

Entomologer må ta sitt samfunnsansvar på alvor for at pollineringskrisen skal stanses

Jeroen P. van der Sluijs, Stéphane Foucart og and Jérôme Casas

En pollineringskrise

Pollinatorød, og insektdød mer generelt, har blitt en presserende samfunnsutfordring. En nylig analyse av det mest omfattende, verdensomspennende datasettet (Global Biodiversity Information facility) tyder på at artsmangfoldet blant ville bier har falt med en fjerdedel siden 1990.¹ Pollinatorød setter menneskelig matproduksjon i fare.² Nesten 90 prosent av jordens blomsterplanter er avhengige av pollinatorer.³ Disse plantene spiller kritiske roller i økosystemene, som kilde til mat, habitat og andre ressurser for mange arter. Globale, regionale og lokale tiltak er påkrevd om vi skal stanse, og etter hvert reversere den pågående pollinatornedgangen.⁴

Den sosiale konstruksjonen av uvitenhet

Dette tidsskriftet trykket nylig en gjennomgang av de siste tiårenes forskning på trusler mot verdens biebestander.⁵ Gjennomgangen viste en kraftig endring i forskningsfokus de siste tretti årene. For tretti år siden hadde forskningen et ensidig fokus på biologiske trusler (varroamid, nosema) mot tamme honningbier, men over tid har den rettet seg mer mot globale endringstrekk som landskapsendringer, intensivt jordbruk, klimaendringer og invaderende arter. Gjennomgangen avdekket også økt bevissthet om, og forskning på, ville bier og andre insekters bidrag til pollinering.

Det er økende bevissthet om at honningbier er ikke representative for ville pollinatorer. Ville pollinatorer er mer sårbare enn honningbier i møte med de fleste stressfaktorer, fordi honningbienes store kolonier gir dem et ekstra lag med beskyttelse mot sjokk og

¹ Van der Sluijs JP: Insect decline, an emerging global environmental risk. *Curr Opin Environ Sustain* 2020, 46:39-42. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.012>

² Van der Sluijs JP, Vaage NS: Pollinators and global food security: the need for holistic global stewardship. *Food Ethics* 2016, 1:75-91. <http://dx.doi.org/10.1007/s41055-016-0003->

³ Zattara EE, Aizen MA: Worldwide occurrence records reflect a global decline in bee species richness. *One Earth* 2020, 4(1): 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>

⁴ van der Sluijs JP: Insect decline, an emerging global environment risk. *Curr Opin Environ Sustain* 2020, 46:39-42 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.012>.

⁵ Decourtye A, Alaux C, Le Conte Y, Henry M: Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Curr Opin Insect Sci* 2019, 35:123–131. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.008>

fordi birøktere følger med og støtter opp om koloniens helse og overlevelse.⁶ Birøktere erstatter døde dronninger, behandler biesykdommer, skaffer ekstra ernæring og flytter bikuber ved behov.⁷ Ville pollinatorer har ikke birøkterens stødige hånd i ryggen. For å styrke konserveringslinjen er forskningsmiljøene nødt til å bevege seg vekk honningbien, til fordel for et fokus på konservering og gjenopprettelse av ville pollinatorbestander.

Forskere som har undersøkt vitenskapen og politikkutviklingen rundt bie- og pollinatordød fra et vitenskapssosiologisk ståsted har understreket hvordan uvitenheten langt på vei er sosialt konstruert, og tidvis også villet.⁸ Enkelte tatt-for-gitte tilnærminger til, og fokusområder for, kunnskapsproduksjonen fører til en systematisk og ofte strategisk produksjon av kunnskapshull som ofte forblir ute av fokus.⁹ Blindsonene er ofte beleilige for mektige økonomiske interessenter.¹⁰

Den dramatiske endringen i giftigheten av det agrokjemiske landskapet påført av omfattende og profylaktisk bruk av neonicotinoide insektmidler har lenge vært ute av fokus, og er et kunnskapshull som langt på vei strømmer ut av den samfunnsmessige organiseringen av ekspertise. Uvitenheten bygget delvis på at industrien(e), politiske beslutningstakere og tilsynsmyndigheter langt på vei har forstått miljøkonsekvensene av sprøytemiddelbruk som et spørsmål om mengden, og ikke giftigheten av sprøytemidlene vi bruker.¹¹¹²¹³ Ser vi på mengden sprøytemidler alene, har landbruket tilsynelatende blitt mer bærekraftig over tid. Dersom vi tar høyde for både giftighet og behandlet jordbruksareale, ser vi imidlertid at bruken av neonicotinoider har ført til at jordbruket har blitt svært mye giftigere for pollinatorer. Neonicotinoider alene medførte en seks ganger økning i jordbrukets giftighet i Storbritannia mellom 1990 og 2015 (se

