Miljø- og Ligestillingsministeriet
Miljøstyrelsen

Pesticider
J.nr. 2025-66412
Ref. HEFBR
Den 4. november 2025

Igangværende projekter under Miljøstyrelsens Bekæmpelsesmiddelforskningsprogram

Pesticideksponeringsrisiko for flagermus i landbrugsområder – BatPER
(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse
Gældende metoder til risikovurdering for bekæmpelsesmidler for fugle og pattedyr vurderes ikke at være tilstrækkeligt dækkende for eksponering af flagermus. Risikovurderingen omhandler fx ikke risikoen for dermal eksponering og inhalering af bekæmpelsesmidler som flagermus kan opleve, hvis de jager insekter samtidig med udbringningen af bekæmpelsesmidlerne. Endvidere er der generel dårlig viden om toksiciteten af bekæmpelsesmidlerne for flagermus i forhold til de typiske testorganismer, og de toksiske effekter under flagermusenes dvaleperiode.
Alle flagermusarter er strengt beskyttede i Danmark og resten af Europa. Alle flagermusbestandes status er desuden meget følsomme over øget dødelighed, fordi arterne alle har relativt lange levetider og lave reproduktionsrater. Desuden flyver flagermus ofte mange kilometer hver nat for finde insektrige jagtområder, fx over marker, langs levende hegn eller i frugtplantager, hvorved de kan udsættes for pesticider. Flagermus kan ligefrem opsøge landbrugsmaskiner, dels fordi flagermusene fouragerer på de insekter som sværmer op omkring maskinerne, og dels fordi flagermusene tiltrækkes af lys på maskinerne. Den adfærd medfører en stor risiko for at flagermusene bliver direkte oversprøjtet med bekæmpelsesmidler eller eksponeres dermalt og inhalerer midlerne, når flagermusene fouragerer i pesticidsky-en bag sprøjtebommene.
I dette projekt vil vi undersøge eksponeringsrisikoen for flagermus i dansk land-brugslandskaber inklusiv frugtplantager ved at:
1/ Kvantificere aktiviteten af flagermus i tid og rum gennem sommeren i landbrugsområder,
2/ Undersøge flagermus' fourageringsadfærd i flagermusenes yngletid og ved pesticidudbringning,
3/ Modellere flagermus' brug i landbrugshabitater og eksponeringsrisikoen.
Rumlige og temporære mønstre i aktivitet af flagermus i landbrugshabitater og frugtplantager undersøges med passive ultralydsdetektorer i 10 studieområder. Ultralydsdetektorerne, der registrere flagermusenes ekkolokaliseringsskrig, placeres langs levende hegn og skovbryn ud mod marker og i frugtplantager i 10 døgn i hvert studieområde hver måned fra sidst i maj til september. Desuden undersøges fourageringsadfærden med flagermusdetektorer og direkte observationer i yderligere 10 områder først på sommeren i flagermusenes yngleperiode.
Flagermusenes forekomst og habitatbrug er meget afhængig af landskabssammensætningen. Risikokort for flagermus modelleres ved at kombinere den empiriske viden om flagermusaktivitet i tid og rum med landskabssammensætningen (fx heterogeniteten og sammensætning af levende hegn og skovbryn, afstand til skov og andre relevante habitattyper), sammensætningen af afgrøder i studieområderne og typiske brugsmønstre for bekæmpelsesmiddel.
Projektet vil give empirisk viden om flagermus' brug af landbrugsområder og deres adfærd ifm. pesticidudbringning. Resultaterne vil bidrage til mere realistiske risikovurderinger ift. flagermus og praktiske anbefalinger til at udgå udbring af bekæmpelsesmidler på tidspunkter og steder, hvor der er høj risiko for eksponering af flagermus.

Afgrødetilpassede blomsterstriber til IPM og bestøvere
(Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse
Bestøvere og naturlige fjender af skadedyr er afgørende for planteproduktionen, men er også en vigtig del af den funktionelle biodiversitet i landbrugslandskabet. Bekymring for nedgangen i antallet af insekter har fået landmænd til at etablere blomsterstriber, enten i form af frivillige tiltag som blomsterstriber langs mark-kanter eller som regelsatte miljøfokusområder (MFO). Fra et biodiversitetssyns-punkt er blomsterstriber kun et supplement til forbedringer i mængde og kvalitet af habitater, men de er attraktive for landmændene som en måde at synliggøre biodiversitetsvenlige handlinger på. Hidtil har der været mest opmærksomhed på bestøveres brug af blomsterstriber, men fremover skal landmændene også overholde IPM-principperne, der kræver, at de "beskytter naturlige fjender ved brug af økologiske infrastrukturer". Derfor er det relevant at udvikle blomsterstriber, som også er rettet mod naturlige fjender af skadedyr. Eksisterende blomsterstriber er variable: enårige, toårige eller flerårige, og udsået med forskellige frøblandinger i foråret eller efteråret. Der mangler viden om den sæsonmæssige udvikling af blomsterressourcer i striberne i forhold til såtid og alder. Ligeledes er værdien af enkelte plantearter og artsblandinger for henholdsvis naturlige fjender og bestøve-re under danske forhold ikke veldokumenteret. Dette projekt sigter mod at udfylde disse videnshuller og gøre det muligt at designe artsblandinger bestående af planter rettet mod relevante bestøvere og naturlige fjender. Vi fokuserer på raps, der har mange skadedyr, en høj insekticidbelastning og hvor skadedyrsbekæmpelsen udfordres af insekticidresistens. Fra et igangværende MST-projekt ved vi, at snyltehvepse, der angriber de tre vigtigste raps skadedyr, er udbredt i danske marker. "Skræddersyede blomsterstriber" til raps skal derfor designes og etableres så de tilgodeser både snyltehvepse og relevante bestøvere. I plotforsøg på to lokaliteter undersøger vi 1) hvordan plantearter, der er relevante for bestøvere og raps-snyltehvepse, fungerer agronomisk og biologisk, 2) hvordan snyltehvepse og be-støvere udnytter plantearter som fødekilder og til reproduktion, i renbestand og i blomsterblandinger og 3) om vilde bier og snyltehvepse overvintrer i blomsterstriber. Den viden, der genereres, vil muliggøre fremtidig design af afgrødespecifikke blomsterstriber, der understøtter lokale populationer af naturlige fjender og bestøvere, med en potentiel reduktion i insekticidanvendelse og et øget udbytte som resultat.

Implementering og kommunikation af en miljørisikovurdering for bier med flere samtidige stressfaktorer
(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse
En stigende erkendelse blandt forskere, EU rådgivere og EFSA har ført til et forslag om udviklingen af en ny miljørisikovurdering for bier, som inddrager flere samtidige stressfaktorer. Dette forslag er under behandling i EU, og ikke indarbejdet i retningslinjer for miljørisikovurdering endnu. Formålet med dette projekt er at udvikle en metode til implementering af den nye, forslåede miljørisikovurdering, og vurdere betydningen under danske forhold og for bestande af honningbier og vilde enlige bier. Projektet udforsker beskrivelsen af de risici, som påpeges af den nye miljørisikovurdering, og hvordan sådanne risici kan kommunikeres til myndigheder og forvaltere. Et centralt punkt i projektet er at udforske effekten af kompleksitet under de lokale landskabssammenhænge, som påvirker miljørisikovurderingerne. Ligeledes vil lokale og nationale forhold af betydning blive inddraget i en sammenligning mellem Danmark, Polen og Holland.

