUVS) Stand Entwurf 2008).

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008):** Entwicklung von Methoden zur Umsetzung der Anforderungen aus dem UVPG und dem BNatSchG auf der Ebene der Linienfindung (Richtlinien UVS) sowie Entwicklung von Darstellungsformen für Umweltverträglichkeitsstudien (Musterkarten UVS); Gutachten F+E Projekt Nr. 02.0236/2003/LR im Auftrag des BMVBS, Stand 2008.

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und dänisches Ministerium für Transport und Energie (2006):** Eine feste Fehmarnbeltquerung und die Umwelt. Umweltkonsultationsbericht.

**Burchard, H., Bolding K. (2002):** GETM - A General Estuarine Transport Model; Scientific Documentation. Ispra: Inst. f. Environment and Sustainability. 157 S. (Report European Comm.; EUR 20253 EN).

**Burchard, H., Janssen, F., Bolding, K., Umlauf, L., Rennau, H. (2009):** Model simulations of dense bottom currents in the Western Baltic Sea. *Continental Shelf Research* 29(1), p. 205-220.

**Cabaço, S., Santos, R. & Duarte, D.-M. (2008):** The impact of sediment burial and erosion on seagrasses: A review. *Estuaries, Coastal and Shelf Science* 79, p. 354-366.

**COWI-Lahmeyer (1996):** Coastal morphology data collection and review. Activity 5.2.4.

**COWI-Lahmeyer (1998a):** Baseline Investigations Fehmarn Belt. Feasibility Study Coast-to-Coast Investigations. Investigation of Environmental Impact. Surface Sediments Baseline Investigations. Technical Note, Phase 2, 123 pp.

**COWI-Lahmeyer (1998b):** Coastal morphology. Baseline investigation and impact assessment. Technical Note. Phase 2.

**COWI-Lahmeyer (1998c):** Fehmarn Belt Feasibility Study. Coast-to-Coast Investigations. Investigation of Environmental Impact. Hydraulic Modelling. Technical Note, Phase 2.

**COWI-Lahmeyer (1998d):** Fehmarn Belt Feasibility Study. Coast-to-Coast Investigations. Investigation of Environmental Impact. Modelling of Sediment Dispersal. Technical Note, Phase 2.

**COWI-Lahmeyer (1998e):** Fehmarn Belt Feasibility Study, Coast-to-coast Investigations, Investigation of Environmental Impact, Birds and Marine Mammals. Technical Report, Phase 2.

**COWI-Lahmeyer Joint Venture (1999):** Fehmarnbelt Feasibility Study. Coast-to-Coast investigations. Investigation of Environmental Impact. Phase 2 Report.

**COWI & NERI (2005):** Fixed Link across the Fehmarn Belt – Effect on Emissions to Air. (Die Feste Querung über den Fehmarnbelt – Auswirkungen auf Emissionen in die Luft. Dänische Ministerium für Transport und Energie und Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bericht Nr. P-60907).

**Diederichs, A., Nehls, G., Petersen, I. K. (2002):** Flugzeugzählungen zur großflächigen Erfassung von Seevögeln und marinen Säugern als Grundlage für Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich. Seevogel 23 (2): S. 38-46.

**Durinck, J., Skov, H., Jensen, F. P., & Pihl, S. (1994):** Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. EU DG XI research contract no. 2242/90-09-01, Ornis Consult report 1994, 110 pp.

**Düring, I. Lohmeyer, A. (2004):** Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen; Kommission zur Reinhaltung der Luft, Expertenforum Staub und Staubinhaltsstoffe, 10./11. November 2004, VDI, Düsseldorf.

**Edelvang, K., Kaas, H., Erichsen, Chr., Alvarez-Berastegui, D., Bundgaard, K., and Jørgensen P.-V. (2004):** Numerical modelling of phytoplankton biomass in coastal waters. Journal of Marine Systems 57 (2005) p. 13– 29.

**Eisenbahn-Bundesamt (2005):** Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen.

**Eichhorn, J.:** Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell. (MISKAM). Arbeitsgruppe Stadtklima, Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz.

**European Commission (2002):** ENTEC. Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, Final Report, July 2002, Entec UK Limited.

**Feistel, R., Nausch, G. and Wasmund, N.:** State and evolution of the Baltic Sea 1952-2005. A detailed 50-Year survey of meteorology and climate, physics, chemistry, biology, and marine environment. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 703 pp.

**FEHY (Fehmarnbelt Hydrography) and DMI (Danish Meteorological Institute) (2009):** Climate Change and the Fehmarnbelt Fixed Link. Report on the Workshop on Climate Scenarios 13 and 14 May 2009. Technical report. Doc no. E1TR0020.

**Femern Bælt (2010a):** Krav til mulige arbejdspladser – Puttgarden – Rødbyhavn. Illustrationer af størrelse, layout og behov.

**Femern Bælt (2010b):** Krav til mulige produktionssteder. Illustration af størrelse, layout og behov ved anlæg af elementfabrikker til den faste forbindelse over Femern Bælt.

**Fiedler, H. (2000):** Seitensichtssonarmosaik des Rippelfeldes nördlich Fehmarn Messfahrt mit MzB(k) "Breitgrund". Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall-und Geophysik, Technischer Bericht TB 2000-15.

**Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001):** Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung MUVS (2001).

**Forschungsgesellschaft Straßen und Verkehrswesen (1997):** „Die Berücksichtigung von Wechselwirkungen in Umweltverträglichkeitsstudien zu Bundesfernstraßen“.

**Fürhaupter, K., Wilken, H., Meyer, T. (2008):** WRRL-Makrophytenmonitoring in den äußeren Küstengewässern Schleswig-Holsteins. MariLim, Abschlussbericht für das LANU-SH, Flintbek. (unveröffentl.)

**Garthe, S., Ullrich, N., Weichler, T., Dierschke, V., Kubetzki, U., Kotzerka, J., Krüger, T., Sonntag, N. & Helbig, A.J. (2003):** See- und Wasservögel der deutschen Ostsee - Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

**Guisan, A., Thuiller, W. (2005):** Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. Ecology Letters 8, p. 993-1009.

**Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007) (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)):** Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

**Kahlert J., Hüppop K., Hüppop O. (2005):** Construction of a fixed link across Fehmarnbelt: Preliminary risk assessment on birds. Commissioned by The Danish Ministry of Transport and Energy, and the German Federal Ministry of Transport, Building and Housing. NERI, DK.: p. 86.

**Kjørboe T, Møhlenberg F & O Nøhr (1981):** Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. Marine Biology 61: p. 283-288.

**Koop, B. (2004):** Vogelzug über Schleswig-Holstein - Der Fehmarn-Belt - ein 'bottle neck' im europäischen Vogelzugsystem. Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg, e.V.

**Leipe, T., Harff, J., Meyer, M., Hille, S., Pollehme, F., Schneider, R., Kowalski N., Brüggemann L. (2008):** Sedimentary records of environmental changes and anthropogenic impacts during the past decades. P. 395-440. In: Feistel, R., Nausch, G. and Wasmund, N. (eds.). State and evolution of the Baltic Sea 1952-2005. A detailed 50-Year survey of meteorology and climate, physics, chemistry, biology, and marine environment. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: p. 703.

**DHI (2009a):** MIKE 21 & MIKE 3 Flow model FM. Sand Transport Module. Scientific Documentation. Published by MIKE by DHI.

**DHI (2009b):** MIKE 21 & MIKE 3 Flow model FM. Mud Transport Module. Scientific Documentation. Published by MIKE by DHI.

**DHI (2009c):** MIKE 21 & MIKE 3 Flow model FM. Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation. Published by MIKE by DHI.

**Neumann, T. and G. Schernewski (2008):** Eutrophication in the Baltic Sea and shifts in nitrogen fixation analyzed with a 3D ecosystem model. J. mar. syst. 74: p. 592-602.

