

Smolt-revet ved ekstremt lavvande. Bemærk, at alle sten er dækket af tang. Foto: Marion Brophy, DTU Aqua

Forfatterne



Kaja Vestrup West er studerende på Danmarks Tekniske Universitet (DTU) i Life Science Engineering. Kaja har arbejdet med forskningsprojektet omkring smolt-revet hos DTU Aqua i 2025. s222156@dtu.dk kaja.west@outlook.dk



Marie Hartlev Frausing er ph.d.-studerende ved DTU Aqua med Jon C. Svendsen som hovedvejleder. Marie er uddannet biolog og har de seneste år arbejdet med akustisk telemetri ved flere stenrev i Naturpark Lillebælt, herunder smolt-revet.



Matthew Chapman er kandidatstuderende i økologisk forvaltning og naturbevaringsbiologi ved Queen's University Belfast. Matthew har været i praktik hos DTU Aqua i foråret 2025 og har her arbejdet med smolt-revet.



Jon Christian Svendsen er seniorforsker på DTU Aqua og arbejder med forvaltning og genopretning af marine ressourcer. Jon udfører forskningsprojekter i tæt samarbejde med lokale og landsdækkende organisationer, der styrker livet i havet. jos@aqu.dtu.dk



Rejsen mod havet: ET STENREV SOM FØRSTE STOP

I Naturpark Lillebælt skal et nyt stenrev give havørred en bedre start på rejsen mod det åbne hav og vise, hvordan et simpelt greb som sten på havbunden kan bidrage til et sundere havmiljø.

Langs de danske kyster strækker Lillebælt sig som et smalt farvand, men under overfladen kæmper havet en stille kamp for livet. Økosystemet er nemlig under pres, især på grund af menneskelige påvirkninger. I årtier er store mængder næringsstoffer strømmet ud fra landbrug og spildevand, som usynlige floder af nitrogen og fosfor, der gøder havet til døde. Dette har ført til *eutrofiering* – en ubalance i næringsforholdene, der blandt andet kan føre til iltvind, så især bundlevende dyr har svært

ved at overleve. Årtiers overfiskeri har ligeledes ført til udtømming af fiskebestandene. Derudover er millioner af sten i tidens løb hentet op fra havbunden for at anvende dem til havnemoler, kystbeskyttelse og bygninger på land. Det har efterladt store områder med ensformig, sandet bund, hvor det kan være svært for vegetation og dyr at etablere sig og trives.

Men nu blæser der nye vinde over Lillebælt. Naturpark Lillebælt har sat kurs mod forandring med projektet Bælt i Balance. Projektet

forbedrer og genopretter havmiljøer i området, der strækker sig fra Trelde Næs til Hejlsminde, som rummer hav, fjorde og kystnære landskaber. Et vigtigt skridt blev taget i foråret 2023 ved Varbjerg, hvor over 2.400 kubikmeter sten blev udlagt på havbunden ved udløbet af Storå. Her danner stenene et nyt stenrev, skabt særligt med havørreden (*Salmo trutta*) i tankerne. Her er det meningen, at unge havørreder, kaldet smolt, kan finde skjul og tryghed, imens de tilpasser sig saltvandet som begyndelsen på rejsen til det åbne hav.

Sten skaber liv

Når du ser en stor sten på land, er den måske begroet af lidt mos eller lav. Løfter du stenen, kravler der måske nogle invertebrater (f.eks. regnorme) rundt nedenunder. Men det blegner i forhold til det myldrende liv, der tit udfolder sig omkring sten i havet. Sten og stenrev er afgørende for havet, da de i sig selv gør den ensformige sandbund til et mere varieret habitat. Stenene fungerer også som opvækst-områder, hvor yngel og småfisk kan gemme sig og finde ly. Det, der især bidrager til det livsunderstøttende habitat, som sten skaber, er forekomsten af makro-alger. Makro-alger (dvs. tang) hæfter sig til sten for ikke at blive revet løs af bølger og strøm. På den måde kan sten på havbunden fungere som ankre for tætte tangskove.