Hypotesen om at honningbier er mindre sårbare end vilde enlige bier vil også blive vurderet, da fokus i miljørisikovurderinger bør være på de mest sårbare arter, som ikke er mål for bekæmpelsen. Resultaterne vil også blive brugt til at vurdere præstationen af de modeller, som udvælges til at indgå i miljørisikovurderinger. Dette vil bidrage til at øge tilliden til det nye system.
Projektet vil bruge en ny GIS-baseret metode til at konstruere detaljerede simulationer i faktiske landskaber i Danmark, Polen og Holland, samt bruge disse til at vurdere effekten af pesticider i scenarier (landskabsforhold, pesticidbelastning, klimaforhold mv), som defineres ved inddragelse af nøgleinteressenter. Resultaterne vil blive sammenlignet indenfor og mellem landene. For Danmark vil resultater af simuleringer ved forsimpling af input eller model blive sammenlignet med resultater ved inddragelse af forskellige niveauer af kompleksitet, herunder flere samtidigt virkende stressfaktorer. Formålet med denne øvelse er at afdække fordele og ulemper ved at øge detaljeringsgraden ved simulationer, og ydermere, om komplekse vekselvirkninger øger robustheden mod pesticideffekter hos honningbier i forhold til enlige bier. Modellerne vil blive evalueret ved at sammenligne forudsigelser af modellerne i bestemte landskaber med feltdata fra de samme landskaber, for at bestemme modellernes præstationsevne.
Resultaterne forventes at have stor betydning, idet de vil danne grundlag for udvikling af en ny, mere realistisk og præcis miljørisikovurdering. Videnskabeligt vil resultaterne bidrage med viden om kontekst afhængighed og betydningen af komplekse systemers struktur for stabiliteten af naturlige bestande. Projektet er første skridt på vejen mod implementering af en miljørisikovurdering med inddragelse af flere samtidige stressfaktorer, resultaterne forventes derfor at have stor nyhedsværdi og offentlig interesse.

Biologi og bekæmpelse af herbicidresistens hos enårig rapgræs - *Poa annua*
(Institut for Agroøkologi)

Projektbeskrivelse
Enårig rapgræs er en af de mest almindelige ukrudtsarter i DK og forekommer i alle afgrøder. Enårig rapgræs spirer både efterår og forår og kan have flere generationer på et år. Problemer med enårig rapgræs er specielt store i majs og frøgræs, da der findes meget få muligheder for kemisk bekæmpelse i de to afgrøder. I frøgræs vil udbredt resistens hos enårig rapgræs betyde, at der ikke længere kan dyrkes f.eks. engrapgræs. Kravet om renheden af græsfrø er højt, og avlerne vil ikke kunne leve op til disse krav, hvis enårig rapgræs ikke kan bekæmpes. Fundet af flere tilfælde af ALS-resistens hos enårig rapgræs (*Poa annua*) i de senere år er derfor bekymrende, da der forud for disse fund kun var rapporteret et tilfælde i Europa. I 2019 og 2020 er der fundet resistens i ti populationer, primært fra marker med høj frekvens af majsdyrkning. Tidligere er der konstateret resistens i to populationer indsamlet i et korn- og græsfrøsædskifte. Gentagen brug af ALS-hæmmere (HRAC 2) kendetegner bekæmpelsesstrategier i både majs, græs til frøproduktion og mange andre afgrøder.
Projektet vil undersøge spredningen af resistente populationer med udgangspunkt i frømateriale indsamlet i tidligere og sideløbende resistensmoniteringer. Projektet undersøger et af de vigtige spørgsmål, nemlig hvorvidt der er tale om parallel udvikling af resistens i flere marker og/eller flere områder i de enkelte marker, eller om spredningen er sket fra få områder. Projektet vil endvidere undersøge de agronomiske faktorer, som har betydning for udbredelsen af resistens.
En række alternative bekæmpelsesstrategier i majs vil blive afprøvet i markforsøg for at identificere effektive strategier primært baseret på forebyggende tiltag og mekanisk bekæmpelse. Dette inkluderer bl.a. falsk såbed, mekanisk bekæmpelse både før og efter majsens fremspiring f.eks. strigling og radrensning. I modsætning til majs er sædskiftet helt centralt i frøgræssædskifter. Frøgræs dyrkes i et sædskifte med op til 5 år mellem

frøgræsmarkerne, som der høstes på i 2-3 år. I frøgræssædskifter vil den primære indsats være forebyggende tiltag i de mellemliggende år. Derfor vil en række afgrøders konkurrenceevne overfor enårig rapgræs blive undersøgt i både markforsøg og under kontrollerede forhold. Foruden et velplanlagt sædskifte er det vigtigt at mindske ukrudtsfrøproduktionen og dermed hindre, at jordens frøpulje øges. En anden vigtig faktor er frøenes overlevelsesevne i jorden, og for at få en bedre forståelse af dette aspekt vil frøprøver blive nedgravet i forskellige dybder i jorden samt på overfladen. Spireevnen af frøene vil blive undersøgt løbende.

Betydning af kvatenære ammoniumforbindelser og deres nedbrydningsprodukter i selektion af bakteriel resistens
(Institut for Veterinær og Husdyrvidenskab)

Projektbeskrivelse
Biocider og desinfektionsmidler bruges alle steder i vores samfund og den seneste tids fokus på hygiejne til begrænsning af Covid-19 har kun udbredt brugen yderligere. Overfor bakterier er desinfektionsmidler effektive ved korrekt brug, men efter anvendelse finder de desinficerende stoffer vej ud i kloaker og rensningsanlæg og kan genfindes i slam som overføres til marker. I denne proces vil koncentrationerne af desinfektionsmidler være kraftigt reduceret, og der kan ske en delvis nedbrydning som kan fremskønnes af miljøbakterier. I dette projekt vil vi undersøge hvorledes nedbrydningsprodukter af desinfektionsmidler påvirker bakterier. Vi vil fokusere på den kvaternære ammoniumforbindelse, benzalkonium klorid, som har bred anvendelse i såvel husholdninger som i industrien. Fra tidligere studier ved vi, at bakterier kan udvikle tolerance overfor benzalkonium klorid ved at tilegne sig så-kaldte *qac* gener, der koder for effluks-systemer, som gør bakterierne i stand til at udskille toksiske forbindelser inklusiv benzalkonium klorid og chlorhexidin. Vi har desuden vist, at mens *qac* gener i dag er hyppigt forekommende i den almindelige hud-bakterie, *Staphylococcus epidermidis* så kunne de ikke påvises i *S. epidermidis* bakterier, der blev indsamlet for mere end 50 år siden. Dette tyder på at qac gener er fordelagtige for nutidens bakterier og at der må ske en omfattende selektion af dem. Hypotesen i dette projekt er at nedbrydningsprodukter af desinfektionsmidler bidrager til at fremme forekomsten af bakterier som indeholder *qac* gener, og at der ved koncentrationer, som ikke påvirker bakteriernes vækst, stadig er en lille men signifikant fordel for bakterierne ved huse disse gener i konkurrence med bakterier som ikke indeholder dem. I projektet fokuserer vi på benzalkonium klorid, men projektet kan have vidtrækkende konsekvenser for hvordan vi anskuer påvirkningen fra desinfektionsmidler, og risikovurderer dem i forhold til deres biologiske betydning. Projektet er et samarbejde imellem Århus og Københavns Universitet, hvor der ved Århus universitet er omfattende viden og ekspertise indenfor kemiske analyser af bioder og deres nedbrydningsprodukter mens der ved Københavns universitet er ekspertiser på mikrobiologiske effekter af biocider på såvel naturlige hud-bakterier, som på sygdomsfremkaldende bakterier. Projektet vil drage nytte og samarbejde med QUAT Fate projektet, der for nylig er finansieret af Miljøstyrelsen.

Reduktion i usikkerheder af forudsigelser for pesticidudvaskning
(GEUS, Geokemisk Afd.)