**Niemann S.L.; Jensen H.J.; Zyserman J.A.; Brøker I.; Baek S.:(2006):** Morphological modeling of a Danish tidal inlet. Proceeding Int. Conf. On coastal Eng. Liverpool.

**Novak Bernhard and Björck Svante (2002):** Late Pleistocene–early Holocene fluvial facies and depositional processes in the Fehmarn Belt between Germany and Denmark, revealed by high-resolution seismic and lithofacies analysis. Sedimentology 49(3): p. 451-465.

**Omstedt, A., Elken, J., Lehmann, A., Piechura, J., (2004):** Knowledge of the Baltic Sea physics gained during the BALTEX and related programmes. Progress Oceanography, 63, p. 1-28.

**Pacanowski, R.-C., Griffies, S.-M. (2000):** MOM 3.0 Manual, Techn. Rep., Geophys. Dyn. Lab., Princeton, USA.

**Petersen et al. (2006):** Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment, Denmark.

**Powilleit, Kleine, Leuchs (2006):** Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (western Baltic Sea). Mar Poll Bull 52:p. 386-396.



**Rachor, E., Bönsch, R., Boos, K., Gosselck, F., Grotjahn, M., Günther, C.-P., Gusky, M., Gutow, L., Heiber, W., Jantschik, P., Krieg, H.-J., Krone, R., Nehmer, P., Reichert, K., Reiss, H., Schröder, A., Witt, J., Zettler, M.-L. (2009):** Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. (im Druck).

**Reissmann, J.H., Burchard, H., Feistel, R., Hagen, E., Lass, H.U., Mohrholz, V., Nausch, G., Umlauf, L., Wieczorek, G., (2009):** Vertical mixing in the Baltic Sea and consequences for eutrophication – A review. *Progress Oceanography*, 82, p. 47-80.

**Schmaljohann, H., F. Liechti, E. Bächler, T. Steuri, B. Bruderer (2008):** Quantification of bird migration by radar - a detection probability problem. *Ibis*, 150: p. 342-355.

**Siegel, H., Seifert, T., Schernewski, G., Gerth, M., Reissmann, J.-H., Ohde T., Podsetchne, V. (2005):** Discharge and transport processes along the German Baltic Sea Coast. *Ocean dyn.* 55: p. 47-66.

**Skov, H., Christensen, K.D., Jacobsen, E.M., Meissner, J. & Durinck, J. (1998):** COWI-Lahmeyer (1998e) Fehmarn Belt Feasibility Study, Coast-to-coast Investigations. Investigation on Environmental Impact, Birds and Marine Mammals. Technical Report. Phase 2 Cowi-Lahmeyer/Ministry of Transport, Denmark/Bundesministerium für Verkehr, Germany. 79 pp.

**Søgaard, B. & Asferg, T. (red.) (2007):** Håndbog om arter på habitatdirektivets bilag IV - til brug i administration og planlægning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. - Faglig rapport fra DMU nr. 635.

**Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T. Schröder, K. & Sudfeldt, C. (2005):** Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. - Radolfzell, 792 S.

**Landesamtes für Straßenbau und Straßenverkehr Schleswig-Holstein (2004):** Orientierungsrahmen zur Bestandserfassung, -bewertung und –ermittlung der Kompensationsmaßnahmen im Rahmen von landschaftspflegerischer Begleitplanungen für Strassenbauvorhaben. Kiel, 2004.

**Landesamtes für Straßenbau und Straßenverkehr Schleswig-Holstein (2009):** Beachtung des Artenschutzrechtes bei der Planfeststellung. Kiel, 2009.

**Tjerry, S., and Fredsøe, J. (2005):** Calculation of dune morphology, *J. Geophys. Res.*, 110, F04013; 13 pp.

**U.S. Environmental Protection Agency: US EPA.** Compilation of air pollutant emission factors, Vol. 1: Stationary point and area sources, Office of Air Quality Planning & Standards

**Umweltbundesamt (Hrsg.): AUSTAL2000:** Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz. Umweltforschungsplan: For-

schungskennzahl 200 43 256; Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin.

**Umweltbundesamt UBA (2004):** Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, CD-ROM Version 2.1, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 28. Februar 2004 (derzeit in Überarbeitung).

**Vested, H.J., Justesen, P., Ekebjærg, L.C., (1992):** Advection–dispersion modelling in three dimensions. Applied Mathematical Modelling 16, p. 506-519.

**Zettler, M.-L., Schiedek, D. Glockzin, M. (2008).** Zoobenthos. In: Feistel, R., Nausch, G., Wasmund, N. (eds.) State and Evolution of the Baltic Sea, 1952 – 2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. John Wiley & Sons, Hoboken: p. 517-54.