⁶ Straub L, Williams GR, Pettis J, Fries I, Neumann P: Superorganism resilience: eusociality and susceptibility of ecosystem service providing insects to stressors. *Curr Opin Insect Sci* 2015, 12:109-112. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.10.010>

⁷ Ferrier PM, Rucker RR, Thurman WN, Burgett M: Economic effects and responses to changes in honey bee health ERR-246 USDA, Economic Research Service 2018, Economic Research Report Number 246. <https://ageconsearch.umn.edu/record/276245/files/ERR-246.pdf>

⁸ Kleinman DL, Suryanarayanan S: Dying bees and the social production of ignorance. *Sci Technol Hum Values* 2013, 38:492-517. <https://doi.org/10.1177%2F0162243912442575>

⁹ Saltelli A, Benini L, Funtowicz S, Giampietro M, Kaiser M, Reinert E, & van der Sluijs JP: The technique is never neutral. How methodological choices condition the generation of narratives for sustainability. *Environmental Science & Policy* 2020, 106:87-98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.008>

¹⁰ Foucart S. Et le monde devint silencieux. 2019, SEUIL, 336pp.

¹¹ Goulson D, Thompson J, Croombs A: Rapid rise in toxic load for bees revealed by analysis of pesticide use in Great Britain. *PeerJ* 2018, 6:e5255. <https://doi.org/10.7717/peerj.5255>

¹² DiBartolomeis, M., Kegley, S., Mineau, P., Radford, R., & Klein, K: An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States. *PLoS One* 2019, 14(8), e0220029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220029>

¹³ Douglas, MR, Sponsler DB, Lonsdorf EV, Grozinger CM: County-level analysis reveals a rapidly shifting landscape of insecticide hazard to honey bees (*Apis mellifera*) on US farmland. *Scientific reports* 2020, 10(1): 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57225-w>

figur 1 under).¹⁴ I USA har jordbrukets giftighet for bier økt 48 ganger mellom 1992 og 2014. En nærmere analyse viser at 92 prosent av økningen kan tilskrives bruken av neonicotinoider.¹⁵ Schulz m.fl. vurderte endringer i bruken av 381 sprøytemidler over en 25-årsperiode ved å undersøke 1591 substans-spesifikke terskelverdier for akutt giftighet for åtte ikke-målorganismer.¹⁶ De kommer til at pollinatorer har blitt utsatt for en årlig økning i giftighet på omtrent 8 prosent mellom 2005 og 2015. Nesten hele økning kan tilskrives neonicotinoider.

Det er bekymringsfullt at bruken av neonicotinoider fortsettes å øke til tross for EUs delvise forbud. Selv i EU gjelder forbudet kun for utendørs bruk som plantevernmiddel. Neonicotinoider brukes imidlertid også til andre formål. I EU er neonicotinoider fortsatt tillatt som biocid (for eksempel mot fluer i storfeproduksjon), veterinærmedisin (mot lopper i kjæledyr) og til innendørs bruk som plantevernmiddel i drivhus. Disse bruksområdene fortsetter å forgifte grunnvann og jordsmonn med neonicotinoider, og dermed også ville blomsterplanter. I tillegg har plantevernmidler med samme virkningsmekanisme og tilsvarende høy giftighet for pollinatorer blitt godkjent for bruk i Europa.¹⁷ Neonicotinoider ser også ut til å finne veien til nye markeder, for eksempel til bekjempelse av lakselus i oppdrettsnæringen.¹⁸