Disse skove har en central rolle i det kystnære økosystem og skaber talrige livsrum for mikroskopiske organismer, større bundlevende dyr, og fisk. Makro-alger klassificeres taksonomisk efter farven på deres plantelegeme, og inddeles i grønne, røde, eller brune alger. Farven er ikke bare kosmetisk, den er afgørende for, hvilke lysbølger algerne bedst kan udnytte til fotosyntese og dermed også, hvor dybt i vandet de kan vokse. Gennem fotosyntesen omdanner makro-alger lysenergi og CO₂ til ilt og glukose. På den måde

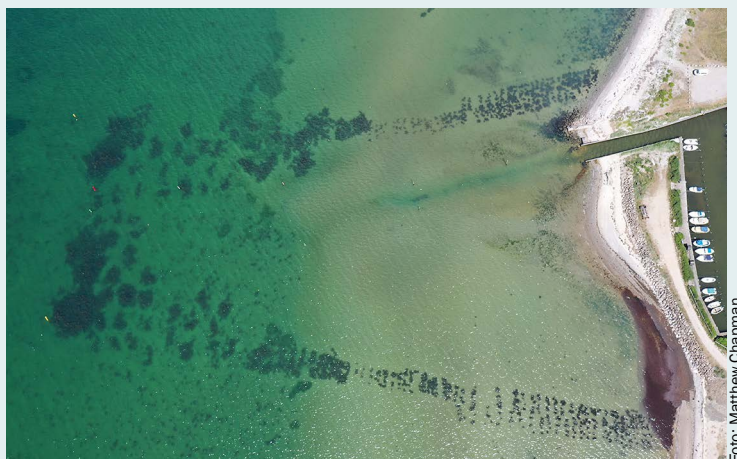
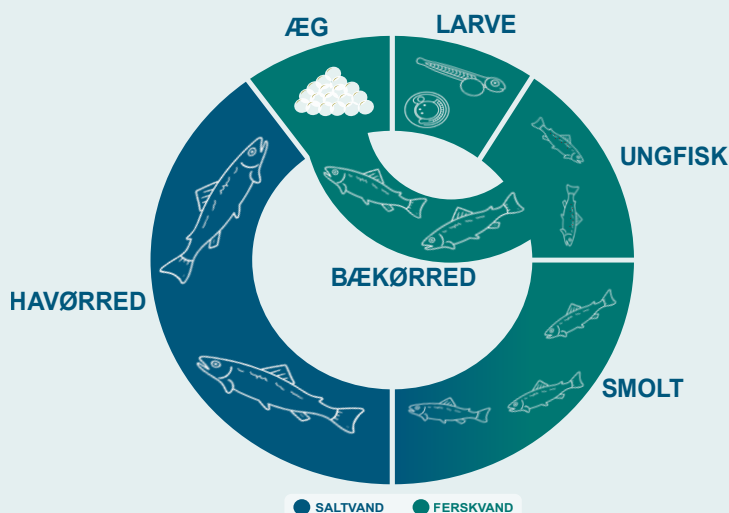


Foto: Matthew Chapman

Det V-formede smolt-rev set ovenfra ved udløbet af Storå ved Varbjerg Havn på Fyn.



Typisk livscyklus for havørreden. Nogle ungfisk bliver i ferskvand hele livet og bliver til bækørred. Andre gennemgår smoltifikation, hvor de ændrer sig for at kunne leve i saltvand som havørred. Både bækørred og havørred yngler i ferskvand.

bidrager de ikke bare med mad og levesteder – direkte og indirekte – til havets øvrige organismer – men også med ilt, som næsten alle

organismer er afhængige af for at overleve. At lægge sten ud i havet kan virke simpelt, men det har som regel stor betydning for den lokale biodiversitet.

Det nye smolt-rev skal være med til at "genoplive" Lillebælt og skabe grobund for en højere biodiversitet, hvor flere arter kan finde plads i det genopståede undervandslandskab.

Vi ved nemlig, at i havets verden er variation ofte nøglen til overlevelse – for jo mere varierende et marint miljø er, desto flere arter kan det som regel understøtte. Det er netop derfor, at et simpelt greb som sten på en sandbund kan være et stærkt første skridt mod et rigere og sundere Lillebælt.