## **BILAG A:**

### ***Udpegningsgrundlag og bevaringsmålsætninger for Natura 2000-områder***

## Habitatområder

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARELSMÅLSÆTNINGER
<p>SCI DK 006X238 Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nor og Hyllekrog-Rødsand</p>	<p>Store lavvandede områder med tæt makrofytvegetation (Zostera, Ruppia og Potamogeton).</p> <p>Området er et vigtigt rasteområde for en række internationalt beskyttede fugle. Spættet sæl og gråsæl yngler i området.</p> <p>Saksfjed Inddæmning er inddæmmede område.</p> <p>Relativt store områder er artsrige græsheder og overdrev på kalkfattig sur jordbund (6230*) og tidvis våde enge på kalkrige, tørveholdige eller ler/siltholdige jorde (6410 i en ikke-kalkholdig form).</p> <p>Grønbroget tudse er registreret i området i 2003.</p> <p>Området er truet af dræning, hvilket indebærer en potentiel negativ påvirkning af fuglelivet</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1014 Skæv vindelsnegl (<i>Vertigo angustior</i>)</p> <p>1084 * Eremit (<i>Osmoderma eremita</i>)</p> <p>1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand</p> <p>1140 Mudder og sandflader der er blottet ved ebbe</p> <p>1150 * Kystlaguner</p> <p>1160 Større lavvandede bugter og vige</p> <p>1170 Rev</p> <p>1308 Bredøret flagermus (<i>Barbastella barbastellus</i>)</p> <p>1318 Damflagermus (<i>Myotis dasycneme</i>)</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1310 Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand</p> <p>1330 Strandenge</p> <p>1364 Gråsæl (<i>Halichoerus grypus</i>)</p> <p>1365 Spættet sæl (<i>Phoca vitulina</i>)</p> <p>2110 Forstrand og begyndende klitdannelser</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>2130 * Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)</p> <p>2190 Fugtige klitlavninger</p> <p>3140 Kalkrige søer og vandhuller med kransålalger</p> <p>3150 Næringsrige søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks</p> <p>3160 Brunvandede søer og vandhuller</p> <p>6210 Overdrev og krat på mere eller mindre kalkholdig bund (* vigtige orkidélokalteter)</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
		<p>6230 * Artsrige overdrev eller græshe- der på mere eller mindre sur bund</p> <p>6410 Tidvis våde enge på mager eller kalkrig bund, ofte med blåtop</p> <p>6430 Bræmmer med høje urter langs vandløb eller skyggende skovbryn</p> <p>7220 * Kilder og væld med kalkholdigt (hårdt) vand</p> <p>7230 Riggær</p> <p>9110 Bøgeskove på morbund uden kristtorn</p> <p>9130 Bøgeskove på muldbund</p> <p>9150 Bøgeskove på kalkbund</p> <p>9160 Egeskove og blandskove på mere eller mindre rig jordbund</p> <p>91E0 * Elle- og askeskove ved vandløb, søer og væld</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>De overordnede mål for Natura 2000 området er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- At de store marine områder har god vandkvalitet og en artsrig flora og fauna, der tilfredsstillende livsbetingel- serne for de internationalt vigtige forekomster af trækkende vandfugle, bl.a. knopsvane, sangsvane, grågås og trolldand, som Danmark har et særligt ansvar for at beskytte.</li> <li>- At fri landskabsdannelse og kystdy- namik i området er sikret og genskabt, hvor det er hensigtsmæssigt ud fra en samlet interesseafvejning, til gavn for et stort antal naturtyper og arter.</li> <li>- At opnå og sikre gunstig bevaringssta- tus for områdets truede arter: Eremit, pletlet rørvagtel, splitterne, dværgter- ne og mosehornugle samt de truede naturtyper surt overdrev, tidvis våd eng og riggær.</li> <li>- At sikre Natura 2000-områdets store antal hav- og kysttilknyttede fuglearter samt spættet sæl og gråsæl mod men- neskelige forstyrrelser.</li> </ul> <p>Natura 2000 området generelt:</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
		<p>Den økologiske sammenhæng og robusthed (områdets økologiske integritet) sikres som helhed i form af en</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hensigtsmæssig drift og hydrologi</li> <li>• lav næringsstofbelastning samt</li> <li>• gode etablerings- og spredningsmuligheder for arterne</li> </ul> <p>De naturtyper og arter som indgår i udpegningsgrundlaget skal have en gunstig bevaringsstatus. Hvad dette specifikt indbefatter for de enkelte arter og naturtyper er anført i Natura 2000-planen.</p>
SCI DK 00VA200 Stenrev sydøst for Langeland	<p>Stenrev, der forløber parallelt med kysten.</p> <p>Der er en betydelig forekomst af blåmuslinger i de lavvandede dele af revet. Væksten af makroalger er sparsom.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1170 Rev</p> <p>Der foreligger endnu ingen specifikke bevaringsmålsætninger</p>
SCI DK 00VA260 Femern Bælt	<p>Kerneområde for marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>).</p> <p>En vigtig korridor for marsvin til den østlige del af Østersøen.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>Der foreligger endnu ingen specifikke bevaringsmålsætninger</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
SCI DE 1332-301 Fehmarnbelt	<p>Området er udpeget på grund af rev og sandbankelignende megaribber.</p> <p>Området har en relativt høj tæthed af marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>) og regnes for en vigtig korridor for marsvin til den østlige del af Østersøen.</p> <p>Spættet sæl (<i>Phoca vitulina</i>) søger regelmæssigt føde i området.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1170 Rev</p> <p>1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand (særligt tilfælde)</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring og genskabelse af den biologiske diversitet og områdets naturlige hydrologiske og morfologiske dynamik samt den særlige økologiske betydning, især:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Som korridor for den uforstyrrede udveksling af aperiodisk indstrømmende saltvand fra Nordsøen og udstrømmende brakvand fra Østersøen</li> <li>- Som hoved migrationsrute for marine flora- og faunaelementer i den østlige Østersø</li> </ul> <p>Bevaring og genskabelse af gunstig bevaringsstatus for de naturlige habitat typer "Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand (1110)" og "rev (1170)" med deres karakteristiske og truede biocoenosis og arter.</p> <p>Bevaring og genskabelse af en gunstig bevaringsstatus af følgende arter og deres levesteder: Marsvin (ved hjælp af ASCOBANS genetableringsplan for marsvin i den centrale Østersø, blandt andet) og spættet sæl</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
SCI DE 1532-321 Sundwiesen Fehmarn	<p>Femerns sydkyst umiddelbart øst for Femernsundbroen. Sydeksporeret kystområde af Slesvig-Holstens øst-søkyst.</p> <p>Lavninger og indsøer med brakvand bag flere rækker strandvolde og klitter.</p> <p>Klitterne består af primære, sekundære og tertiære klitter.</p> <p>Sidst kendte lokalitet med krybende sumpskærm (<i>Apium repens</i>) i Slesvig-Holsten.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1150*: Kystlaguner</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>2110 Forstrand og begyndende klitdannelser</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>2130* Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)</p> <p>1166 Stor vandsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)</p> <p>1614 Krybende sumpskærm (<i>Apium repens</i>)</p> <p>Ud over standarddatabladet blev følgende habitattyper registreret i 2006 af leguan:</p> <p>1160 Større lavvandede bugter og vige</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1330 Strandenge</p> <p>2190 Fugtige klitlavninger</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af en bred og ureguleret kystlinie ved Femernsunds kyster med stejle eksponerede strande og klitter, i kombination med et naturligt eller naturnært laguneområde, brakvands- og ferskvandssøer og moser såvel som uudnyttede bræmmer med høj urtevegetation, rørskov og strandeng. Yderligere skal der sikres en vedvarende beskyttelse og bevarelse af den sjældne og truede planteart Krybende Sumpskærm (<i>Apium repens</i>) på dens naturnære habitater såvel som beskyttelsen af dens samlede population i området.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>



OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
SCI DE 1532-391 Küstenstreifen West- und Nordfehmar	<p>Smalt kystbælte langs nordvest-, vest- og sydvestkysten af Femern mellem øen Warder og Grüner Brink.</p> <p>Strandvolde og laguner med utallige overgangshabitater og karakteristiske træk.</p> <p>Kyststrækningen hører til de mest vidtstrakte landskaber med ovennævnte kendetegn i Slesvig-Holsten.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1140 Mudder og sandflader, der er blottet ved ebbe</p> <p>1150* Kystlaguner</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1330 Strandenge</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>2130* Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)</p> <p>2150* Stabile kalkfattige atlantiske klitter (<i>Calluno-Ulicetea</i>)</p> <p>2190 Fugtige klitlavninger</p> <p>1166 Stor vandsalamander (<i>Triturus cristatus</i>)</p> <p>1188 Klokkefrø (<i>Bombina bombina</i>)</p> <p>Udover arterne nævnt i basesanalysen blev følgende habitattyper registreret i 2006:</p> <p>1160 Større lavvandede bugter og vige</p> <p>2110 Forstrand og begyndende klitdannelser</p> <p>2170 Kystklitter med gråris</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af landskabet, som uden for diget er formet af den naturlige kystdynamik og den naturlige udvikling af strandvolde, strandsøer, laguner og udbredte klitarealer i sammenhæng med rørskov, græsarealer og saltmarsk, såvel som områdets bestande af klokkefrø og stor vandsalamander.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
SCI DE 1533-301 Staberhuk	<p>Klintekyster på Femerns sydøstlige kyst herunder en kystskov. Kystvand med dybde op til 10 m.</p> <p>En del af et internationalt vigtigt rasteområde for havænder.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1170 Rev</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1230 Klinter eller klipper ved kysten</p> <p>9180* Skove med <i>Tilio-Acerion</i> på skrånninger, urer og i kløfter</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af det karakteristiske biotopskompleks på de kontinentalt prægede klinter bestående af kildepåvirkede skræntskove, buskvegetation, urtebevoksede bræmmer og næringsfattige enge såvel som særligt stenrige strandvolde, stensstrande og rev i de kystnære havområder i den sydøstlige del af Femern, som er habitat for blandt andet marsvin.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>
SCI DE 1631-392 Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht	<p>Området dækker marine farvande fra Hohwacht Bugt vest for Femern til den vestlige del af Femern Bælt og omfatter de største rev og sandbanker på Slesvig-Holstens østersøkyst.</p> <p>Etableringen af jernbanen og tilkørselsvejen for omkring 40 år siden har ført til akkumulering af sand og reduktion af strømmen, hvilket har ført til udvikling af tre habitattyper på land.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand</p> <p>1160 Større lavvandede bugter og vige</p> <p>1170 Rev</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>Ud over hvad der er anført i basisanalysen er følgende habitattyper registreret (i den officielle GIS-fil stillet til rådighed af LLUR):</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af den vigtigste del af den vestlige Østersø's store sammenhængende lavtvandsområder rundt om Femern i sin uforstyrrede, naturlige og dynamiske form. Dette indbefatter forekomsten af marsvin og</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
		<p>det største rev-område i den Slesvig-Holstens del af Østersøen – et rev som strækker sig langt ud i det tyske EEZ – med naturlige artsrige og strømpåvirkede stenrev. Yderligere må den store omlejring af de overvejende fritliggende sandbanker i Flügger Sand med forskelligartede bundforhold bevares som rasteområde for havænder.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>
<p>SCI DE 1631-393 Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel</p>	<p>Nordligt kystbælte på Østholstens fastland herunder klintekyst ved Johannistal, Eichholzniederung, Steinwarder Strand, Graswarder og strandlaguner nord for Großenbrode.</p> <p>Varieret landskab på østersøkysten herunder klintekyster, strandlaguner og odder.</p> <p>Den moseagtige strandvold i Graswarder er af høj bevaringsværdi, fordi den er enestående i Slesvig-Holsten.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG: 1150* Kystlaguner</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1230 Klinter eller klipper ved kysten</p> <p>1310 Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand</p> <p>1330 Strandenge</p> <p>2110 Forstrand og begyndende klitdannelse</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>2130* Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)</p> <p>1188 Klokkefrø (<i>Bombina bombina</i>)</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af det varierede Østersøkystlandskab med den artsrige kystklint nær Johannistal, det lavtliggende område Eichholzniederung med kystlaguner og en karakteristisk succession af naturlige habitattyper samt Graswarders stejle eksponerede strande, som er enestående i Slesvig-Holsten forblæste strandformation.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitat typer og arter</p>
<p>SCI DE 1632-392 Küstenlandschaft vor Grossenbrode und vorgelagerte</p>	<p>Hav- og kystlokalitet, der omfatter Grossenbrodere regionen fra øst for Femernsundbroen til Grossenbrode</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG: 1150* Kystlaguner</p> <p>1160 Større lavvandede bugter og vige</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
Meeresbereiche	<p>Lagune.</p> <p>Det er en karakteristisk del af Østholsens østkyst med forskelligartede og delvist naturlige habitater.</p> <p>Lokaliteten er den nordligste med hvas avneknippe (<i>Cladium mariscus</i>) i Slesvig-Holsten.</p>	<p>1170 Rev</p> <p>1210 Enårig vegetation på stenede strandvolde</p> <p>1220 Flerårig vegetation på stenede strande</p> <p>1240 Klinter eller klipper ved kysten</p> <p>1310 Vegetation af kveller eller andre enårige strandplanter, der koloniserer mudder og sand</p> <p>1330 Strandenge</p> <p>2110 Forstrand og begyndende klitdannelser</p> <p>2120 Hvide klitter og vandremiler</p> <p>2130* Stabile kystklitter med urteagtig vegetation (grå klit og grønsværklit)</p> <p>7210* Kalkrige moser og sumpe med hvas avneknippe</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af et forholdsvis komplet kystnært økosystem typisk for Østersøen med dets eksponerede og dynamisk karakter. Området er karakteriseret af lavvandede områder, blåmuslingebanker, rev, opskylsbræmmer, strandvolde og strandsøer, kystklinter med stenområder ud for kysten, sandstrande med klitsarealer såvel som et centralt tilbageværende område af en kystnær højmose, som er enestående i Slesvig-Holsten (men dog aktuelt inddæmmet og drænet).</p> <p>The special characteristics of the lagoon at Großenbroderfähre are the submerged macrophyte community with species closely intermingled and consisting of various seagrass and algae species, as well as brackish water reeds, salt marshes and drift line, storm-beach and dune vegetation on a relatively small area. Especially, the natural, exposed and species-rich stone reefs in the area of the Fehmarn-sund should be highlighted</p> <p>De specielle egenskaber af kystlagunen ved Grossenbroderfähre er bundvegetationen bestående af forskellige havgræsser og makroalger tæt sammen på et lille område,</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	UDPEGNINGSGRUNDLAG OG BEVARINGSMÅLSÆTNINGER
		<p>ligesom der er brakvandsrørskov og salt marsk samt vegetation karakteristisk for eksponerede strande, stradvolde, opskyls-bræmmer og klitter. De oprindelige og artsrige strømpåvirkede stenrev i Femernsund skal også fremhæves.</p> <p>Med hensyn til interaktionen mellem de naturlige habitattyper er især bevarelse af følgende vigtige:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-De overvejende naturlige hydrofysiske og hydrokemiske forhold og processer i vandet (1160,1170, 1310, 1330)</li> <li>-De karakteristiske strukturer og funktioner af de naturlige habitattyper (1170, 1210, 1220, 1230,1310,1330, 2120, *2130), samt</li> <li>-Den overvejende naturlige morfologiske dynamik og struktur af jordbunden såvel som i de lavvandede områder og inddæmninger (1160, 1310, 1330)</li> </ul> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>
SCI DE 1733-301 Sagas-Bank	<p>Rev og sandbanker dækket af algevegetation, muslingebanker og rødalgebestande.</p> <p>Der er registreret 115 arter af bundfauna, heraf mindst 20 rødlistede i Tyskland, og 17 algearter (6 rødlistede).</p> <p>Det er et vigtigt fourageringsområde for edderfugl, sortand og havlit.</p>	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand</p> <p>1170: Rev</p> <p>1351 Marsvin (<i>Phocoena phocoena</i>)</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af dette omfattende, artsrige lavtvandsområde med flere flader og områder med store sten såvel som store uforstyrrede havgræs-enge, blåmuslingebanker og sandbanker. Området er også af betydning for områdets overvintrende havænder.</p> <p>Bevaring og – hvor det er nødvendigt – genskabelse af en gunstig bevaringsstatus for ovennævnte habitattyper og arter</p>