Per i dag ser vi en voksende fornektelse av pollinator- og insektdød, etter hvert også i vitenskapelige tidsskrift. Nylig har to, mye omtalte metastudier bidratt til å tone ned alvoret i situasjonen. Den første tydet på at man ikke kan observere en generell nedgang i artsmangfold eller insekttetthet i USA, et funn som avviker sterkt fra mange takson-spesifikke studier.¹⁹ Den andre konkluderte med at nedgangen i terrestrisk insekttetthet begrenser seg til 9 prosent per tiår, mens mengden akvatiske insekter overraskende nok ser ut til å ha økt med 11 prosent per tiår.²⁰ Begge studiene har blitt

¹⁴ Goulson D, Thompson J, Croombs A: Rapid rise in toxic load for bees revealed by analysis of pesticide use in Great Britain. PeerJ 2018, 6:e5255. <https://doi.org/10.7717/peerj.5255>

¹⁵ Douglas, MR, Sponsler DB, Lonsdorf EV, Grozinger CM: County-level analysis reveals a rapidly shifting landscape of insecticide hazard to honey bees (*Apis mellifera*) on US farmland. Scientific reports 2020, 10(1): 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57225-w>

¹⁶ Schulz R, Bub S, Petschick LL, Stehle S, Wolfram J: Applied pesticide toxicity shifts toward plants and invertebrates, even in GM crops. Science 2021, 372:81–84. <https://doi.org/10.1126/science.abe1148>

¹⁷ Siviter H, Muth F: Do novel insecticides pose a threat to beneficial insects? Proceedings of the Royal Society B 2020, 287(1935): 20201265. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.1265>

¹⁸ <https://www.fishfarmingexpert.com/article/sea-lice-medicine-approval-ratified-in-eu-law/>

¹⁹ Crossley, MS, Meier, AR, Baldwin, EM, Berry, LL, Crenshaw, LC, Hartman, GL, Lagos-Kutz, D, Nichols, DH, Patel, K, Varriano, S, Snyder, WE, Moran, MD : No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites. Nature Ecology and Evolution 2020, 4(10): 1368-1376. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1269-4>

²⁰ van Klink, R, Bowler, DE, Gongalsky, KB, Swengel, AB, Gentile, A, Chase, JM: Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. Science 2020, 368 (6489):417-420. <https://doi.org/10.1126/science.aax9931>

viet mye oppmerksomhet og gjort til gjenstand for kraftig kritikk fra andre forskere.²¹²² Ifølge kritikerne lider studiene blant annet under overrepresentasjon av arter med økende utbredelse, utvalgs-skjevheter, feiltolkning av satellittdata, inkludering av ikke-insekter, bruk av data generert av restaurerings-eksperimenter (undersøkelser som ser på insekters evne til å rekolonisere gitte miljøer etter et avbrudd) og underrepresentasjon av pollinatorer.²³²⁴ Tendensen mot å spille ned omfanget av insektdød er bare ledd i en voksende og bekymringsfull fornektelse av nedgangen i naturmangfold.²⁵

Nyere bidrag til studiet av de menneskelige og politiske faktorene bak pollinator død

Dette spesialnummeret tar sikte på å gi et oversiktsbilde av nylige bidrag til studiet av de menneskelige og politiske dimensjonene av pollinator nedgangen. Bidragene dekker tre, til dels overlappende tema: pollinator nedgangens status og dens drivere, studiet av grensesnittet mellom vitenskap og politikk, og kunnskapsstatus hva angår politiske handlingsalternativer innen pollinator konservering og –restaurering.

Driverne bak pollinator nedgang diskuteres i to litteraturgjennomganger. Den første, forfattet av LeBuhn, undersøker ulike årsaker til pollinator nedgang. Gjennomgangen ser først og fremst på villbier i ikke-agrar landskap. Forfatteren diskuterer endringer i arealbruk, klimaendringer, spredning av virus og patogener fra tamme til ville bier, plantevernmidler og annen forurensning. Tap av habitat trer frem som den mest studerte årsaksfaktoren. Virkningene av plantevernmidler, nitrogen, tungmetaller og sykdom er også velkjente drivere. Gjennomgangen understreker også en mulig feedbacksløyfe mellom tørke forårsaket av klimaendringer, redusert nektar- og pollenproduksjon, redusert pollinerings suksess, innavl mellom planter, redusert nektarkvalitet og pollinator nedgang. Vesentlige kunnskapshull gjenstår, og da særlig med hensyn til samvirkingseffekter mellom plantevernmidler, biesykdommer og andre drivere bak pollinator nedgang.