Projektbeskrivelse
For at vurdere potentialet for pesticidudvaskning til grundvandet benyttes ofte modeller, der eksempelvis beskriver pesticiders transportveje ned igennem en landbrugsmark. Grunden til at man benytter matematisk modellering skyldes, at det i naturen er umuligt at måle for alle parametre der har en betydning for pesticiders transportveje. Samtidig kan der ikke måles for alle observationer, som kunne gøre os klogere på, hvordan pesticiderne rent faktisk transporteres. Ved at benytte modeller bliver det muligt, at simulere og estimere nogle af de ubekendte, som vi ikke har mulighed for at måle.
Ved benyttelse af modeller til at vurdere pesticidudvaskning til grundvandet, forsøger man typisk at kalibrere modellerne på baggrund af målinger foretaget på den lokalitet, som man ønsker at vurdere. Dvs., at man ved hjælp at automatiserede kalibreringsrutiner forsøger at justere parametre, således at en model er i stand til at simulere, hvad der rent faktisk har været målt for. Hvis den kalibrerede model tilfredsstillende simulerer, hvad der blevet målt og modelparametrene vurderes repræsentative, benyttes modellen til at vurdere potentialet for pesticidudvaskning.
Selvom metoden omkring modelleringen er udbredt, er der begrænsninger. F.eks., er det ikke sikret, at de tilgængelige målinger er tilstrækkelige for at en model via kalibrering, kan opnå unikke parameterbestemmelser. Dvs., at forskellige værdier for en og samme parameter, kan medføre ens resultater. Samtidig kan flere parametre være afhængige af hinanden, så man bliver nødt til at udelade nogle parametre i kalibreringen. Dette medfører typisk store usikkerheder i forhold til den simulerede pesticidudvaskning.
Projektets mål er at minimere usikkerhederne forbundet med simuleringer af pesticidudvaskning til grundvandet. Ved at benytte avancerede kalibreringsrutiner, som bliver mere udbredt inden for at andre modelleringsfelter, vil vi sikre at flest mulige parametre kan kalibreres og opnå unikke værdier. Samtidig vil vi via usikkerhedsanalyser på kalibreringsresultaterne kunne vurdere hvilke observationer og parametre, der mest påvirker usikkerheden på den simulerede pesticidudvaskning.
Projekter vil derfor medføre ny viden om

1. hvilke parametre det er mest betydningsfulde for at simulere pesticidudvaskning
2. hvilke observationer, der er vigtigst at indsamle for at opnå unikke parameterbestemmelser
3. hvilke parameter- og observationstyper, der bidrager mest til usikkerheden på simuleret pesticidudvaskning

Projektets perspektiver er, at man vil blive langt bedre til at minimere usikkerhederne på simuleret pesticidudvaskning til grundvandet og dermed opnå en mere retvisende udvaskningsrisiko. Og at man vil kunne lave feltmålinger, som giver mest information til parameterbestemmelser. Dvs., at man vil kunne fokusere omkostninger i forbindelse med målinger og modelleringsressourcer, mere hensigtsmæssigt.

GENEPEASE-II: Pesticideffekter på landbrugsjords økosystemer
(Inst. f. Miljøvidenskab)

Projektbeskrivelse
Landbrugsjordens biodiversitet bidrager til en række økosystemfunktioner, der har afgørende betydning for jordens evne til at understøtte en bæredygtig landbrugsproduktion. Krummedannelse er et eksempel på en vigtig økosystemeffekt af jordbundens mikrobielle aktivitet og er afgørende for landbrugsjordens evne til at fastholde sin fysiske struktur – en proces, der blandt andet involvere vækst af svampehyfer og udskillelse af forskellige "klisterstoffer". GENEPEASE-II vil fokusere på krummedannelse som en udvalgt

økosystemfunktion men vil også give et indblik i hvilke gener og genfamiler, der op- og nedreguleres efter sprøjtning med fungiciderne tebuconazol og prothioconazol.
Landbrugsjordens biodiversitet påvirkes af landbrugsdriften som omfatter jordbehandling, kalkning, gødskning og måske fungicidsprøjtning. I GENEPEASE-II vil vi desuden gennemføre en tilbundsgående analyse af hvordan den samlede population af archea, bakterier, svampe og protozoer påvirkes af de mest udbredte fungicider i dansk landbrug
GENEPEASE-II ligger i en naturlig forlængelse af projekterne PEASE (1995) og GENEPEASE (2011) og bygger på ansøgergruppens kollektive viden om jordbundens biologi og kemi. I PEASE projektet fik vi indikationer på, at fungicider påvirker jordens biodiversitet, men var udfordret af, at opsætning af kontrollerede laboratorie forsøg (sigtning tørring mm) i sig selv påvirker biodiversiteten, så det er vanskeligt med sikkerhed at fastslå fungicidernes effekter på jordbundens biologi. I GENEPEASE projektet viste vi ved validering mod standard guidelines, at pesticideffekter på nitrifikation med stor sikkerhed kunne bestemmes ved kvantificering af genekspression i jord. Vi konkluderede dengang at måling af genekspression direkte i jorden var en mulighed for at forstå pesticiders effekter på vigtige økosystem funktioner – så længe de involverede gener var kendt og man kunne designe PCR-primere til dem.
GENEPEASE-II vil udover en beskrivelse af op- og nedregulerede gener i jord påvirket af de to fungicider, give en beskrivelse af fungicidernes effekt på biodiversiteten i landbrugsjorden. Endelig vil vi screen jorden for dannelse af persistente metabolitter fra de to fungicider.

Innovative IPM strategier for bekæmpelse af sygdomme i hvede og løg
(Inst. f. Agroøkologi)

Projektbeskrivelse
Anvendelse af syntetiske plantebeskyttelsesmidler har i mange år været en integreret del af plantedyrkningen i Danmark. De senere år har et stigende politisk og samfundsmæssigt pres for at reducere anvendelsen samtidig med et faldende udbud af midler været medvirkende til en øget interesse for alternative plantebeskyttelsesmidler. Kendetegnende for alternative plantebeskyttelsesmidler er at de er af naturlig oprindelse (eksempelvis mikrobiologiske organismer eller udtræk af planter), men også at de effektmæssigt desværre ikke er på niveau med de kendte syntetiske midler. Bladsygdommene Septoria og løgskimmel i henholdsvis vinterhvede og spiseløg er eksempler på skadegørere, der kan medføre store udbyttetab, og derfor i dag intensivt beskyttes mod ved hjælp af sprøjtning med syntetiske fungicider. Dele af disse behandlinger vil imidlertid kunne erstattes af alternative plantebeskyttelsesmidler, men grundet deres lavere effekt vil de ikke kunne stå alene, men skal suppleres med andre tiltag. Nærværende projekt vil således udvikle nye IPM strategier overfor Septoria og løgskimmel ved at kombinere sortsvalg med varslings- og beslutningsstøtteprogrammer for optimeret timing af behandlinger samt alternative midler i blanding med relevante additiver for optimeret effekt og regnfasthed. Målet er at reducere afhængigheden og forbruget af syntetiske plantebeskyttelsesmidler i beskyttelsen mod Septoria i vinterhvede og løgskimmel i spiseløg.