## EU Fuglebeskyttelsesområder

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	BEVARINGSMÅL (Udpegningsgrundlag)
SPA DK-006X083 Kyststrækningen v. Hyllekrog-Rødsand	Stort lavvandet brakvandsområde mellem Lolland og Falster. Området er udpeget til beskyttelse af adskillige fuglearter, der ofte yngler i området i antal, der er af national eller international betydning.	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>Ynglefugle: Rørdrum, havørn, rørhøg, klyde, splitterne, fjordterne, havterne, dværgterne, mosehornugle</p> <p>Rastende fugle: Sangsvane, lille Skallesluger, skarv, knobsvane, sædgås, mørkbuget knortegås, hvinand, blichøne</p> <p>Flere af vandfuglearterne findes i antal uden for ynglesæsonen på over 1 % af bestanden i Europa om vinteren. Lokaliteten er navnlig vigtig for planteædende arter som knopsvaner og blichøns. For flere af arterne dannes fødegrundlaget af den bundlevende flora og fauna</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Området støder op til SPA DK 006X086, og målsætningerne for de to områder anføres under et i Natura 2000 planen.</p> <p>Det overordnede mål er, at arterne skal have gunstig bevaringsstatus.</p> <p>De vigtigste specifikke mål i denne sammenhæng er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tilstanden og det samlede areal af levesteder for trane, rørdrum, havørn, mosehornugle, rørhøg, plettet rørvagtel, klyde, engsnarre, fjordterne, splitterne, havterne og dværgterne som ynglefugle stabiliseres eller øges, således at der er tilstrækkeligt med egnede yngle- og fourageringssteder for arterne i området.</li> <li>-Tilstanden og det samlede areal af levesteder for lille skallesluger og trane som trækfugle stabiliseres eller øges, således at der er tilstrækkeligt med egnede raste- og fourageringssteder for arterne i området.</li> <li>-Tilstanden og det samlede areal af levestederne for følgende trækfugle skal være stabil eller i fremgang, således at der er grundlag for rastende/fouragerende bestande på mindst 2800 skarver, 1450 sangsvaner, mindst 14.000 knopsvaner, mindst 5000 sædgæs, mindst 3500 bramgæs, mindst 8600 grågæs, mindst 2000 mørkbugede knortegæs, mindst 9000 hvinænder, mindst</li> </ul>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	BEVARINGSMÅL (Udpegningsgrundlag)
		34300 trolldænder, mindst 13000 taffelænder, mindst 3500 store skalleslugere, mindst 5000 toppede skalleslugere og mindst 40000 blichøns.
SPA DK 006X086 Guldborgsund	Guldborgsundområdet er udpeget på grund af dets betydning for ynglende og rastende fugle.	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>Ynglefugle: Havørn, rørhøg</p> <p>Rastende fugle: Sangsvane, knobsvane, trolldand, taffeland, hvinand, stor skallesluger</p> <p>For flere arter dannes fødegrundlaget af den bundlevende flora og fauna.</p> <p>Ynglende havørn og rørhøg og områdets internationale betydning som raste- og overvintringsområde for kødædende og planteædende vandfugle.</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER: Se under SPA DK-006X083 Kyststrækningen ved Hyllekrog-Rødsand</p>
SPA DK 006X087 Maribosøerne	Store ferskvandssøer beliggende i umiddelbar nærhed af Maribo. Vigtigt område for ynglende, rastende og overvintrende fugle, hvoraf trolldænder regelmæssigt finder føde i Femern Bælt (om natten).	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>Ynglefugle: Rørdrum, havørn, hvepsevåge, rørhøg, trane, fjordterne</p> <p>Rastende fugle: Lille skallesluger, grågåås, skeand, trolldand, taffeland.</p> <p>Forekomsten af trolldænder (der raster om dagen) udgør over 1 % af bestanden i Europa om vinteren</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Det overordnede mål er, at arterne skal have gunstig bevaringsstatus, og at søområdet er et godt levested for både internationalt vigtige forekomster af rastende vandfugle som grågåås og trolldand samt for sjældne ynglefugle som bl.a. havørn, rørdrum og fjordterne.</p> <p>De vigtigste specifikke mål i denne sammenhæng er:</p> <p>-Tilstanden og det samlede areal af levesteder for trane, havørn, hvepsevåge, rørhøg og fjordterne som ynglefugle stabiliseres eller øges, således at der er tilstrækkeligt med</p>

OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	BEVARINGSMÅL (Udpegningsgrundlag)
		<p>egnede yngle- og fourageringssteder for arterne i området.</p> <p>-Tilstanden og det samlede areal af levestederne for følgende ynglefugle skal være stabil eller i fremgang, således at der er grundlag for en bestand på mindst 50 par rørdrum.</p> <p>-Tilstanden og det samlede areal af levesteder for lille skallesluger som trækfugl stabiliseres eller øges, således at der er tilstrækkeligt med egnede raste- og fourageringssteder for arten i området.</p> <p>Tilstanden og det samlede areal af levestederne for følgende trækfugle skal være stabil eller i fremgang, således at der er grundlag for rastende/fouragerende bestande på mindst 13.000 grågæs, mindst 2.200 skeænder, mindst 20.000 troldænder og mindst 10.000 taffelænder.</p>
SPA DE 1530-491 Östliche Kieler Bucht	Området strækker sig fra Kiel Bugt til den vestlige del af Femern og inkluderer den vestlige del af Femern Bælt. Lavvandede bugter med tilstødende strandvolde, strandlaguner og laguner. Det er et internationalt vigtigt raste- og overvintringsområde for havænder og et vigtigt yngleområde for strand- og kystfugle.	<p>UDPEGNINGSGRUNDLAG:</p> <p>Der er angivet rasteområder for 30 fuglearter. Området er især vigtigt for store koncentrationer af havænder, hvis føde består af muslinger</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af de kystnære vandområder med overvejende betydning for det internationale fugletræk, som en uforstyrret (så vidt muligt) raste- og overvintringsområde for talrige andefugle, som en gunstig fourageringshabitat for yngle- og raste fugle såvel som en yngle habitat for kystnære eng- og rørskovsfugle. I sammenhæng med de øvrige Østersø områder har det en afgørende værdi som overvintringsområde for (hav)ænder. Yderligere skal bevarelse af ufragmenterede områder – som stort set er blottet for forstyrrende vertikale strukturer (f.eks. højspændingskabler og vindmøller) – tilsigtes indenfor områder.</p> <p>Bevaring af en gunstig bevaringsstatus for de fuglearter der er medtaget på udpegningsgrundlaget</p>
SPA DE 1633-491 Ostsee östlich Wagrien	Området er beliggende ved østkysten af Østholsten og omfatter de største rev og sandbanker på Slesvig-Holstens østersøkyst. Det er hjem for 12 arter der er beskyttet i	<p>Udpegningsgrundlag:</p> <p>Der er angivet 12 fuglearter. Området er især vigtigt for store koncentrationer af havænder, hvis føde består af muslinger og</p>



OMRÅDE ID OG NAVNE	BESKRIVELSE	BEVARINGSMÅL (Udpegningsgrundlag)
	henhold til EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv.	<p>bløddyr</p> <p>BEVARINGSMÅLSÆTNINGER:</p> <p>Bevaring af de kystnære vandområder med overvejende betydning for det internationale fugletræk, som en uforstyrret raste- og overvintringsområde for troldænder, stor skallesluger, ederfugl, havlit og blichøns. I sammenhæng med de øvrige Østersø områder har det en afgørende værdi som overvintringsområde for Østersøens population af andefugle. Især i de lavvandede områder og Grossenbroder Binnenhafen overvintrer titusinder af havænder, dykænder og andre vandfugle. I Lenster Strand området skal Schelsvig-Holsteins vigtigste bestand af dværgterne bevares.</p> <p>Bevaring af en gunstig bevaringsstatus for de fuglearter der er medtaget på udpegningsgrundlaget</p>



## **BILAG B:**

### ***Beskrivelse af undersøgelsesmetoderne i havområderne***

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
<b>Hydrodynamik</b>	Målråttede undersøgelse fra 2009 til 2010 (2 år) for at kortlægge sæsonvariation og år-til-år-variation i vigtige hydrografiske parametre som saltholdighed, temperatur, strøm og bølger.	
	Kontinuerlig dataindsamling i 2 år på 3 faste offshore-stationer med ADCP og CTD-sensorer i tre dybder til måling af saltholdighed, temperatur samt strømretning og -hastighed	
	Laboratorieeksperimenter til undersøgelse af blokerings- og opblandingseffekter af forskellige udformninger og konstruktioner af den faste forbindelse.	
	Feltundersøgelse til at belyse hydrodynamiske effekter af bropillerne på den eksisterende Storebæltsbro.	
<b>Vandkvalitet</b>	Målråttede undersøgelse udført fra 2009 til 2010 (2 år) for at kortlægge sæsonvariation og år-til-år-variation i vigtige vandkvalitetsparametre som næringsstoffer og turbiditet/lysgennemtrængning. 14 offshore stationer og 10 stationer i nærheden af kysten.	
	Kontinuerlig dataindsamling på 10 faste kyststationer, der måler turbiditet på én dybde, (5 langs Femerns kyst og 5 langs Lollands kyst).	
	Kontinuerlig dataindsamling på 3 faste offshore-stationer som måler turbiditet og fluorescens (fytoplanktonbiomasse) i tre dybder	
<b>Bundtopografi og kystmorfologi</b>	Kortlægning under anvendelse af side-scandata i Femern Bælt, multibeam sonar-opmåling på vanddybder større end 6 m og almindelig sonar (enkeltstråle) inden for 6 m -kurven.	
<b>Havbund og sedimenttransport</b>	Sedimentprøver af havbunden, undersøgelse af forurenende stoffer og undersøgelse af fauna og flora til analyser af overfladesedimentets struktur	
	Indsamling af sedimentprøver i linjeføringskorridoren for at bestemme indholdet af forurenende stoffer og næringsstoffer i de lag af havbunden, der stammer fra den industrialiserede periode. Kortlægning af giftige stoffer suppleres med undersøgelse af muslinger indsamlet langs kysten fra den planlagte linjeføring.	
	In-situ sedimentfældemålinger. Tre til fem lokaliteter vil blive undersøgt med fokus på naturlige sedimentationsområder. På hver lokalitet vil der blive installeret tre fælder i vandsøjlen.	