Fisk med hjemve

Havørred er en *anadrom* fisk – den tilbringer en stor del af livet i havet, men vender trofast tilbage til ferskvand for at reproducere. Fisken søger ofte tilbage til netop det vandløb, hvor den selv kom til verden, for at gyde i løbet af vinteren. Livet begynder som et lille æg, godt gemt under et lag beskyttende småsten. Reden af småsten graver hunnen i vandløbets bund. Når tiden er inde, samles flere hanner omkring hende – rivaler, der kæmper om muligheden for at befrugte æggene. De befrugtede æg dækker

hun med halen, der hvirvler et beskyttende lag af småsten over æggene. I løbet af få dage kan en hun anlægge flere reder med befrugtede æg, før hun vender tilbage til havet. Hannerne bliver ofte lænere tid i vandløbet og forsøger at befrugte æg fra andre hunner, der passerer forbi.

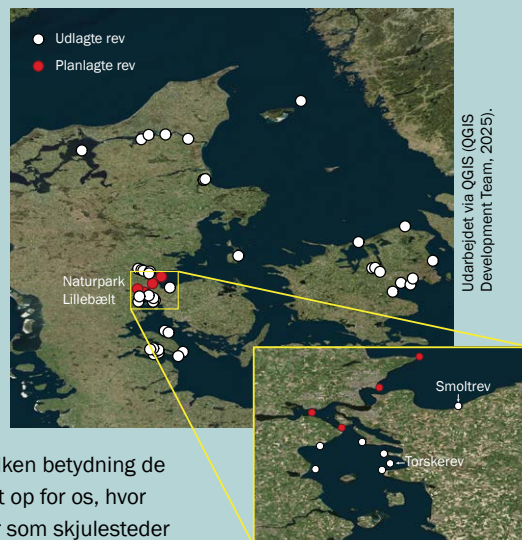
Når æggene er trygt placeret under småstenene, begynder inkubationen – den periode hvor den lille fisk begynder at tage form inde i ægget. Klækningen sker som regel om foråret, når vandet bliver var-

Da stenrevene forsvandt

De fleste danske havnemoler er bygget af sten med mange forskellige oprindelser – men man har især anvendt sten, som er opfisket direkte fra havbunden. Sten fra havbunden er også blevet anvendt til konstruktioner på land i langt over 100 år. Hvor mange sten, der præcist er blevet fjernet fra de danske farvande gennem tiden, er svært at sige. Men det skønnes, at hele 8,3 millioner kubikmeter sten blev fjernet fra havbunden mellem 1900 og 1999. Selvom det omfattende stenfiskeri i praksis stoppede ved årtusindskiftet, blev stenfiskeri først officielt forbudt i 2009.

Havbundens sten er i årevis blevet fjernet uden tanke for, hvilken betydning de havde for livet under overfladen. Men efterhånden er det gået op for os, hvor afgørende stenene – og de makro-alger, der gror på dem – er som skjulesteder og levesteder for et væld af marine dyr. Engang var fiskebestanden i Sejerø Bugt så stor, at det næsten virker ubegribeligt i dag. I 1960'erne, samtidig med at det intensive stenfiskeri tog fart i området, begyndte man at se en tilbagegang i torskebestanden. I samspil med andre negative påvirkninger som intenst overfiskeri og iltsvind, førte denne udvikling til, at det i slutningen af 1990'erne ikke længere var muligt at leve udelukkende af torskefiskeri i bugten.

I dag forsøger vi at rette op på skader skabt af fortidens stenfiskeri. Danmark er i fuld gang, og det bugner med genopretningsprojekter. I Naturpark Lillebælt er fem stenrev blevet udlagt som følge af projektet Better Bird Life og to stenrev, smolt-revet og torske-revet, udlagt i projektet Bælt i Balance. Desuden er det planlagt, at der alene i Naturpark Lillebælt skal udlægges hele fire stenrev mere.



Placeringen af udlagte og planlagte rev i Danmark.



På billederne ses, hvordan den unge ørred, som lever i ferskvand, ændrer udseende under smoltifikation. Foto: DTU Aqua.

mere. Den nyklækkede ørredlarve er blot et par centimeter lang og bærer rundt på en lille "madpakke", nemlig blommesækken fra ægget, som ørreden lever af i de første par uger. Når blommesækken er ved at være tom, begynder larven forsigtigt at svømme ud fra reden og lede efter rigtig føde for første gang. I takt med at fisken vokser, stiger appetitten, og den må ud på opdagelse i et stadig større område for at finde nok mad og et godt sted at leve.