²¹ Welte, EAR, Joern, A, Ellison, AM et al. Studies of insect temporal trends must account for the complex sampling histories inherent to many long-term monitoring efforts. *Nature Ecology and Evolution* 2020, 5:589–591. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01424-0>

²² Desquilbet M, Cornillon P-, Gaume L, Bonmatin J-. Adequate statistical modelling and data selection are essential when analysing abundance and diversity trends. *Nature Ecology and Evolution* 2021, 5(5): 592-594. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01427-x>

²³ Desquilbet M, Gaume L, Grippa M, Céréghino R, Humbert J-, Bonmatin J-, Cornillon P-, Maes D, Dyck HV, Goulson D: Comment on "meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances". *Science* 2021, 370(6523):1-5. <https://doi.org/10.1126/science.abd8947>

²⁴ Jähnig SC, Baranov V, Altermatt F, Cranston P, Friedrichs-Manthey M, Geist J, et al. Revisiting global trends in freshwater insect biodiversity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 2021, 8(2):e1506. <https://doi.org/10.1002/wat2.1506>

²⁵ Lees AC, Attwood S, Barlow J, Phalan B. Biodiversity scientists must fight the creeping rise of extinction denial. *Nature Ecology and Evolution* 2020, 4(11):1440-1443. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01285-z>

Den andre gjennomgangen, forfattet av Tooker og Pearsons, diskuterer hvordan DDT og andre, eldre klasser insektmidler bidrar til tap av insektmangfold og akkumuleres i næringsvever. Fordi neonikotinoider brukes profylaktisk blir insektmidler i dag anvendt på et større areal enn på noe annet tidspunkt i historien. Behandlede åkere er heller ikke den eneste eksponeringsruten. Neonikotinoider er svært vannløselige, så en vesentlig forurensning av ubehandlede habitater er nærmest uunngåelig. Neonikotinoiders systemiske egenskaper gjør det også mulig for ville planter å translokalisere rester av neonikotinoider fra forurenset jord, overflatevann og grunnvann, til pollen og nektar. Pollinerende insekter og andre taksa utsettes dermed for kronisk eksponering for disse kjemikaliene. Neonikotinoider påvirker næringsveven ved å redusere både mengden og mangfoldet av insekter, med negative konsekvenser også for insektetende dyr. Slike kaskadeeffekter har blitt observert for insektetende insekter, fugler og fisk. Flere studier har også funnet tegn til bioakkumulering av neonikotinoider, blant annet i salamandre og meitemark. Forfatterne konkluderer med at neonikotinoider trolig spiller en rolle i insektnedgang, både gjennom direkte og indirekte virkninger på næringsvever.

Tre av bidragene diskuterer grensesnittet mellom vitenskap og konserverings- og restaureringspolitikk. Arnolds bidrag er en kritisk gjennomgang av prosessen bak IPBES' (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) vurdering av pollinatorer. IPBES har ansvaret for å produsere tilstandsrapporter om naturmangfold og økosystemtjenester på vegne av offentlige beslutningstakere. IPBES' vitenskapelige rapporter samforfattes av store grupper forfattere, hvorav 80 prosent har blitt nominert av nasjonale myndigheter, og 20 prosent av andre interessenter. Nasjonale myndigheter legger IPBES' vurderinger til grunn. Arnold var en av de eksterne ekspertene som foretok formell vurdering av IPBES' pollinator-rapport. I dette bidraget reflekterer han over skjevheter i vurderingen av den vitenskapelige litteraturen om sprøytemidler i det opprinnelige utkastet, slik disse ble vurdert i den eksterne vurderingsprosessen. Gjennomgangen av utkastet avslørte at IPBES hadde gjennomført ufullstendig og skjev litteraturgjennomgang, med en sterk tendens mot selvsitering blant en av rapportens forfattere, samt en gjennomgående bruk av studier utført av neonikotinoidprodusenten Syngenta. Store mengder akademiske nøkkelstudier manglet i litteraturgjennomgangen, og den uttømmende foregangsstudien "Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning" var ikke en gang sitert. Resultatet var at risikoen forbundet med neonikotinoider ble systematisk undervurdert av IPBES. Selv om en omfattende, fagfelle-vurdert litteratur demonstrerer at feltrealistisk eksponering mot neonikotinoider utøver negative virkninger på biers navigasjon, læring, hamstring, levetid, motstandsdyktighet mot sykdommer og fruktbarhet, ble dette knap anerkjent i IPBES' opprinnelige rapport. Vurderingsprosessen munnet ut i 10 300 kommentarer fra 280 eksterne eksperter, og bidro til å bevege rapporten i retning den vitenskapelige kunnskapsstatusen om de ikke-dødelige virkningene av plantevernmidler på pollinatorer. Analysen viser også hvordan IPBES kun delvis bøt på svakhetene som vurderingsprosessen hadde avdekket. Andre nøkkelpunkter og tilkorkommenheter

forble uendret i det endelige dokumentet. Blant de gjenværende manglene finner vi at svakhetene ved industrisponsede feltstudier (manglende statistisk kraft/eksperimentelle studier med innebygde mangler) som er veldokumenterte i den fagfelleverderte litteraturen går upåaktet hen i rapporten, og at den usikkerheten som hefter ved tallfestingen av feltrealistisk eksponering ved normal bruk ikke kommer klart fram. IPBES presenterer også en ubegrunnet høy bakgrunnsdødelighet for honningbier (15 prosent), uten å vise til noen kilde. Mange vil vite at dette er en nøkkelstørrelse innen risikovurderingen av plantevernmidler, fordi bieveilederen til den Europeiske myndigheten for næringsmiddeltrygghet (EFSA) tar utgangspunkt i bakgrunnsdødelighet ved fastsettelsen av dødelighet forårsaket av sprøytemiddelbruk.²⁶ Denne størrelsen har også vært et springende punkt i kampen mellom sprøytemiddellobbyen og forskere om bie-veilederen som har pågått siden 2013. Jo høyere man setter bakgrunnsdødeligheten til honningbier, jo mer sprøytemiddelbruk kan man godkjenne, og jo svakere vern har pollinatorer. Analysen understreker vesentlige svakheter i det rådende kunnskapsregimet. Selv om gjennomgangen viser at enkelte feil lar seg tilbakevise gjennom en grundig og ekstern vurderingsprosess, viser Arnold hvordan vesentlige feil i førsteutkastet utøver en disproportjonalt sterk innflytelse over den endelige rapporten.

Den neste gjennomgangen av bruken av vitenskap i politikktutforming er skrevet av Demortain og dreier seg om vitenskapen bak EUs forbud mot neonikotinoider. I de 30 årene som er gått siden neonikotinoider først ble markedsført i EU, har neonikotinoider rukket å både bli det mest brukte insektmiddelet, men også blant de strengest regulerte. I EU er det innført et begrenset forbud mot tre neonikotinoider. I Frankrike er det forbud mot bruk av fem neonikotinoider. Forbud mot en gruppe virkestoffer fra samme kjemiske familie tilhører sjeldenhetene innen plantevernmiddelkontroll. Tidligere har plantevernmidler blitt faset ut enkeltvis i tilfeller hvor deres skadelige virkninger først har blitt oppdaget etter en viss tid på markedet. Gjennomgangen forsøker å fremme vår forståelse av hvordan akademisk kunnskap, i motsetning til regulatorisk vitenskap, inkluderes eller ekskluderes fra reguleringsdomenet. Gjennomgangen fokuserer på spørsmålet om hvordan påstanden om at neonikotinoider som *klasse* utgjør en trussel mot bier (snarere enn de individuelle virkestoffene som utgjør klassen) dukket opp og ble gjort til gjenstand for reguleringsinitiativer. Skal vi forstå hvordan neonikotinoider virker på bier, er vi nødt til å se til de ikke-dødelige virkningene av stoffene. Kunnskap om ikke-dødelige virkninger blir ikke rutinemessig etterspurt eller produsert i reguleringen av plantevernmidler; her følger kunnskapsproduksjonen strengt reduktive skjema. Den kognitive arkitekturen innenfor dette reguleringsdomenet har tre nøkkelelementer: akutt risiko, balansering av risiko mot nytte, og stoff-sentrert tekning. For det første fokuseres det hovedsakelig på akutt toksisitet målt gjennom standardiserte laboratorie-eksperimenter. For det andre balanserer man økonomiske og praktiske hensyn mot kunnskap om risiko for ikke-målorganismer. For det tredje er den

²⁶ EFSA: EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). EFSA Journal 2013, 11(7):3295. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3295>

regulatoriske vitenskapen stoff-sentrisk. Dette betyr at kunnskap som er dekkende for hele familier av kjemikalier med liknende virkningsmekanismer og som utøver tilsvarende virkning på miljøet og ikke-målorganismer *ikke* normalt sett vil frembringes innenfor det regulatoriske domenet. Gjennomgangen viser hvordan uavhengige forskere, birøktere, naturvernere og politikere dannet en koalisjon for å sette alternativ informasjon på den regulatoriske dagsorden. Intervensjonen bidro til å tvinge gjennom en pluralisering av det regulatoriske domenet, både i form av nye aktører men også i form av nye kunnskapskilder og nye former for kunnskap. Pluraliseringen av kunnskap bidro til å tette igjen kunnskapshull, og bevisstheten omkring betydningen av kroniske og ikke-dødelige virkninger av neonicotinoider muliggjorde et forbud. Det var av avgjørende betydningen at uavhengige forskere presset på for å sette sin kunnskap på tilsynsmyndighetenes agenda. For det andre samarbeidet forskere med birøktere, som i sin tur samarbeidet med interesseorganisasjoner. Journalister intensiverte sin dekning av problemstillingen. Til sammen førte dette til å utvide det regulatoriske rommet på en måte som gjorde det mulig å se og forstå at neonicotinoider utgjør en uakseptabel trussel mot pollinerende insekter. Dette ytre presset for å utvide det vitenskapelige bevisgrunnlaget muliggjorde et historisk forbud mot en gruppe kjemikalier. Forbudet bygget på en omkalfatring av den rutinemessige, lukkede risikovurderingsprosessen som ellers bygger på en reguleringsvitenskap som har en innebygget blindhet for kroniske, subletale virkninger av plantevernmidler. Dessverre har omkalfatringen vist seg å være høyst situasjonsbestemt og kortvarig. Trolig vil reguleringsvitenskapen fortsette å ha alvorlige blindflekker hva angår trusler mot pollinatorer. Akademiske vitenskapsfolk må fortsette å ta samfunnsansvar, og delta i koalisjoner som fortsetter å sette ekskludert men relevant kunnskap på den regulatoriske og politiske agendaen.

Drivdal og van der Sluijs fokuserer på føre-var prinsippets betydning innenfor pollinatorkonservering. Føre-var prinsippet tar sikte på å beskytte mennesker og miljø mot usikre og uintenderte konsekvenser av menneskelig handling. Det kan begrunne tiltak i tilfeller hvor det hefter vitenskapelig usikkerhet om potensielle trusler, eller i tilfeller hvor en foreløpig vitenskapelig vurdering har avdekket mulige men usikre trusler. Føre-var prinsippet er innarbeidet i både nasjonal og internasjonal miljørett og naturmangfoldforvaltning. Gjennomgangen viser at forskningen på føre-var tilnærminger til naturforvaltning er fragmentert. I studier at forvaltning og bevaring av pollinatormangfold ser føre-var prinsippet ut til å oppfattes som en generell tilnærming, gitt vår begrensede kunnskap (vitenskapelig usikkerhet) om insektarter og biologisk mangfold. To separate forskningslitteraturer diskuterer rollen føre-var prinsippet har spilt innen reguleringen av plantevernmidler og internasjonal pollinatorhandel, respektivt. Analysen avdekker en inkonsekvent anvendelse av føre-var prinsippet, både med hensyn til hvordan, hvor og når prinsippet blir tatt i bruk. Regelverkene føre-var prinsippet inngår i bidrar ofte til forsinket, fragmentert, snever og mangelfull regulering. Gjennomgangen understreker utfordringer ved å anvende forsiktighet i møte med vitenskapelig usikkerhet, kontroverser og næringslivsinnflytelse over tilsynsmyndigheter. Tilfellet neonicotinoider er illustrerende. Vitenskapelig usikkerhet åpner for motstridende fortolkninger av kunnskapsgrunnlaget, ofte med hjelp fra så kalte “merchant of doubt”-

strategier. Foreslåtte føre-var tiltak vil ofte møte høylytt motstand fra mektige økonomiske interesser. Forfatterne tar til orde for en flerfaglig tilnærming, hvor entomologer, samfunnsvitere, jurister, lovgivere og tilsynsmyndigheter danner et utvidet fagfellesskap for å bedre kunne adressere de menneskelige faktorene bak pollinatorød, og for å kunne samprodusere tilstrekkelige politiske handlingsalternativer.

De tre siste bidragene handler om politiske og samfunnsmessige handlingsalternativer for å motvirke pollinatornedgang. Gemmil-Herren m.fl. utforsker evidensbaserte tilnærminger til vern av pollinatorer. Mangfoldige og rike pollinatorbestander kan bidra med effektive pollineringstjenester, og ofte minst like effektivt som kontrollerte og omreisende pollinatorer. Både pollinator-rikdom og mangfold er avgjørende. Forvaltningen må ta sikte på pollinator-rikdom fordi det bidrar til bedre pollinering. Ulike pollinatorarter håndterer blomstrende planter på ulikt vis, besøker dem på ulike tider av døgnet, endrer adferden til andre pollinerende arter, øker sjansen for at en effektiv pollinator er tilstede, eller svarer ulikt på vær eller andre miljøforhold. Økt avlingsmangfold og vegetasjonsrikdom bidrar til økt pollinormangfold og rikdom. Landskap med høy "edge densities of vegetation" støtter opp om pollinatorer og naturlige fiender av skadedyr. Å støtte opp om hekkeplasser er helt nødvendig for å besørge lokal pollinering i agrare økosystemer. Tapet av semi-naturlige habitatsflekker i omgivelsene har medført en jevn reduksjon i pollinering.

Gjennomgangen legger avgjørende vekt på betydningen av å respektere bøndernes og lokalsammfunnenes synspunkter. Økologisk intensivering er et fremvoksende begrep som har vist seg å resonere med både lokalkunnskap og vitenskapelig forståelse. Økologisk intensivering tar sikte på å ivareta eller styrke jordbruksproduktivet ved å erstatte syntetiske innsatsfaktorer med økosystemtjenester. Gjennom diversifisering bidrar økologisk intensivering til økt naturmangfold, pollinering, skadedyrkontroll, næringssykluser og økt jordfruktbarhet, uten å komme på bekostning av avlinger. En slik tilnærming krever agro-økosystemdesign på landskapsnivå, og en anerkjennelse av kompleksiteten i agrikulturelle systemer. Litteraturgjennomgangen danner utgangspunkt for systemiske løsninger som svarer på identifiserte behov for samskaping av kunnskap, partisipatoriske tilnærminger til beslutningstaking og innovative styring på tvers av agroøkosystemer. Helhetlige politiske tilnærminger må til, og mange ulike aktører må involveres i overgangen til bærekraftige og pollinatorvennlige matsystemer.

Iwasaki og Hogendoorn foretar en kritisk undersøkelse av vernetiltak for pollinatorer, og tar utgangspunkt i den relative betydningen av tamme honningbier sammenliknet med ville bier og andre pollinerende insekter. Ikke-bier har i økende grad blitt anerkjent som vesentlige pollinatorer. Offentligheten sidestiller feilaktig pollinatornedgang med honningbienedgang. Selv om honningbier har vært under press, og kolonitapene har vært store, så har den tamme honningbiebefolkningen vokst jevnt og trutt i flere tiår, simpelthen fordi birøktere avler frem kolonier for å kompensere for de tapte, og for å møte et økende behov for pollinering. Det er de lokale bieartene og andre pollinerende insekter som er truet. Denne feiloppfatningen har bidratt til at forvaltningstiltak har rettet

seg mot honningbier i så stor utstrekning at det har vært til skade for ville bier og andre pollinerende insekter. For eksempel har kantblomstre først og fremst blitt plantet med omsorg for honningbier. Honningbiers konkurranse med andre pollinatorer er høyst variabel, men det er godt dokumentert at ville pollinatorer påvirkes negativt når honningbier settes ut i naturen. Urbane birøktere kan derfor ha en negativ innvirkning på ville pollinatorer i urbane strøk. For å motvirke de negative virkningene av honningbiens flaggskip-status er det nødvendige å sjøsette nye flaggskip, for eksempel innfødte humler eller andre kulturelt betydningsfulle bier. Ett eksempel er å finne i de broddløse biene i sør- og sentral-Amerika. Slike lokale flaggskiparter kan brukes til å undervise offentligheten om ville pollinatorer, og kan bidra til å omdirigere vernepolitikken i retninger som er mer bærekraftige. Videre må politikere se forbi avlingspollinering, og ta sikte på å bevare ville pollinatorer av hensyn til sårbare økosystemer.

Den siste gjennomgangen, forfattet av Fontaine m.fl., tar for seg den økende betydningen av amatører og medborgere i vitenskapelig forskning og utviklingen av effektive vernetiltak for pollinatorer. Amatør-eksperter kommer med viktige bidrag, blant annet med taksonomisk kunnskap i innsamling av overvåkningsdata. Utviklingen av digitale taksonomiske og bibliografiske databaser, digital fotografi, sosiale medier og kollaborativ klassifisering har gitt retning til amatørernes bidrag til vår forståelse av insektmangfold. Synergien mellom amatører og profesjonelle i insektsystematikk har blitt omtalt som "ryggraden i grunnforskningen på naturmangfold." Krefelds Entomologiske Forening (EVK) og dets drøyt 50 medlemmer bidro med data til Hallman m.fl. betydningsfulle studie, som tydet på 75% nedgang i flyvende insekters biomasse i løpet av 27 år.²⁷ I dag bidrar lekfolk til en rekke overvåkningsprogrammer med fokus på bier, andre pollinerende insekter, sommerfugler og møll. Medborgervitenskap bidrar til insektvern, og til styrket kontaktflate mellom vitenskapen og samfunnet for øvrig. Medborgervitenskapsprosjekter gjør insekter mer interessante og relevante for samfunnet, og gjør det mulig for deltakere å stå i tett kontakt med insekter i deres naturlige habitater, til å oppleve naturen på nye måter, samt å lære om nye måter å gjøre vitenskap på. Lekfolk inngår i utvidede kunnskapsnettverk som bidrar til økt kunnskap om insekter og hvordan man best kan bevare dem. Medborgervitenskap bidrar til å forankre insektvitenskap og insektvern i samfunnet, og gjør det lettere å ha omsorg for insektene. Det kroppsliggjorte, følelsesmessige og tette samspillet med levende natur står også sentralt i akademikerens motivasjon og kreativitet.

Entomologenes særskilte samfunnsansvar

Nedgangen i biebestander og andre pollinatorer fortsetter med tiltakende styrke, og vi har dårlig tid. Entomologer besitter en ekspertise som kan vise seg kritisk om vi vil

²⁷ Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Höfner T, Goulson D, de Kroon H: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS One 2017, 12:e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

stanse og reversere pollinorkrisen. Dette gir entomologer et unikt samfunnsoppdrag. Historisk har entomologer vært avgjørende i bekjempelsen av vektorsykdommer og skadedyr. I dag trenger vi at de jobber for og med insekter, under mer komplekse betingelser og med en vesentlig mer positiv og omsorgsfull grunnholdning.²⁸ Entomologer må ta utfordringen og forsterke den politiske handlingsrelevansen av sin forskning, frembringe adekvate problembeskrivelser, samt å bidra til utviklingen av tiltrengte strukturelle løsninger og politiske handlingsalternativ. Oppmerksomheten om disse spørsmålene vokser så alt for tregt,²⁹ delvis fordi massemedia ikke vier dem den oppmerksomheten de fortjener.³⁰ Entomologer må være klar over hvordan uvitenhet produseres og samarbeide med samfunnsvitere for å forsterke forskningens sosiokulturelle og politiske slagkraft. Forbudet mot neonicotinoider ble muliggjort av at entomologer ble sitt samfunnsansvar bevisst. Dypt engasjement bør bli regelen, og ikke unntaket.

²⁸ Dangles O, Casas J: Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosystem services* 2019, 35:109-115. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.002>

²⁹ Hall DM, Martins DJ: Human dimensions of insect pollinator conservation. *Curr Opin Insect Sci* 2020, 38:107–114. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.04.00>

³⁰ Althaus SL, Berenbaum MR, Jordan J, Shalmon DA. No buzz for bees: Media coverage of pollinator decline. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2021, 118(2). <https://doi.org/10.1073/pnas.2002552117>