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
	Felteksperimenter vedrørende faldhastighed og spredning, hvor naturligt finkornet bundsediment blandes med vand fra Femern Bælt og gradvist udledes i havet for at efterligne en sedimentfane. Faldhastigheder og fordeling af vandsøjlen måles. Af eksperimenterne udledes modelparametre vedr. hydrodynamik og sedimenttransport.	
<b>Flora og fauna i havet</b>		
Fytoplankton	Klorofyl anvendes som mål for biomassen. Klorofyl måles i henhold til HELCOM-standard.	2 år: 12 offshore stationer og 10 stationer i nærheden af kysten, der besøges en gang om måneden;
	<i>Primærproduktion</i> Måles med C <sup>14</sup> -metoden i henhold til de danske retningslinjer for overvågning (NOVANA)	2 år: 4-12 stationer, der besøges en gang om måneden;
	<i>Artssammensætning</i> analyseres på to niveauer: Som algegrupper på grundlag af HPLC-analyser af pigmentsammensætning Og som artsgrupper på grundlag af mikroskopanalyser i henhold til HELCOM-standard	2 år: 4-12 stationer, der besøges en gang om måneden;  2 år: 3 stationer, der besøges en gang om måneden; <sup>1)</sup>
Zooplankton: Vandlopper og meroplankton	Analyse af <i>sammensætning og individtal</i> . Prøvetagning med WP2-net; 2 lodrette træk (overflade+bundvand). Analyse af prøver og analyse efter HELCOM-vejledningen.	2 år: 4-12 offshore stationer, der besøges en gang om måneden;
Zooplankton: Gopler	Analyse af <i>sammensætning, individtal og bundfældning</i> . Prøvetagning med af multinet; 2 lodrette træk (i hh. overflade og bundlag). Analyser ved anvendelse af de mest avancerede metoder	2 år: 4-12 offshore stationer, der besøges en gang om måneden; bundfældning: 3-6 stationer, der besøges en gang om måneden

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
<b>Bundfauna og bundvegetation</b>		
Makroalger	Udbredelse bestemt på grundlag af luftfoto understøttet af indsamling af data i felten. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde og referenceområder og relevante Natura 2000-områder.	1 flyvning
	Videoptagelse langs transekter og prøvetagning med ramme for at bestemme variation fra år til år i udbredelse og tæthed. Omfatter det potentielle påvirkningsområde, referenceområder og relevante Natura 2000-områder.	2 år: 1 undersøgelse pr. år; 34 transekter
Ålegræs	Udbredelse bestemt på grundlag af luftfoto understøttet af indsamling af data i felten. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde, referenceområder og relevante Natura 2000-områder.	1 flyvning
	Videoptagelse langs transekter og prøvetagning med ramme for at bestemme sæsonvariationen i udbredelse og tæthed. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde og referenceområder samt Natura 2000-områder.	2 år: 1 undersøgelse pr. år; 8 takseringslinjer
Blødbundsfauna	Prøvetagning med ramme eller grab for at bestemme årstidsbestemt variation i udbredelse og individuel. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde og referenceområder.	2 år: 2 undersøgelser pr. år; 50 offshore stationer og 168 stationer i nærheden af kysten
Epifauna	Stikprøvetagning med ramme for at bestemme udbredelse og individ i Natura 2000-områder.	2 år, 1 undersøgelse pr. år, 103 prøver
Muslinger	Fordeling bestemt på grundlag af luftfoto understøttet af indsamling af data i i felten. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde og referenceområder.	1 flyvning
	Videoptagelse langs transekter og prøvetagning med ramme for at bestemme sæsonvariation i udbredelse og individuel. Undersøgelserne dækker det potentielle påvirkningsområde og referenceområder.	2 år: 1 undersøgelse pr. år; ca. 30 takseringslinjer

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
<b>Fiskefauna</b>		
Pelagiske fisk	<p>Hydroakustiske undersøgelser til bestemmelse af udbredelse og identifikation af gydeområder, i det potentielle påvirkningsområde og referenceområder. Vigtigste arter: Torsk, sild og brisling.</p> <p>Garnfiskeri og videoanalyser langs transekter til bestemmelse af gydeområder for efterårs- og forårsgydnende sild i det potentielle påvirkningsområde og referenceområder.</p>	<p>2 år: 3 undersøgelser pr. år</p> <p>1 år: undersøgelse om forår/efteråret med høj tæthed: 120 stationer og 200 transekter (video). 1 års specifikke årstidsbestemte undersøgelser.</p>
Æg og larver	<p>Bongonet-undersøgelser til bestemmelse af artssammensætning og geografisk fordeling.</p> <p>Kortlægning af gydeområder på grundlag af backtracking af drivende æg og larver i vandmasserne.</p>	<p>1 år: 6 undersøgelser om foråret, 52 stationer</p> <p>1 år: Undersøgelser om efteråret, 52 stationer</p> <p>1 år: Specifikke årstidsbestemte undersøgelser</p>
Bundlevende fisk	<p>Sæsonvariation i udbredelse, individtal og rumlig fordeling af arter i forskellige habitater på grundlag af undersøgelser med "flermaskede" garn, d-trawl/YOY-trawl, bundgarn og faldgarn. Undersøgelserne dækker opvækst- og fourageringsområder i det potentielle påvirkningsområde og referenceområder.</p> <p>Kortlægning af vandringsruter for blankål ved hjælp af mærkningsteknikker.</p>	<p>1 år: Månedlige undersøgelser med høj stations-tæthed (58 stationer)</p> <p>1 år: Specifikke årstidsbestemte undersøgelser</p> <p>Specifikke årstidsbestemte undersøgelser i opvækst og fourageringsområder</p> <p>2 år: 1 undersøgelse om efteråret</p>

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
Havpattedyr		
Marsvin	<p>Undersøgelser af individuel, udbredelse og anvendelse af habitater i anlægsområdet og tilstødende vande. Beskrivelse af undersøiske støjprofiler i Femern Bælt-området for at vurdere eksisterende belastninger.</p> <p>Metoder i henhold til internationale standarder og de tyske standarder for VVM-undersøgelser for havvindmølleparker (StUK3; BSH 2007).</p> <p>Udsbredelse og individuel: Flytællinger langs transekter, der dækker Femern Bælt og tilstødende vande; 36 transekter i en indbyrdes afstand på 3 km; højde 600 m; beregning af absolutte individuelle tætheder i henhold til Buckland <i>et al.</i> (2001). GIS-kort, der viser fordeling af observationer for hver undersøgelse.</p> <p>Anvendelse af habitater: Passiv akustisk overvågning under anvendelse af klikdetektorer (C-POD-overvågningssystemer) i det potentielle påvirkningsområde og to referenceområder. Registrering af om der er, eller ikke er, marsvin tilstede samt indikatorer for akustisk aktivitet (daglig hyppighed, ventetider); data analyseres i henhold til StUK3 (BSH 2007).</p> <p>Anvendelse af habitater: Telemetriundersøgelse; satellitsendere anbragt på individuelle marsvin; data om marsvins bevægelser i nærheden af Femern Bælt og udenfor; vurdering af arealdækning, potentielle aktivitetsområder (home ranges), afstande tilbagelagt pr. dag.</p> <p>Interaktion med nuværende menneskelige aktiviteter: Støjundersøgelser: Akustisk overvågning på strategiske lokaliteter i Femern Bælt-området og tilstødende vande. Anvendelse af selvsregistrerende optagesystemer (&lt; 20 Hz - 20 kHz); Dataanalyse: 1/3 oktav lydtrykniveau (i dB re 1µPa) af undersøiske støjprofiler.</p>	<p>2 år; 8 undersøgelser om året fra marts til oktober.</p> <p>Undersøgelse i 2 hele år; 27 detektorer</p> <p>Såfremt det er muligt: 10 marsvin i 2009: Ca. 5 fanget i garn og ca. 5 fra aktiv indfangning.</p> <p>1 års undersøgelse (september 2009 – august 2010); 2 anordninger der registrerer på forskellige lokaliteter.</p>
Sæler	<p>Undersøgelser af individuel, udbredelse og anvendelse af habitater i anlægsområdet og tilstødende vande. Undersøgelse af sælernes helbredstilstand.</p> <p>Udbredelse og individuel: Flytællinger der dækker kendte liggepladser i Femern bælt og tilstødende områder (f.eks. Rødsand).</p>	<p>20 Flytællinger (10 pr. år)</p>



EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
	Anvendelse af habitater: Telemetriundersøgelse ved hjælp af mærker, der kan spores med via GPS; Analyse af spættede sælers bevægelser i forhold til den planlagte placering af den faste forbindelse.	Såfremt det er muligt: 1½ års undersøgelser; 12 sæler mærket i den indledende periode (marts-nov 2009).
	Helbredstilstand: Tilvejebringelse af basisoplysninger om sælers helbredstilstand før påbegyndelse af anlægsarbejdet og anlæggets drift. Indsamling af afføringsprøver under mærkninger og screening for kortisol i laboratoriet. Undersøgelse af dyrets tilstand ved anvendelse af morfometriske variable og indsamling af blodprøver til yderligere test.	Ad hoc under mærkningen i 2009.
<b>Fugle</b>		
Rastefugle på havet	Undersøgelse af tæthed, udbredelse og anvendelse af habitater i projektkorridoren og tilstødende farvande. Metoder i henhold til internationale standarder og den tyske standard for undersøgelser af havvindmølleparkers effekt på havmiljøet (StUK3, BSH 2007).  Udbredelse og tæthed: Flytællinger langs transekter i Femern Bælt og tilstødende farvande, 36 transekter i en indbyrdes afstand på 3 km, 250 fods højde, beregning af den absolutte tæthed med DISTANCE-software ( <a href="http://www.ruwpa.st-and.ac.uk">http://www.ruwpa.st-and.ac.uk</a> ) som en integreret del af rumlige modeller.	2 år: 12 tællinger om året
	Udbredelse og tæthed: Skibstællinger langs transekter i Femern Bælt og tilstødende farvande, beregning af detektionsafstande og tæthed (fugle pr. arealenhed) med DISTANCE-software som en integreret del af rumlige modeller.	2 år: 10 tællinger om året
	Anvendelse af habitater: Telemetriundersøgelse med satellit-, GPS- og radiosendere på udvalgte havænder (edderfugl, havlit, sortand og troldand), data om havændernes aktivitet og migration i nærheden af Femern Bælt og tilstødende farvande, vurdering af arealanvendelse og potentielle aktivitetsområder.	<b>2 år</b>
	Fødeøkologi: Undersøgelse af døde vandfugle, især havænder, undersøgelse af svaners og skarvers ekskrementer eller spyt.	<b>2 år</b>
Trækfugle	Undersøgelse af fugletrækket om dagen ved hjælp af visuelle observationer på tre lokaliteter: Rødbyhavn, Puttgården og et skib i Femern Bælt, indsamling af baggrundsdata ved Hyllekrog, registrering af artssammensætning, trækintensitet, flyvehøjder og flyveretning.	2 år: 120 dage om året ved landstationer, 85 dage om året fra skibet

EMNE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
	Undersøgelse af fugletrækket om dagen og om natten med skibsradarer, tre radarer i horisontal position (radius < 6 km) i Rødbyhavn, Puttgarden og på skibet, fire radarer i vertikal position (radius 1,5 km) i Rødbyhavn, Puttgarden, på skibet og i Westermakelsdorf. Måling af trækintensitet, trækretning og trækhøjder.	2 år: På land i hele perioden fra februar til november, 85 dage fra skibet
	Undersøgelse af fugletrækket om dagen og om natten med en radar med snævert strålebundt, registrering af trækintensitet, artsgrupper, trækhøjder, trækretning, flyvehastighed.	2 år: Rødbyhavn i 2009, Puttgarden i 2010, marts til november
	Undersøgelse af fugletrækket om dagen og om natten ved hjælp af akustisk registrering, optagelse af lyde med mikrofoner.	2 år: På land i hele perioden fra februar til november, 85 dage fra skibet
	Undersøgelse af hav- og vandfugles reaktion på eksisterende brokonstruktioner. Gennemførelse af undersøgelser af kollisionsrisikoen. Visuelle observationer og måling af reaktionerne i Kalmar-sund, Øresund, Storebælt og Farosund. Yderligere radarundersøgelser i Øresund og Storebælt i 2010. Undersøgelse af fugletrækket om dagen og om natten.	2 år
Ynglefugle på land	Registrering af bestanden af ynglefugle i henhold til standard for kortlægning af ynglefugle (Südbeck <i>et al.</i> , 2005). På Femern i hele området omkring landanlægget, på Lolland i de specielle strukturelementer af landskabet uden for landbrugsarealerne.	2009

## **BILAG C:**

### ***Beskrivelse af undersøgelsesmetoder for flora og fauna omkring tilslutningsanlæggene (på land)***

ART/BIOLOGISK GRUPPE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
Svampe	<p>I Tyskland vil der blive foretaget en litteraturgennemgang vedrørende forekomsten af svampe.</p> <p>I Danmark vil egnede habitater blive undersøgt for forekomst af svampe.</p>	DK: 3
Flora		
Biotoptyper	<p>I Tyskland vil biotoptyperne for hele undersøgelsesområdet blive kortlagt i løbet af sommeren. Alle lovmæssigt fredede biotoper (§25 LNatSchG) vil blive fotograferet. Hver biotoptype beskrives ved en polygon i GIS med tilhørende parametre (størrelse, biotop-type, beskyttelsesstatus). Der vil blive tilføjet en kort beskrivelse af hver biotoptype med hensyn til arealanvendelse, fremherskende vegetation og karakteristiske strukturer.</p> <p>I Danmark vil arealer/biotoper i undersøgelsesområdet, af biologisk værdi blive identificeret og kortlagt. Hvert sted tildeles et unikt ID-nummer, og for hvert areal vil der blive udfyldt dataark med grundlæggende oplysninger med en generel beskrivelse af området, dets økologiske tilstand og funktion, artslistor for planter, udvalgte insektgrupper (guldsmede, vandnymfer, græshopper, sommerfugle, køllesværmere), padder, krybdyr og pattedyr samt en vurdering af egnethed som potentielt ynglehabitat for padder. Habitatstrukturer med værdi for flora og fauna (f.eks. spredningskorridorer som levende hegn eller jord- og stendiger) vil blive kortlagt og nuværende barrierer vil blive identificeret. Andre områder inden for undersøgelsesområdet, med ringere biologisk værdi (f.eks. opdyrkede arealer) vil blive kortlagt, men ikke beskrevet. Hvert areal/biotoptype vil blive henregnet til en værdikategori på grundlag af dens biologiske og økologiske værdier. Værdisætningen af naturlokaliteter sker som en konkret vurdering i forbindelse med feltundersøgelserne og gøres på en 5 delts skala (meget høj, høj, middel, lav og meget lav værdi). Parametre, der inddrages i værdisætningen, er: Tilstedeværelse af sjældne arter (bilag IV arter, rødlistede arter, gullistede arter og øvrige sjældne arter), lokalitetens økologiske sammenhæng med øvrige lokaliteter (dvs. isolationsgrad), den nuværende belastning af lokaliteten (f.eks. med næringsstoffer, nærtliggende barrierer, dræning etc.) samt lokalitetens oprindelig og sjældenhed i lokalområdet. Vurderingen laves i felten og valideres efter hjemkomst. Hvor der er flere besøg på den samme lokalitet, kan værdisætningen efterfølgende justeres. Der ligger ikke beregninger til grund for værdisætningen, som derimod er en ekspertvurdering lavet på baggrund af de nævnte parametre. I værdisætningen inddrages en subjektiv vurdering af arealets poten-</p>	1

ART/BIOLOGISK GRUPPE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
	tiale	
Rødlistede planter	<p>Inden for undersøgelsesområdet vil forekomsten af rødlistede planter blive specifikt undersøgt i maj/juni og juli/august. Dette er standard i Tyskland. I Danmark vil forekomst af gullistede arter (nationale ansvarsarter) også blive undersøgt. Data vil anvendes til at op- eller nedgradere biotoptyper, og der vil blive lavet en vurdering af, om arterne kan blive påvirket.</p> <p>Forekomsterne registreres ved hjælp af GPS (ikke hver enkelt plante, men relevante lokaliteter) med oplysninger vedrørende artens antal eller dækning i kvadratmeter samt en vurdering af forekomsten.</p>	2
Fauna		
Guldsmede og vandnymfer	<p>Alle egnede vandhuller i undersøgelsesområdet, vil blive undersøgt. Egnede vandhuller udpeges på baggrund af en konkret vurdering, der omfatter eutrofieringsgrad, udskygning af vandfladen samt en vurdering af om der kunne forekommer mange og/eller sjældne arter.</p> <p>Der er ikke kendte forekomster af guldsmede på bilag IV i hverken det danske eller det tyske undersøgelsesområde. Hvor egnede habitater identificeres, vil relevante arter dog blive eftersøgt.</p>	5
Græshopper	Kortlægning langs transekter i de væsentlige egnede habitater (f.eks. i vejkanter, langs diget og på jernbaneterræner) inden for undersøgelsesområdet, i maj, juli og august.	3
Sommerfugle	Kortlægning langs transekter i væsentlige, egnede habitater inden for undersøgelsesområdet (f.eks. i vejkanter, langs diget og på jernbaneterræner) i april, maj, juni, august og september.	5
	I Danmark vil der blive foretaget en litteraturgennemgang vedrørende forekomsten af natsværmer.	
	Dueurtsværmer ( <i>Proserpinus proserpina</i> , bilag IV): Kortlægning i væsentlige, egnede habitater inden for undersøgelsesområdet (jernbaneterræn).	3
Sandgraveedderkop ( <i>Arctosa cinerea</i> ) (Strengt fredede arter)	Kortlægning i væsentlige kysthabitater inden for undersøgelsesområdet. Kun relevant i Tyskland, da arten ikke har nogen særlig beskyttelsesstatus i Danmark.	1

ART/BIOLOGISK GRUPPE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
Krybdyr	Kortlægning langs transekter i væsentlige, egnede habitater inden for undersøgelsesområdet (f.eks. i vejkanter, langs diget og på jernbaneterræner) i marts/april, august og september.	3
	Markfirben ( <i>Lacerta agilis</i> , bilag IV). Kortlægning i habitater, der egner sig til markfirben som overdrev eller andre habitater med sandet jord. Arterne undersøges som led i den generelle kortlægning af krybdyr, der er nævnt ovenfor.	3
Løbebiller	Kortlægning i væsentlige, egnede habitater inden for undersøgelsesområdet. 5 fælder pr. lokalitet, 3 fangstserier.	3
Biller afhængige af gamle træer	<i>Stor egebuk (Cerambyx cerdo, bilag IV)</i> og <i>eremit (Osmoderma eremita, Bilag IV)</i> . Undersøgelse af gamle træer som potentielle levesteder inden for undersøgelsesområdet. Kun relevant i Tyskland, da der ikke findes potentielle levesteder i det danske undersøgelsesområde.	1
Padder (flere arter er omfattet af bilag-IV)	Alle vandhuller i undersøgelsesområdet vil blive undersøgt en gang. Det vurderes under første besøg, hvilke vandhuller der er egnede for padder. Disse vil blive genbesøgt i de perioder, der er relevante for givne arter. Egnede vandhuller udpeges på baggrund af en konkret vurdering, der omfatter forekomst af fisk, andefodring, eutrofieringsgrad, brinkernes stejthed og udskygning af vandfladen. I Tyskland vil der blive anvendt fælder til at fange salamandre og haletudser. I Danmark eftersøges salamandre dels ved lysning om natten med en kraftig lommelygte i april-maj samt ved ketchning efter larver i starten af juli. Egnede vandhuller bliver inspiseret tre gange i dagtimerne og én gang om natten.	4
Flagermus (alle er bilag IV-arter)	Oversigtskortlægning af hele undersøgelsesområdet for at identificere strukturer i landskabet, der kan anvendes som flyvekorridorer/ledelinjer f.eks. levende hegn, skovbryn, vandløb med træer langs kanten eller fødesøgningsområder, f.eks. træomkransede søer, parkagtige landskaber med træer, haver, moser vådområder m.m.	1

ART/BIOLOGISK GRUPPE	UNDERSØGELSESMETODER	ANTAL BESØG
	Undersøgelse med flagermusdetektor af potentielle flyvekorridorer/ledelinjer og fødesøgningsområder, der er fundet i oversigtskortlægningen. Hver lokalitet besøges 1-2,5 time ved gode forhold (relativt varmt, svag vind og ingen eller svag nedbør) i perioden juni-september. De bedst egnede lokaliteter undersøges af en feltbiolog med flagermusdetektorer, medens de knap så velegnede - herunder ledelinjer hvor flagermus kun undtagelsesvis passerer forbi - vil blive undersøgt ubemandet detektorer og automatisk optagelse. Flagermus lokaliseres og artsbestemmes ved at sammenholde visuelle adfærdsmæssige observationer med det skrig, de udsender, registreret ved hjælp af flagermusdetektor med timeekspansion forbundet med digital optager. I tvivlstilfælde analyseres skrigene på computeren ved hjælp af programmet "Batsound".	3
	Kortlægning af potentielle rasteområder, f.eks. træer, der potentielt er egnet som raste- og/eller ynglelokaliteter (dvs. træer med løstsiddende bark, grenkryds, lianer og hulheder) samt bygninger (f.eks. huse, broer), som vil blive revet ned i anlægsfasen. Kortlægningen foregår dels ved studie af luftfotos og kort og dels i felten ved markering af waypoints med GPS.  Alle egnede rastesteder, der potentielt skal fjernes, vil blive besøgt for at fastslå, om der er rastende flagermus. Ikke mindst de steder der potentiel kan være ynglesteder, Undersøgelserne udføres i juli.	3
Mellemstore og store pattedyr	Der bliver ikke udført separate undersøgelser. I stedet vil data fra jagtmyndigheder, jægere, skovmyndigheder, registrering af trafikdrab og oplysninger fra yderligere eksperter blive vurderet	
Små pattedyr	Hasselmus ( <i>Muscardinus avellanarius</i> , bilag IV). Der søges efter reder i egnede habitater som hække og brombærbevoksninger. Kun relevant i Tyskland, da arten ikke findes på Lolland.	1
Ynglefugle på land	Se bilag B	Se Bilag B