Ørredens forvandling

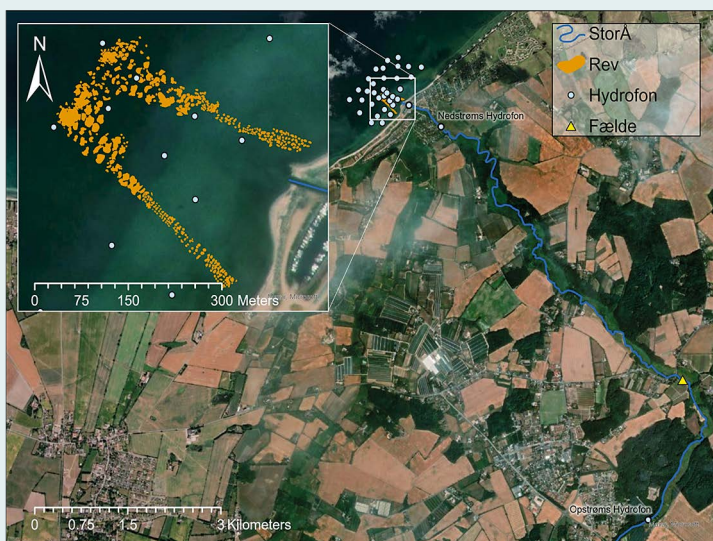
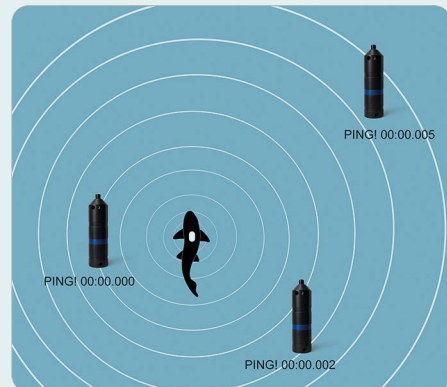
Nogle af de unge ørreder vælger at blive i det ferske, rindende vand hele livet og vokser op som bækørreder. De finder sig til rette i vandløbs skjulesteder og lever der. Men andre får mere eventyrlyst i blodet: Når de er blevet imellem 10-25 cm lange, efter et til fem år i ferskvand, begynder de at gennemgå en forvandling, kaldet smoltifikation. Det er under denne fase, at fiskene betegnes smolt.

Lyd som et værktøj til at følge fisk

I mange sammenhænge har vi brug for viden om, hvor dyrene i et bestemt område af havet bevæger sig hen, og hvornår de gør det. Den viden kan vi få via akustisk telemetri, en metode hvor lydsignaler bruges til at spore dyrenes færden i vandet. Ved smolt-revet er der placeret over 30 hydrofoner til at registrere mærkede fisk. En hydrofon er undervandsmikrofon, som opfanger lydsignaler fra sendere (transmittere), der er opereret ind i fiskene. Hver transmitter udsender et lydsignal med faste mellemrum og et unikt ID, så man kan kende forskel på de individuelle fisk.

Kort fortalt fungerer det på denne måde: Når mange hydrofoner opfanger det samme signal fra én fisk, kan vi bruge en metode kaldet triangulering til at beregne, hvor fisken befinder sig. Lyd bevæger sig med en kendt hastighed i vandet (omkring 1500 meter i sekundet) men hastigheden kan variere lidt afhængigt af vandets temperatur og dermed dets densitet. Hvis én hydrofon hører signalet en smule før de andre, betyder det, at fisken var tættest på netop den hydrofon. Fordi vi kender den nøjagtige placering af alle hydrofonerne, kan vi ved at sammenligne de små forskelle i modtagelsestid regne ud, hvor signalet kom fra. Dermed kan vi estimere fiskens position.

Figuren viser den præcise vandring for en enkelt mærket smolt indenfor en periode på 1,5 time, hvor data er indsamlet fra hydrofoner i Storå-udløbet i april 2022. Netop denne fisk svømmer tæt langs strandlinjen – en adfærd der blev observeret hos flere andre smolt.



Fotos: Matthew Chapman

Kortet viser placeringen af smolt-revet og de udlagte hydrofoner (bemærk, at der også er placeret en hydrofon opstrøms og en nedstrøms for fiskefælden i Storåen). Billederne til højre viser henholdsvis en hydrofon og en af de transmittere, der indopereres i smolt.