Are pesticides and biocides causing activation of pain signaling and thereby increased migraine prevalence?
(Roskilde Universitet, Rigshospitalet)

Projektbeskrivelse

Mere end 1 milliard mennesker lider af migræne verden over, og studier viser, at hovedpinesygdommen breder sig. Samtidigt anslår WHO, at migræne er den mest omkostningstunge hjernesygdom i forhold til patienternes sundhed og effekten på samfundet. Vi ved desværre kun lidt om, hvorfor migræneforekomsten kan være stigende. Derfor er vores nye data, der viser, at miljøkemikalier virker aktiverende på centrale smertesignalveje i hjernen vigtige. Vores data viser, at kemikalier kan gå ind og direkte aktivere en smertereceptor kaldet TRPA1, der igangsætter migræneanfald hos mennesker. Vi kan ikke teste kemikalierne direkte i mennesker af etiske årsager, men i vores musemodel medfører kemikalierne smertelignende tilstande, der minder om migræne. Blandt de kemikaliegrupper, som vi allerede har testet, er pesticiderne de mest potente. Vi har således fundet, at forbudte pesticider som Lindane, Pentaklorfenol og Hexaklorofen kan aktivere migrænesignalvejene. Hvad der er meget bekymrende er, at vi også har fundet, at moderne pesticider som Fripronil og Prosulcarb har potente effekter.
Formålet med det ansøgte projekt er at undersøge høj-eksponeringspesticider og biocider for effekter på TRPA1 smertereceptoren for at forstå deres evne alene og i cocktails til at skabe migrænelignende smerte i en muse model. Vores hypotese er, på baggrund af præliminære data, at der blandt pesticider og biocider er mange kemikalierne, der kan virke sammen og have synergistiske effekter, hvorved de potentiere hinandens effekter og sænker tærsklen for initiering af migræneanfald. Vi vil i projektet fokusere på organochlorider, organofosfater, pyrethroider, carbamater og azoler og lægge vægt på stoffer, hvor eksponering af befolkningen er veldokumenteret. I undersøgelsen vil vi desuden også inddrage såkaldte hjælpestoffer i pesticidprodukter og biocider såsom parabener. Disse kan også spille en rolle, da vi har allerede fundet at et hjælpestof som nonylphenol fundet i pesticidformuleringer og anti-bakterielle parabener har samme effekt på migræneinducerende signalering som pesticider. Inden projektstart vil vi konsultere Miljøstyrelsen om, hvilke pesticider og biocider, der kan være særlig relevante for de regulerende myndigheder i Danmark og i EU. Resultaterne fra projektet vil bidrage med viden i forhold til brugen, miljøhåndtering og reguleringen af moderne pesticider/biocider. Derudover vil studiet bidrage til at opklare, hvorfor migræneforekomsten kan være stigende og herved have stor interesse for migrænepatientgrupper og befolkningen som helhed.

Bæredygtige biocidbehandlinger til inaktivering af norovirus for øget folkesundhed
(DTU Fødevareinstituttet)

Projektbeskrivelse
Norovirus er en fødevarebåren og meget smitsom virus. Virussen er årsag til de fleste udbrud af akut diarré og opkast hos mennesker. For udsatte befolkningsgrupper, såsom spædbørn og ældre, kan norovirus være dødelig. Norovirus kan smitte direkte mellem mennesker og gennem urene overflader, hvis rengøring og desinfektion ikke fjerner virussen tilstrækkeligt. Smitten kan derudover ske via fødevarer, der er håndteret af den syge person. Offentlige institutioner, kantiner og madudsalgssteder benytter rengøring og desinfektionsmidler til fjernelse af norovirus. Fødevarestyrelsen anbefaler at anvende klor i en 1:9 opløsning og lade det virke i 5 minutter for at fjerne norovirus fra overflader. Anvendelsen af klor har en række ulemper, da desinfektionsmidlet mister sin effekt, hvis der er snavs til stede. Desuden kan der opstå sundhedsskadelige klordampe ved brug, hvorfor det er ikke lovligt at anvende klor i daginstitutioner. COVID-19 pandemien har øget brugen af håndsprit, men denne har ingen effekt på norovirus. For at undgå smittespredning med norovirus er det vigtig at udpege nye desinfektionsmidler, som er mere bæredygtige (mindre sundhedsfarlige og miljøfarlige) end den nuværende anbefalede klorbehandling.

Det har hidtil ikke være muligt at teste effekten af desinfektionsmidler på humane norovirus, da dyrkning af norovirus i laboratoriet ikke var muligt. Nyligt udviklede metoder, som vi har på Fødevareinstituttet, gør det nu muligt at dyrke og påvise humane norovirus. Fremtidige undersøgelser af effekten af desinfektionsmidler på humane norovirus vil derfor være mere retvisende end tidligere.
Formålet med dette projekt er at undersøge desinfektionsevnen af bæredygtige alternativer til klor mod norovirus samt at opdatere de nuværende anbefalinger. Vi vil bestemme den minimale koncentration af udvalgte desinfektionsmidler til at inaktivere 99.99% af alle viruspartikler. Dette vil blive undersøgt for både norovirus og tilsvarende vira, når virussen er opløst i vand eller i prøver med urenheder for at efterligne beskidte og fækalt forurenede miljøer. Derudover vil vi undersøge, hvorvidt desinfektionsmidlerne kan dræbe norovirus i en biofilm, da biofilm er hårdføre og vanskelige at fjerne i fødevareindustrien. Endeligt vil vi undersøge, om UV-lys kan inaktivere norovirus på rene, beskidte eller fækalt forurenede ståloverflader.
Projektet vil sammenligne desinfektionsmidlers evne til at inaktivere norovirus og tilsvarende vira. Den indsamlede viden vil forhåbentligt føre til udpegning af et bedre og mindre sundhedsskadeligt alternativ til klor til mindskning af smitte med norovirus.

Effekter af lav-dosis blandinger indeholdende pesticider og deres metabolitter på CatSper Ca^{2+}-kanalen i humane sædceller og konsekvenserne for human fertilitet
(Rigshospitalet)

Projektbeskrivelse
Vi har for nyligt vist at et udvalg af pesticider og deres metabolitter kan virke hormonforstyrrende ved at efterligne det naturlige kvindelige kønshormon, progesteron, og derved påvirke sædcellens specifikke calciumkanal CatSper. Disse kemikalier kan derved forstyrre vigtige sædcellefunktioner gennem unaturlige effekter på sædcellens normale progesteron-signalering, der er absolut nødvendig for normal fertilitet. Progesterons stimulering af CatSper-kanalen er essentiel for sædcellernes evne til at finde frem til og befrugte ægget. Adskillige studier har vist at en hæmmet progesteron-signalering medfører en mindsket fertilitet, ligesom mænd med mutationer i CatSper er sterile.
Det formodes at mennesker i den industrialiserede del af verden er udsat for flere tusind forskellige miljøkemikalier, hvilket betyder at en sædcelle møder en kompleks sammensætning af kemikalier på sin vej gennem de kvindelige kønsveje mod ægget. Årtiers forskning har vist at grænseværdier for individuelle kemikalier ikke beskytter mod den kombinerede effekt fra de samme kemikalier i lav-dosis blandinger. Vores nyligt publicerede data viser at sådanne lav-dosis blandinger af pesticider og deres metabolitter forstyrrer den normale progesteron-signalering, hvilket kunne mistænkes at hæmme sædcellefunktionen, nedsætte fertiliteten og derved øge behovet for kunstig befrugtning.
Vores hypotese er, at blandingen af pesticider og deres metabolitter i 'cocktail' med andre kemikalier, kan hæmme fertiliteten hos mennesker. Vi vil derfor i dette projekt fokusere på at identificere effekter af lav-dosis blandinger af pesticider og deres metabolitter på CatSper-kanalen i sædceller og på sædcellefunktionen. For at blandingerne er repræsentative for den almene eksponering i befolkningen vil vi basere vores 'cocktail' på de kemikalier vi kan identificere i reproduktive væsker fra kvinder og sædvæske fra mænd i fertilitetsbehandling, ved moderne suspect, non-targeted og targeted LC-MS-baserede metoder. Desuden vil vi

forsøge at forudsige additive eller synergetiske effekter af blandingerne ved hjælp af matematisk mixture modellering.
Resultaterne fra projektet vil bidrage med ny viden i forhold til hvordan lav-dosis blandinger af pesticider og deres metabolitter kan påvirke sædceller, samt bidrage til at opklare, hvorfor fertilitetsproblemer er så hyppige i den industrialiserede del af verden. I sidste ende vil resultaterne fra dette projekt kunne bruges til at forudsige effekten af enkelte pesticider og deres metabolitter i lav-dosis blandinger på sædceller, en viden der er yderst relevant i forhold til fremtidige biomonitoreringsdata fra reproduktive væsker både fra par i fertilitetsbehandling, men også andre par der prøver at opnå en graviditet.

Udvikling af proaktive strategier til forebyggelse af fungicidresi-stens i kartoffelproduktionen (Akronym: Potato-FRAS)
(Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse
I 2022 er der tydelige indikationer på, at der i Danmark er opstået en skimmeltype som er mindre følsom overfor mandipropamid, aktivstoffet i fungicidet Revus. Tidligere er der i Europa fundet en anden genotype, EU37, som er mindre følsom overfor fluazinam (bl.a. i Shirlan). Denne type er ikke fundet i Danmark men den er udbredt i Europa, og den er konstateret i Sydslesvig lige syd for den danske grænse. Fremkomsten af nye P. infestans genotyper (f.eks. EU43, EU37) med nedsat følsomhed over for vigtige fungicider er en alvorlig trussel mod en bæredygtig kartoffelproduktion i Europa, men specielt i Danmark, hvor listen af tilladte fungicider mod skimmel er meget kort sammenlignet med andre lande. Revus er et af vores vigtigste forebyggende midler mod skimmel, og hvis det mistes vil det lægge yderligere pres på de tilbageværende midler fx. Ranman og Zorvec mht. resistensudvikling. Derfor er der er akut behov for at forstå udviklingen af fungicid-resistens i relation til bekæmpelse af kartoffelskimmel og at udvikle passende anti-resistens strategier. Formålet med det nærværende projekt er i) at forstå P. infestans populationers følsomhed over for de fungicider, der anvendes i Danmark, ii) designe markører til at overvåge de skimmeltyper vi har, forstå hvad der driver udviklingen af fungicidresistens og iii) at udvikle og teste passende proaktive antiresistens-strategier. For at opnå målene vil vi undersøge P. infestans følsomhed over for vigtige fungicider i DK og fastslå andre egenskaber, som kan være medvirkende årsag til udbredelsen af fungicidresistente typer (AP1); udvikle og validere markører for de mutationer, der er ansvarlige for resistens over for mandipropamid (AP2); identificere drivkræfterne (f.eks. middeltype, timing og dosering) for udvikling af fungicidresistens og udvikle antiresistente strategier som kan modvirke resistensudvikling (AP3) og udvikle og etablere en langsigtet infrastruktur til overvågning af fungicidresistens med inddragelse af alle interessenter i kartoffelindustrien (AP4). Projektet vil bidrage til en bæredygtig forebyggelse og bekæmpelse af kartoffelskimmel.

Humlebier som vektorer af svampe til biologisk bekæmpelse af skadedyr i jordbærblomster
(Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse
Strawberries are increasingly produced in tunnels where the flowers are pollinated by bumblebees in early spring, using commercial hives. Ever-bearing strawberry plants produce flowers again in May, when wild bees and honey bees can enter the tunnels. However, insect

pests also enter the tunnels, where mainly thrips and tarnished plant bugs can damage flowers and early fruits. To prevent pest entry, tunnels can be fitted with nets covering the open ends, but this also prevents naturally occurring pollinators from entering, so use of commercial bumblebee hives in early summer may become necessary to ensure pollination. Bumblebees are able to vector fungal spores of biological control agents to strawberry flowers to antagonise grey mould disease in the fruits. This strategy is targeting the biocontrol agent directly to the site of control, and commercial hives with dispensers for biocontrol agents are developed. This project aims to test the ability of bumblebees from commercial hives to vector the fungal biocontrol agent Beauveria bassiana to strawberry flowers and evaluate if this transmission will be sufficient to infect thrips in the flowers. This will be tested in laboratory and experimental greenhouse settings. There is a perceived risk to the bumblebees upon exposure to B. bassiana, and the bumblebees may potentially become infected and die. However, risk assessment of biocontrol agents towards bees is mostly done on isolated individuals and not at the colony level. Social insects, including bees, have evolved communal hygienic behaviours, which are expected to limit transmission between nestmates and inside the hive. The project therefore aims to assess if the interactions between fungal exposed bumblebees and their nestmates can limit transmission and infection upon return to the hive after flower visits to ensure functionality of the hive. The consequences for the bumblebee colony will be evaluated with and without exposure to B. bassiana by quantifying emerging new individuals and activity of the hive. As a novel avenue, the project will characterise the microbiota of the bumblebees in the treatments to assess the relationship between colony health and microbial communities. The experiments are expected to provide new knowledge of efficacy and potential risks for using bumblebees as vectors of B. bassiana for insect pest control in strawberry flowers in tunnel production, which can benefit growers using insect nets as a preventative method in an integrated pest management strategy.

Fremtidens test af plantebeskyttelsesmidler – Identifikation af en dyrefri biomarkør til regulatorisk brug (PeT)
(DTU Fødevareinstituttet)

Projektbeskrivelse
EU-lovgivning kræver at sprøjtemidler, der bruges til at beskytte afgrøder testes for hormonforstyrrende effekter inden de tages i brug. Flere sprøjtemidler har gennem årene vist sig at have antiandrogene (AA) effekter. Dette betyder, at de fx har hæmmet dannelsen eller funktionen af de mandlige kønshormoner og derved haft en negativ effekt på mandlig kønsudvikling i forsterstadiet. For at undersøge om et stof kan forårsage AA effekter bruger man rottestudier, hvor man måler på effektmål følsomme overfor påvirkninger af det mandlige kønshormonsystem. Et af disse effektmål er anogenital afstand (AGD) - afstanden fra anus til kønsorganerne. I både rotter og mennesker er denne dobbelt så lang i hanner i forhold til hunner, og udsætter man rotter for AA stoffer i forsterstadiet vil AGD forkortes. Samtidig vil man i disse dyr også se effekter på bl.a. prostata, og der er en signifikant korrelation mellem forkortet AGD og nedsat prostatavægt. Desværre har det vist sig, at mange af de laboratorier, som tester pesticider til regulatorisk brug, ikke måler AGD korrekt. Faktisk kan de ikke måle forskel på kontrolhanner og kontrolhunner, hvilket er udgangspunktet for at kunne måle en anti-androgen effekt. Det er problematisk, da vi risikerer at godkende pesticider til brug uden et reelt billede af deres AA potentiale. I dette projekt vil vi adressere udfordringerne ved AGD-måling ved at etablere et dyrefrit alternativ. Formålet med projektet er at udvikle en

testmetode, som er objektiv, robust og ikke kræver dyreforsøg, men som er solidt knyttet til de effekter, man ser i dyr - effekter på AGD og prostata. Projektet vil foregå i tre faser; i) eksperimentel fase hvor vi foretager undersøgelser i forskellige typer af celle- og rotteforsøg for at finde frem til prostatagener, som bliver påvirket af kendte AA stoffer, ii) finde fællesnævnere på tværs af celle- og rotteforsøg og udvikle en AA biomarkør, dvs. en samlet pakke af påvirkede gener, som er typiske for AA stoffer, og iii) bruge AA biomarkøren i celleforsøg til at teste moderne pesticider og pesticidblandinger. Samlet vil projektet give et værdifuldt bidrag til regulering af pesticider: en relevant AA biomarkør, der kan testes i celleforsøg samt viden om mulige forskelligheder i AA aktivitet mellem pesticid aktivstof og blandinger.

Transport af tracere og pesticider in 3D (TransTP-3D)
(GEUS)

Projektbeskrivelse
Anvendelsen af matematiske modeller er afgørende for at vurdere pesticidudvaskningsrisikoen fra landbrugsdrift. De nuværende modeller, som anvendes i en reguleringskontekst er 1-dimensionelle modeller. Det betyder, at disse modeller ikke kan repræsentere den naturlige 3-dimensionelle rummelige variation, som er allestedsnærværende. Derfor undervurderer 1-dimensionelle modeller kompleksiteten og den rummelige variation, især når det gælder pesticidtransport over større områder og tidsperioder. Det er velkendt, at 1-dimensionelle modeller ikke er tilstrækkelige til nøjagtigt at vurdere risikoen for udvaskningen. Men det skyldes, at der modelleringsteknisk ikke er udviklet metoder, hvormed den rummelige variation kan indarbejdes i 3-dimensionelle modeller og samtidig tage hensyn til den rummelige variation, som eksisterer på markskala, hvor pesticiderne anvendes. Samtidig er der også udfordringer med at kortlægge områder i tilstrækkelig detaljeret grad til at karakterisere variationen, som findes i og omkring markerne.

I dette projekt vil vi kombinere de nyeste hydrogeofysiske målemetodikker sammen med de nyeste matematiske modelleringsteknikker for at muliggøre:
(1) Karakteriseringen af den rummelige variation i og omkring udvalgte marker i det danske Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundand (VAP).
(2) Indarbejde den målte rummelige variation i 3-dimensionelle modeller til nøjagtigt at simulere udvaskning fra tracerforsøg og pesticidudbringing i VAP.

Med de nyeste hydrogeofysiske målemetodikker vil vi være i stand til karakterisere den rummelige variation inden for markoplande i langt højere grad end tidligere og dermed bedre vurdere, hvor meget variation, der er behov for at inkludere i det matematiske modeller. Samtidig vil vi med de nyeste modelleringsteknikker være i stand til at forfine modelområder, hvor den karakteriserede rummelige variation viser behov for større detaljegrad. Det har ikke været muligt tidligere af have forskellige rummelige opløsninger i en model og simulere transport af eksempelvis pesticider. Derfor har det været nødvendigt at simplificere kompleksiteten i modellerne velvidende at resultaterne kompromitteres.

Projektet vil medføre ny viden om inklusion af den rummelige variation i 3-dimensionelle modeller for nøjagtigt at modellere udvaskningen til grundvand. Resultaterne vil kunne lede til almen anvendelse af 3-dimensionelle modeller til at simulere pesticid udvaskning til grundvandet og dermed retningslinjer for beslutningstagere. Dette vil give beslutningstagere

et forbedret redskab til vurdere udvaskningsrisikoen til grundvandet og træffe beslutninger på langt bedre grundlag end det hidtil har været muligt.

Kildeopsporing af terbuthylazine/terbutryn nedbrydningsprodukter i grundvand (SATri)
(GEUS)

Projektbeskrivelse
Pesticidnedbrydningsprodukterne LM3, LM5 og LM6 er overraskende udbredte i dansk grundvand. Denne nye viden kommer fra omfattende screeninger for pesticidstoffer i grundvandsovervågningen i de senere år. Man ved, at LM3, LM5 og LM6 kan være nedbrydningsprodukter fra ukrudtsmidler med terbuthylazin som aktivstof. Terbuthylazin har været godkendt til bekæmpelse af ukrudt i landbrug, skovbrug og gartneri, men har ikke været brugt i Denmark siden 2008. I det foreslåede projekt vil vi undersøge om LM3, LM5 og LM6 også dannes fra biocidstofferne terbutryn og cybutryn, for når man ser på terbut-ryns og cybutryns nedbrydningsvejene, tyder meget på, at disse biocider kan bidrage bety-deligt til den store forekomst af LM3, LM5 og LM6 i grundvandet. Ud fra molekyle-strukturen ligner terbutryn og cybutryn nemlig terbuthylazin, idet kun en enkelt sidegruppe er forskellig i de tre stoffer. Terbutryn, og tidligere også cybutryn, bruges som biocid i ma-ling, facadepuds og andre bygningsmaterialer og i modsætning til terbuthylazin, er terbutryn stadigvæk tilladt. Frigivelse af terbutryn til vand og jord fra danske bygningsfacader er des-uden veldokumenteret i tidligere projekter. I det foreslåede projekt vil vi påvise, om bioci-derne terbutryn og cybutryn omdannes til LM3, LM5 og LM6 i byjord, sammenligne stof-fernes forekomst i grundvandet i byområder og landområder, og estimere om landbrugsan-vendelse eller biocidanvendelse i bebyggede områder er den vigtigste kilde til LM3, LM5 og LM6 i grundvandet. I den tekniske litteratur antages desuden, at terbuthylazin under visse betingelser kan omdannes til terbutryn; denne dannelsesvej vil vi også undersøge. Projek-tets resultater vil kunne få stor betydning for forureningernes varighed i grundvandet og re-guleringen af terbutryn som biocid i facadepuds og andre byggematerialer.

Non-Target Molecular Network Analysis: Overlooked Pesticides (PestNet)
(DTU Sustain)

Projektbeskrivelse
Vi har fornyeligt identificeret 121 miljøfremmede og forurenende stoffer (MFS) i 81 GRUMO grundvandsboringer fra 2022 ved hjælp af non-target analyser (NTA) optaget ved højtopløseligt massespektrometri. Mange af disse stoffer (28) er pesticid metabolitter. De nuværende data-analyse metoder af de store NTA-datamængder medfører at vi kun kan identificere 0.1% af de kemiske stoffer i datasættet, fordi at det (tilfældigvis) er netop disse vi har i vores tilgængelige massespektrale bibliotekter som vi bruger til identificeringen. Derved indeholder GRUMO datasættet yderligere 200,000 stoffer der for nuværende er ukendte kemikalier.
I dette projekt, PestNet, vil vi optimere og anvende nye keminformatiske metoder - molekylær netværksanalyse - til at identificere pesticid og biocid-familier, samt adjuvanter i pesticidformuleringer, i det eksisterende GRUMO NTA-datasæt. Den molekylære netværksanalyse vil bruge alle stoffernes massespektrale informationer til at forsøge at sammenkæde de 200,000 stoffer i et stort visuelt netværk. Vi vil tage udgangspunkt i de 121 navngivne stoffer i netværket og derefter vil vi brug nye in-silico metoder til at beregne

metabolitter for adjuvanter, pesticider og biocider, og kortlægge disse i netværket. Herefter vil vi finde de mulige pesticid, biocid og adjuvant metabolitter i netværket og forbinde dem tilbage til f.eks. pesticidmoderstofferne.
I projektets anden fase vil vi bevise at fremgangsmetoden virker og lave laboratorie nedbrydningsforsøg med et blandet samfund af mikroorganismer fra jordene omkring de undersøgte GRUMO-boringer. I disse laboratorieforsøg vil vi bruge op til 6-10 forskellige pesticider der er isotop-mærket og følge nedbrydningen til pesticidmetabolitter ved avanceret stable isotope-assisted metabolomics. Derved skaber vi bevis for om de pågældende metabolitter, såsom ravsyre og glutarsyre, dannes fra pesticider eller biocider. Slutteligt vil vi danne en nye suspect liste eller massesscreening liste til MST på alle pesticid, biocid og adjuvanter og tilhørende metabolitter der er fundet i GRUMO NTA-datasættet og som der kan bruges i fremadrettet overvågningsprogrammer.
PestNet projektet støtter op om Danmarks Sprøjtemiddelstrategi 2022-2026 og Miljøstyrelses arbejde med ny information om pesticid, biocid og adjuvant metabolitter der er udvasket til grundvandet. Projektet vil give ny information der kan bruges regulatorisk til at beskytte grundvandet, samt miljø og folkesundheden.

Pesticider afsløret - Dechifrering af neuroudviklingsmæssige pesticidvirkningsmåder for at forbedre risikovurderingen (Unmasked)
(IUF-Leibniz Research Institute for Environmental Medicine)

Projektbeskrivelse
There has been a global surge in neurodevelopmental disorders that has sparked concerns regarding the potential involvement of dangerous environmental chemicals, including pesticides. Exposure to pesticides during development is linked to behavioral and learning impairments, autism spectrum disorders, and psychiatric issues. However, even though the neurotoxic mechanisms of action (MoAs) of pesticides well studied, the causes for the negative outcomes after prenatal or early childhood exposure are not comprehensively understood. The developing brain is especially susceptible to external harms due to its high level of plasticity and various key neurodevelopmental processes (KNDPs) unique to this developmental stage. Since identifying chemicals that cause developmental neurotoxicity (DNT) is based solely on resource-intensive, ethically concerning, and non-mechanistic in vivo rodent studies, it has been agreed that in vitro test methods modeling higher-level KNDPs are valuable tools for studying DNT effects and underlying MoAs of chemicals, including pesticides. In a previous DEPA-project ("From (screen) hit to DNT toxicant," MST-667-00205), we developed the hNNF assay for detecting dysfunctions across KNDPs involved in neural network formation, using GABAergic and glutamatergic neurons alongside human astrocytes. The hNNF assay assessed the potential of 27 pesticides to cause DNT. Out of these, 17 compounds were classified negative while 11 were identified as DNT positives. False negatives may result from KNDPs that are not accounted for in the hNNF assay because of DNT-relevant glial cells missing (e.g. microglia or oligodendrocytes) in the current assay setup. Efforts in the Horizon Europe PARC and EFSA-funded Brain Health projects, along with planned experiments, will create an improved hNNF assay containing all relevant glial cell types and various neuronal subtypes for DNT testing purposes. Using these advanced neuron-glia networks, we will evaluate the potential DNT hazards posed by various exposure-relevant pesticide classes. We will compare the phenotypic data with the classical hNNF assay screening results obtained through the previous project. To address the knowledge gaps regarding the safety of pesticides on the developing brain, we will examine the developmental neurotoxic MoAs of various pesticide categories by conducting transcriptomics on pesticide-

exposed neuron-glia networks. Using phenomics and transcriptomics in combination, we will reveal the impact of pesticides on neuron-glia interactions and detect molecular biomarkers characteristic for different pesticide MoA. This research will greatly improve our comprehension of the impact of pesticides on the developing brain across cellular and molecular levels. The findings will benefit various stakeholders, such as regulators, the chemical industry, and the general public.

Undersøgelse af Campylobacters evne til at tolerere biocid behandling (CampBio)
(DTU Fødevareinstituttet)

Projektbeskrivelse
Campylobacter is the most common cause of bacterial gastrointestinal infections in humans both in Denmark and in the EU, and poultry is considered the main source. It is considered a significant public health issue rather than a veterinary production problem, since poultry carries *Campylobacter* without significant impact on its health and productivity. *Campylobacter* is considered "sensitive" to adverse conditions and biocides compared to other foodborne pathogens such as *Salmonella* spp. and *Escherichia coli*, because *Campylobacter* has strict growth requirements (close to the poultry gut environment) in the laboratory. However, *Campylobacter* can be found in the natural environment and poultry flocks repeatedly acquire *Campylobacter* despite biosecurity programs and biocide treatments between the flocks. This indicates that *Campylobacter* may not be as delicate as we think, and we may be overestimating the effect of biocides on *Campylobacter*. This could be because the current biocide assessment standards do not require testing for *Campylobacter,* and *Campylobacter* may evade the effect of biocides by entering into a "viable but not culturable" (VBNC) state, which cannot be detected by traditional culturing methods.
To address gaps in our understanding of how *Campylobacter* tenaciously stay present in the poultry production environment, we will 1) gather information about the effect of biocides on *Campylobacter* and the current biocide use in the poultry production, 2) develop assays necessary to determine biocide tolerance when bacteria is in non-culturable (VBNC) state, and 3) test the effect of a range of biocide products on *Campylobacter* and a panel of other bacterial species in both culturable and VBNC state. We will also collect samples from the poultry production environment and analyse for *Campylobacter* in VBNC state to evaluate if the current cleaning and disinfection program can sufficiently eliminate *Campylobacter*.
The proposed research will generate new insights into *Campylobacter* survival mechanism and its role on evading biocide treatment. The new scientific knowledge generated from this research may help us clarify why *Campylobacter* is able to repeatedly colonise the gut of broilers despite thorough C&D between the successive flocks. The project will also aim to identify the appropriate biocide against *Campylobacter* in culturable and VBNC state. This knowledge is crucial for development of evidence-based control options for the main food-safety problem in the Danish poultry production. It will not only help reduce campylobacteriosis incidence, but also lead to more efficient and rational use of biocides, reducing waste and emissions into the environment.

Nedsivning af trifluoreddikesyre (TFA) fra pesticider med fokus på skæbnen af TFA i plante-jord-systemet (TrifluFate)
(GEUS)

Projektbeskrivelse
Trifluoreddikesyre (TFA) er et lille polært perfluoreret stof, som er udbredt i miljøet i store dele af verden. I Danmark er TFA for nylig fundet i grundvandet, hvor koncentrationerne ser ud til at være kraftigt stigende igennem de seneste årtier. TFA i miljøet har flere kilder, hvor de vigtigste to sandsynligvis er nedbrydning af fluorgasser i atmosfæren og nedbrydning af en række pesticider, som indeholder en funktionel C-CF_3-gruppe, såkaldte C-CF_3-pesticider. Der er dog pt. meget stor usikkerhed om, hvor vigtig disse to kilder er i forhold til hinanden og særligt bidraget af TFA fra C-CF_3-pesticider er ikke særlig velundersøgt. I TrifluFate-projektet undersøges, hvor stor en andel af det TFA, som nedsiver gennem jordlagene under landbrugsarealer, som stammer fra C-CF_3-pesticider i forbindelse med regelret anvendelse af disse. Dette gøres ved at udføre et feltforsøg, hvor en afgrøde sprøjtes med den tilladte dosis af to udvalgte C-CF_3-pesticider og måle, hvor meget der nedsiver til ca. 1 meters dybde, hvor jordvandet under forskellige forsøgsfelter prøvetages med sugeceller fra før sprøjtning til ca. 1 år efter sprøjtning. For at forstå den observerede nedsivning af TFA i feltforsøget, udføres desuden en række laboratorieforsøg, der skal undersøge nedbrydning, sorption og planteoptag af TFA i jordmiljøet. I projektet undersøges også, hvor meget TFA, som føres tilbage til jorden med dødt plantemateriale efter høst, således at der tages højde for hele den cyklus der potentielt bidrager til TFA-nedsivning fra regelret anvendelse af C-CF_3-pesticider.

Potentiale for kemisk vandbehandling i akvakultur med klordioxid [AkvaKlordioxid]
(DTU Aqua)

Projektbeskrivelse
Projektet omhandler klordioxid (ClO_2), med henblik på at undersøge om det kan være kemiske velegnet desinfektionsmiddel og dermed bidrage til en mere bæredygtig anvendelse af biocidholdige produkter (område 2 og 4) i akvakultur. Klorindioxid er tilgængelig i stabil og stærk koncentreret flydende form i et nyligt godkendt biocidholdigt produkt (Klarolaks) til brug i drikkevandsbehandling i Norge, og det forventes at kunne være et miljømæssigt godt alternativ til det biocidholdige produkt formalin.
Projektet vil undersøge klorindioxids desinfektionspotentiale ved kontrollerede forsøg med bakterielle renkulturer og vandprøver fra dambrug. Opblanding, fordeling og nedbrydning af ClO_2 og tilhørende klorinede stofgrupper vil blive kvantificeret i forskellige vandtyper (Milli-Q, fersk- og saltvand, og akvakulturvand med forskellige indhold af organisk materiale). Den antimikrobielle virkning af ClO_2 vil blive undersøgt på suspenderede bakterier fra akvakultur og i renkulturer af patogene bakterier ved standardiserede dosis respons forsøg.
Klordioxids virkning på bakterier og bakterielle processer i biofilm vil blive undersøgt ud fra modificerede eksponeringsforsøg af bioelementer fra recirkulerede akvakultur systemer (RAS). Dette gøres for at finde sikre tærskelværdier for akut anvendelse af ClO_2 i RAS med fisk og biofiltre, så de nitrificerende bakterier ikke hæmmes. Forsøg med kraftig ClO_2 eksponering til anlæg uden fisk vil give svar på en ny og central problemstilling omkring tilsigtet desinfektion (nulstilling) af RAS anlæg inklusiv biofiltre.
Projektet vil også undersøge, om regelmæssig anvendelse af klordioxid sammenlignet med pereddikesyre kan påvirke den mikrobielle sammensætning i biofiltrene og gøre bioelementerne mere modstandsdygtige ved dosis-respons forsøg.
Projektet vil dokumentere eventuelle akutte og kroniske toksikologiske effekter af ClO_2 på regnbueørreder ved de koncentrationer der anvendes til vandbehandling (baseret på data fra indeværende projekt). Forsøg med fisk der kortvarigt eksponeres for ClO_2 vil give ny viden om akut stress respons ved at måle på stofskifteprocesser i blod, lever, hjerne og gællevæv.

Projektet indeholder også et langvarigt forsøg hvor 4 forskellige doseringsregimer med klorindioxid udføres over en 6-ugers periode i 12 pilotskala recirkulerede akvakultur systemer (RAS) med regnbueørreder. Dette forsøg giver viden om eventuelle kroniske effekter på fisk (tilsvarende biomarkører anvendt ved forsøgsstart samt uge 3 og uge 6) sammen med vigtig information om biofilter aktivitet og effekt på vandkvalitet, og vil således belyse de samlede effekter af forskellige ClO_2 behandlingsstrategier.

En bæredygtig fremtid for hvede: Naturlige fjender af bygfluen (WheatSustain)
(Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse
Bygfluen *Chlorops pumilionis* (Bjerkander) (Diptera: Chloropidae), et skadedyr i kornafgrøder, udgør i stigende grad en trussel for hvedeproduktionen i Danmark. Mens den forårsager størst skade i vårhvede, øges bygfluens tilstedeværelse i vinterhvede, og kan nu også findes i andre kornsorter såsom byg. Af denne årsag, er der en betydelig risiko for at dette skadedyr kommer til at påvirke den samlede kornproduktion i Danmark, med alvorlige udbyttetab, som allerede observeret i økologisk vårhvede med skader på op til 30-40%. I øjeblikket er producenter af hvede i Danmark afhængige af forsinket såning, eller når de dyrker konventionelt, på brugen af kemiske pesticider som den primære metode for bekæmpelse af bygfluen. Denne praksis risikerer dog at fremme resistens over for pesticider og desuden have en negativ effekt på de naturlige fjender, der potentielt kan give en bekæmpelse på længere sigt.
Dette projekt vil imødekomme den betydelige mangel på viden inden for dette område, ved at undersøge bygfluens naturlige fjender i danske hvedemarker. Specifikt vil vi fokusere på tre grupper af naturlige fjender: snyltehvepse, rovinsekter og insektpatogene svampe, som tilsammen dækker alle stadier af bygfluens livscyklus, fra æg til voksen. I Storbritannien er to snyltehvepse blevet identificeret som naturlige fjender af bygfluelarver, og vi sigter mod at udforske tilstedeværelsen af disse to arter i Danmark, såvel som andre snyltehvepsearter der potentielt kan bidrage til bekæmpelse af bygfluen. Derudover vil vi undersøge rovinsekter af bygfluens æg, og identificere naturligt forekommende EPF, der potentielt kan inficere de voksne bygfluer.
Resultaterne fra projektet vil danne grundlaget for udvikling af en bæredygtig, integreret strategi for bekæmpelse af bygfluen, og dermed reducere afhængigheden af kemiske pesticider. Ved at identificere de naturlige fjender der er til stede i marken og forstå deres aktivitetsmønstre, kan vi understøtte deres tilstedeværelse og dermed optimere den naturlige skadedyrsbekæmpelse. Ydermere vil denne viden bidrage til bedre at kunne præcisere og time behandling med pesticider i konventionelt landbrug, og dermed minimere uønskede påvirkninger på nyttedyr, mindske miljømæssige påvirkninger, og forhindre udvikling af resistens.

Vurdering af biodiversitet i landbrugsjord ved sammenligning af molekylære og morfologisk baserede metoder til identifikation af indikatorer (SOIL-BIOME)
(Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse
Biodiversitet i jord består af mange forskellige organismegrupper, bl.a. bakterier, svampe og dyr, som alle bidrager til økologiske processer som nedbrydning og omsætning af organisk stof samt frigørelse af næringsstoffer, hvilket er afgørende for plantevækst. I landbrugsjord

bidrager biodiversiteten derfor med centrale økosystemtjenester. Biodiversitet i landbrugsjord kan påvirkes af driftsformer og sædskifte, så metoder til vurdering af biodiversiteten kan fortælle om jordens tilstand og effekten af disse påvirkninger. Traditionelle metoder baseret på morfologi til registrering og vurdering af de forskellige organismegrupper i jordprøver er tidskrævende og skal udføres af eksperter indenfor de respektive grupper, hvilket udgør en barriere for større og regelmæssige undersøgelser. Identifikation af organismer vha. DNA udvundet fra jord (miljø-DNA) er i hastig udvikling med voksende reference-databaser, og registrering af biodiversitet baseret på miljø-DNA kan derfor give et bredere vurderingsgrundlag med inklusion af flere grupper af jordbundsorganismer. Det er dog ikke velbelyst om forskellige metoder til vurdering af biodiversitet i jord giver sammenlignelige konklusioner og om metoderne kan anvendes til at finde repræsentative indikatorer for tilstand og ændring i biodiversitet. I dette projekt vil jordprøver fra et velbeskrevet dyrkningssystem blive karakteriseret for forekomst og hyppighed af flere organismegrupper fra miljø-DNA vha. gruppespecifikke markører, hvilket bliver sammenlignet med traditionelle morfologisk baserede metoder til bestemmelse af hhv. rundorme og små leddyr, samt regnorme, som alle er velbeskrevet som centrale jordbundsdyr. Resultaterne vil blive anvendt til beregning af diversitet-indekser og til identifikation af mulige indikatorer for biodiversitet i jord, som afspejler status og påvirkning af landbrugspraksis. Beskrevne indikatorer og indekser fra den videnskabelige litteratur bliver afsøgt og inddraget i undersøgelserne. Identifikationen af jordbundsdyr udføres af europæiske eksperter i jordbundsbiologi, hvilket sikrer at projektgruppen kan afdække og syntetisere resultaterne i retning af fremtidige indikatorer for biodiversitet i landbrugsjord under danske forhold.