Smoltifikation er betegnelsen for de forandringer, som fisken gennemgår for at kunne leve i saltvand. Den mest i øjenfaldende forandring er fiskens farve: Den går ofte fra at være brunlig med røde prikker, til at blive blank og sølvskinnende med små sorte prikker. Sølvfarven fungerer som camouflage i havvandet og

hjælper fisken med at undgå rovdyr. Ud over farven skal fisken også kunne tilpasse sig det salte miljø. Det kræver, at fisken kan regulere salt- og vandbalancen i kroppen, en proces, der kaldes osmoregulering. I ferskvand optager fisken salte og udskiller overskydende vand, mens det i saltvand er omvendt: Her mi-

ster fisken vand og kan ende med for meget salt. For at klare denne udfordring justeres fiskens gæller under smoltifikation. I gællerne dannes særlige saltpumper, som aktivt kan pumpe salt ud af kroppen. Kroppen ændrer også form: Ørreden bliver slankere og mere strømlinjet, bedre tilpasset til det nye liv som



Foto: Matthew Chapman

Billederne viser fiskefælden, der er placeret omkring 4 km opstrøms for udløbet i Varbjerg Havn. Fiskefældens net ender i en lukket kasse, som ses på det store billede.



Foto: Kaja West

Billedet viser opsætningen, når smolten får indopereret den lille transmitter. Den grønne slange bruges til konstant at føre vand til fiskens gæller under hele operationen.



Foto: Matthew Chapman

Billede af en smolt med markering af, hvor den lille transmitter placeres indeni fisken.

langdistancesvømmer i havet. Smolt begynder ofte deres migration mod havet i foråret, hvor vandet bliver varmere. De passerer munden af vandløbet, i brakvandet, som tillader dem at tilpasse sig deres nye liv i saltvandet som havørred.

Smolt i knibe

I Danmark er lystfiskeri efter havørred populært. Det skyldes blandt andet, at der er over 7.000 km kystlinje i Danmark, hvilket nogenlunde svarer til kystlinjen omkring meget større lande som Tyrkiet eller Indien. Havørreden jager ofte tæt på land, og derfor ser man tit lystfiskere stå i deres waders et stykke ude i vandet, eller helt inde ved kysten. De fanger rigtig mange havørred hvert år, men fordi en stor

del af fiskene genudsættes, er det sjældent lystfiskere, der udgør den største trussel – det er tit naturens egne farer. Især for smolt, der jo svømmer fra vandløbene og ud i det åbne hav.

Her lurér én af deres største fjender: Skarven. Skarven er en elegant og effektiv rovfugl, hvis fjerdragt er helt sort med hvide og gule ansigtstegninger. Man ser den ofte langs de danske kyster og ved store søer, hvor den sidder med udstrakte vinger for at tørre sin fjerdragt, der ikke er vandskyende. Det lyder måske som en ulempe, men det er snarere en af dens evolutionære fordele. De tunge, gennemvædede fjer gør skarven i stand til hurtigt at dykke og forfølge

fisk i vandet. Og skarven er dygtig til sin jagtform. Undersøgelser viser, at skarven typisk æder op mod 50 % af de udvandrende smolt. For de små, blanke fisk, der forlader deres trygge barndomsbæk for at møde havet, kan skarven være forskellen mellem liv og død.

Lydbølger skal afsløre smoltens færden

DTU Aqua samarbejder med Naturpark Lillebælt og undersøger, om smolt-revet har en effekt på smolt fra Storå. I februar 2025 begyndte feltarbejdet i Varbjerg Havn. Med hjælp fra medlemmer af Varbjerg Motorbådsclub og lokale frivillige placerede vi hydrofoner rundt om revet. Hydrofoner er undervandsmikrofoner, som opfanger lydbølger

fra små transmittere, der er indsat i fiskene.

Hver transmitter har sit eget kodede signal, og når flere hydrofoner fanger signalet på forskellige tidspunkter, kan vi kortlægge, hvor fisken har svømmet. Hydrofonerne er forankret til bunden ved hjælp af enten cementblokke eller tunge metalkæder, så de bliver på den ønskede position. Samtidig er de fastgjort til en opdriftsenhed, såsom flagbøjer, der holder dem ophængt i den ønskede dybde i vandsøjlen.

Omkring 4 kilometer opstrøms fra udløbet i Varbjerg Havn har vi placeret en fiskefælde i Storå for at fange smolt. Fiskefælden består af et net langs åens bred og bund, som leder fiskene ind i en ruse, hvorefter de ender i en lukket kasse forbundet med nettet. Fælden er konstrueret, så den udnytter fiskenes naturlige bevægelse nedstrøms og gør det vanskeligt for fiskene at finde ud igen. Fælden placeres i vandet om aftenen, og fiskene sorteres om morgenen. Det er nemlig ikke kun smolt, som

fælden fanger, men også fisk som skrubbe, gedde og hundestejle. Fiskene migrerer oftest om natten, hvilket nedsætter risikoen for at blive set af rovdyr.

I alt fik 78 smolt, som alle var længere end 15 cm, indopereret en lille transmitter i bughulen. Før operationen blev fiskene placeret i vand med bedøvelse. Når fisken var bedøvet, blev den lagt på en bakke med rindende vand, og en lille slange førte frisk vand ind i fiskens mund, så gællerne kunne optage ilt fra vandet under hele operationen. Transmitteren blev forsigtigt lagt ind i bughulen via et lille snit lige bag fiskens brystfinne, som efterfølgende blev lukket med ét enkelt sting. Efter operationen blev fisken lagt i et kar med vel-iltet vand, så den stille og roligt kunne vågne op igen. Når fisken havde genoptaget normal svømmeadfærd, blev den genudsat i Storå, så den kunne fortsætte sin rejse.

Håber på succes!

Formålet med feltarbejdet, vi her har beskrevet, er at indsamle data, som kan vise, om smolt-revet fak-

tisk anvendes af smolt. I 2022 – før smolt-revet blev anlagt – udførte vi præcis det samme feltarbejde. Dengang fik også 78 smolt indopereret den lille sender, og kortlægningen af fiskenes bevægelse viste, at de primært opholdt sig langs kysten tæt ved land, hvor der er meget få skjulesteder. Smolt-revet er derfor etableret for at skabe skjulesteder og fouragerings-muligheder til fiskene. Ved at gentage feltarbejdet kan vi nu (2025) sammenligne fiskenes adfærd før og efter smolt-revets etablering og vurdere, om revet ændrer deres færden.

For at kunne erklære smolt-revet for en succes, skal de indsamlede data vise, at de mærkede smolt udviser et svømmemønster, hvor de opholder sig i længere tid ved smolt-revet, end de gjorde i det samme område i 2022, hvor der ikke var noget rev.

I august 2025 fjernede vi alle hydrofonerne omkring smolt-revet og i Storå. Nu begynder det store databehandlingsarbejde, hvor vi håber at kunne bekræfte vores hypotese. ■

Yderlig læsning
naturparklillebaelt.dk/smoltrev

Reenberg, C. H., Le, H. S., & Svendsen, J. C. (2023). Den, der fisker sten, fisker også fisk: Historisk beretning om fisk og fiskeri i Sejerøbugten. *Habitat*, 27, 28-37.

Miljøtilstand og presfaktorer i Lillebælt. DTU Aqua-rapport nr. 404-2022.

Havørredens livscyklus: Klemetsen, A. et al (2003): Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, Vol. 12, Iss. 1.

Om brug af hydrofoner: Baden, C. et al: (2022): Using acoustic telemetry to locate flatfish spawning areas: Estuarine migrations of turbot *Scophthalmus maximus* and European flounder *Platichthys flesus*. *Journal of Sea Research*, vol. 183, 102187

Nielsen, C., Aarestrup, K., & Madsen, S. (2003). Udsætning og fysiologi hos ørredsmolt. *Fisk og hav*, (56), 12-21.

Læs Naturvidenskabelig Bachelor

Fordyb dig i medicinal biologi, molekylær biologi, matematik, fysik, kemi eller miljøbiologi. Du kan f.eks. arbejde med at undersøge miljøskadelige stoffer i havet, bedre diagnosticering og behandling af sygdomme, antibiotikaresistente bakterier, plastforurening eller måske er du bare nysgerrig på hvordan man udvikler nye naturvidenskabelige metoder og teorier?

RUC
Roskilde Universitet

Arbejd på tværs af naturvidenskabelige felter.

Arbejd med topforskere i moderne laboratorier.

Uddannelsen kan tages på både dansk og på engelsk, hvor studiemiljøet er mere internationalt.

Læs mere her:

