



Farlig biologi kræver forsvarlig forskning

Tekst: Line Gylling, Specialkonsulent, CBB, cand. scient. i biologi

Der findes en gren af biovidenskaben, der har farlig biologi som sit omdrejningspunkt. Det gælder arbejdet med virus, bakterier, svampe og toksiner, der kan forårsage alvorlige sygdomme og forgiftninger. Det er et risikofyldt arbejdsfelt, hvor der er mange sikkerheds- og sikringsmæssige hensyn at tage. Center for Biosikkerhed og Bioberedskab (CBB) har fokus på den særlige risiko, der ligger i et muligt misbrug af farlig biologi. Med det afsæt fremhæver vi her de tiltag, der gør forskning i farlig biologi forsvarlig og ser på nogle af fremtidens udfordringer.

Center for Biosikkerhed og Bioberedskab (CBB) er national myndighed for biosikkerhed og bioberedskab. Centrets opgave er at forebygge og imødegå biologiske sikkerhedstrusler.

Bag ethvert forskningsprojekt med farlig biologi ligger der en lang række overvejelser og lang tids forberedelse. Som altid ved forskning skal der formuleres en hypotese, vælges metode og forsøgsdesign, men der er også et væld af sikkerheds- og sikringsmæssige hensyn at tage og ikke mindst, en etisk stillingtagen. Hertil hører spørgsmålet om, hvorvidt der er risiko for, at ens forskningsresultater kan misbruges, og hvis ja, om forskningen så skal gennemføres. Med andre ord – opvejer fordelene risiciene?

Det er et etisk dilemma, forskere med god grund kan have svært ved at navigere i. Forskerens rolle er jo at frembringe viden og dele den til gavn for omverdenen. Det er ikke desto mindre afgørende at tage stilling, så forskningen kan foregå i en tryk ramme, og så viden ikke havner i de forkerte hænder.

På intellektuelt rov

Biologi er gang på gang blevet anvendt med henblik på at gøre skade, og i flere af historiens biologiske våbenprogrammer findes der eksempler på, hvordan legitim viden og forskningsprodukter først blev indsamlet til formålet.

I forbindelse med ét af historiens mest omfattende biologiske våbenprogrammer, rejste den japanske militærlæge, Shirō Ishii, rundt i den vestlige verden og besøgte laboratorier, der arbejdede med bl.a. kolera- og pestbakterier. Han talte med forskerne, gennemgik deres forsøgsdesign og lærte sig deres færdigheder. Dr. Ishii bragte den nyerhvervede viden med sig hjem til Japan, hvor han anvendte den i et militært våbenprogram, der endte med at koste godt 500.000 kinesere livet. Det var forbrydelser, der foregik tilbage i mellemkrigstiden og under 2. verdenskrig, men lignende mønstre har gentaget sig siden. Som da sydafrikanske Dr. Wouter Basson rekognoscerede vestlige laboratoriefaciliteter i 1980'erne som forberedelse til apartheidstyrets biologiske våbenprogram, Project Coast. Eller under Iraks fremstilling af biovåben, også i 80'erne, under Saddam Husseins styre. Dr. Rihab Rasheed Taha, også kendt som Dr. Germ, rejste ganske vist ikke på rundtur, men hun blev uddannet på University of East Anglia i Norwich, før hun rejste til Irak for at bruge sin viden om mikrobiologi på at udvikle biologiske våben der. Det lykkedes sågar for Dr. Taha og hendes kolleger at skaffe våbenkomponenter fra vestlige lande, bl.a. procesudstyr fra Tyskland og miltbrandbakterier og botulinumtoksin fra et amerikansk laboratorie. Udstyr og biologiske stoffer, der officielt skulle indgå i fremstilling af lægemidler og vacciner, men som delvist endte som komponenter i våbenprogrammet.

Dette er blot nogle få eksempler på, hvordan viden og færdigheder, men også materiel, kan blive misbrugt. Viden og færdigheder kan blive indsamlet og tillært ét sted og bragt i anvendelse et andet sted og i en sammenhæng, hvor de etiske normer er anderledes. Legitim viden og udstyr bliver på den måde en del af ulovlige eller offensive aktiviteter.

Biosikring – lås det inde og beskyt din viden

Heldigvis kan man gøre meget for at forhindre svage sjæle i at komme på afveje, og her kommer biosikring ind i billedet. Det er et værn, som skal forhindre, at eksempelvis farlige virus og viden med misbrugspotentiale anvendes med det formål at gøre skade på mennesker og dyr. Biosikring gribes forskelligt an rundt om i verden. Nogle lande har slet ikke biosikring.

I Danmark har vi lovgivning på området, som CBB forvalter. Loven indebærer, at enhver virksomhed, der arbejder med særlige biologiske stoffer, relaterede materialer og immateriel teknologi, skal søge CBB om tilladelse. CBB skal følge med tilsyn med virksomhederne for at sikre, at de overholder de

Misbrugspotentiale

At et biologisk stof, udstyr eller teknologi har misbrugspotentiale, betyder, at det indgår legitimt i fx forskning og lægemiddelproduktion, men at det også har potentiale til at indgå i biologisk våbenproduktion i de forkerte hænder. Man siger også, at materialet har 'dobbel anvendelse' efter dual-use på engelsk.

retningslinjer, der er i deres tilladelse. En væsentlig del af biosikring omhandler en række fysiske sikringstiltag. Blandt andet skal biologiske stoffer med misbrugspotentiale være låst inde, og kun særligt uddannet og betroet personale har adgang til materialet.

Den danske biosikringslovgivning gælder desuden visse typer viden og færdigheder. En forsker, der udvikler og arbejder med teknikker, der, foruden sin legitime anvendelse, også kan anvendes på farlig biologi, skal derfor søge om tilladelse til dette hos CBB. Der er flere typer af forskning, der kan være berørt af biosikringslovgivning, men oftest vil det være forskning, der direkte involverer kontrolbelagte organismer og som muligvis ændrer på disse. Man kalder den type forsøg for gain-of-function (GoF) forsøg, idet man giver organismen nogle egenskaber, den ikke har fra naturens side.

Et eksempel kunne være, hvis en forskningsgruppe ønsker at undersøge, hvad der skal til for at gøre bakterien *Salmonella Typhi* antibiotikaresistent. Det kan være vigtigt at vide, såfremt bakterien ved mutation udvikler denne egenskab af sig selv. Hvis man ved, hvilke gener der eventuelt ændrer sig, kan man måske udvikle en behandling mod bakterien på længere sigt. I forlængelse af sådan et forsøg, vil forskerne normalt forsøge at få forskningsresultaterne publiceret i et videnskabeligt tidsskrift. Men både de nedfældede resultater og de opnåede færdigheder under projektet udgør en sårbarhed, da det netop er den type viden, en våbeninteresseret person eller potentiel bioterrorist vil være på udkig efter. Og lykkes forsøget, står man desuden med en meget farlig organisme, der er direkte våbenanvendelig.

Kritisk teknologi ift. biosikring

Flere teknologier inden for bioteknologi kan rumme et misbrugspotentiale, alt efter hvilken type forsøg og projekter, de anvendes i. Det gælder fx syntesebiologi, genredigering, håndtering, opformering samt stabilisering af farlige biologiske stoffer. Der behøver dog ikke nødvendigvis indgå farlige, kontrolbelagte stoffer i arbejdet, da meget viden og færdigheder kan overføres fra én organisme til en anden.

Så hvordan skal forskerne bære sig ad i en sag som denne? Forsøget udføres med et godt formål for øje, nemlig at få forståelse for mekanismerne bag antibiotikaresistens, så vi i fremtiden kan behandle den type infektioner. Og publicering af artikler er et krav og en nødvendighed for forskere. I Danmark vil det i sådan et tilfælde være nødvendigt at tage CBB med på råd, så projektet kan fortsætte med de sikringsforanstaltninger, CBB anviser. Det er med til at beskytte både materiale, viden, forskeren og samfundet mod misbrug.

Forskningsfrihed under ansvar

Biosikring spiller også ind i en større forskningskultur. Der påhviler forskere et overordnet etisk ansvar med at sikre, at deres forskningsresultater ikke bliver misbrugt, og at de forkerte ikke oplæres i færdigheder, de ikke burde kende til. Det kan være ret svære forhold at bedømme. En præcis bedømmelse kræver specialviden om biologiske våben og kendskab til klassificerede oplysninger. Derfor kan forskere heller ikke stå alene med opgaven, men skal have støtte af eksperter med indsigt i biosikring. Endelig kan beslutninger om forskningen på et højere niveau indebære, at flere interessenter involveres, herunder bioetikere, andre fageksperter, og repræsentanter fra offentligheden.

En forsvarlig forskningskultur, der tager højde for biosikring, skal oparbejdes. I danske virksomheder er der allerede god opmærksomhed omkring både lovgivning og etik i forskningen, og CBB arbejder løbende på at udbrede dette kendskab, herunder gennem oplæg for biovidenskabelige studerende og



forskere på de videregående uddannelsesinstitutioner. Herved gøres målgruppen bekendt med biosikringslovgivningen og får en forståelse for misbrugspotentialet i deres viden og færdigheder. Vi skal dog ikke underkende, at vi både som land og på verdensplan går en epoke i møde, hvor teknologien løber stærkt, og hvor det i mange henseender gælder om at komme først. Her kan forskningsetik komme til at stå sin prøve i forhold til prioriteringer og valg inden for forskning. Derfor kræver det også, at vi forsøger at styrke den internationale opmærksomhed på biosikring, og at tabuet omkring anvendelse af biovåben fastholdes.

Biologiske våben – forbud og tabu

Siden 1925 har der ifølge Geneveprotokollen været et internationalt forbud mod at anvende biologiske våben i krig. Det afholder desværre ikke altid lande fra at udvikle dem, men med få undtagelser har forbuddet mod brug været overholdt siden da. Senere er forbuddet blevet styrket gennem den biologiske våbenkonvention fra 1972, der forbyder fremstilling og opbevaring af biologiske våben, og FN's sikkerhedsrådsresolution 1540 fra 2004, der forpligter stater til at forhindre spredning af biologiske våbenkomponenter inden for egen stat og til andre lande. Selvsamme forpligtelser ligger til grund for det danske biosikringssystem.

Som afsæt for disse internationale aftaler ligger en fælles opfattelse af, at biologiske våben er uetiske. Det er en våbentype, der ikke skelner mellem sine ofre. Den rammer alle og overtræder derved et af krigens grundprincipper om at kunne diskriminere mellem civile og kombattanter.

Der er ingen grund til at tro, at denne etiske konsensus umiddelbart står for fald, men man kan overveje, hvad der skal til for at rykke den. Måske at en stat sættes under pres som følge af storpolitisk uro og en eskaleret trusselsretorik, eller at misforståelser foranlediget af falske nyheder skaber panik og ugenemtænkte reaktioner. At krig og andre kriser skaber ubalance og manglende overvågning fra det internationale samfund, så en skjult udvikling og afprøvning af biovåben bliver mulig. Eller at den teknologiske udvikling gør, at der kan udvikles biovåben, der netop er målrettede. Ikke mod kombattanter, hvilket vil være svært at forestille sig biologisk muligt, men måske mod etnisk udvalgte samfundsgrupper eller køn. Kombineret med, at det er en relativt ressourcelet våbentype at udvikle, og tilsvarende svært at opspore og bevise, kunne det vise sig at være en for stor fristelse for nogen.

Mulighedernes lande

På verdensplan går udvikling og udbredning af bioteknologi, herunder forskning, der involverer farlig biologi, i én retning, og det er fremad. Mange lande satser massivt på bl.a. bioteknologi, som skal drive økonomi, eksport, velstand og udvikling frem. Helt i top ligger USA og Kina, der afsætter flest midler på naturvidenskabelig forskning og udvikling (R&D), mens Tyskland ligger øverst i Europa. Lande som Korea, Israel og Danmark ligger også højt, hvis man ser på procent af BNP, der går til R&D. Det er som udgangspunkt meget positivt, da det bl.a. skal være med til at løse alle de helbreds-, miljø- og fødevareremæssige udfordringer, verden står overfor.

Forskning i farlige sygdomme er også en nødvendighed. Som følge af coronakrisen er der givet enorme beløb til forskning i en vaccine, og det vil være forståeligt, hvis vi i de næste år kommer til at se politiske beslutninger, der understøtter mere forskning i pandemiske virus og bakterier, så verden, måske, kan være bedre forberedt til næste gang. Omvendt står mange lande over for en recession, der også kan betyde store besparelser i forskningsbudgetterne. Det er dog forventeligt, at flere topsikrede laboratoriefaciliteter, også kaldet BSL 4 (Biosafety Level 4) vil dukke op, da det allerede var tendensen, før coronakrisen indtraf. Det er laboratorier, der håndterer og forsker i de farligste biologiske stoffer, vi kender, herunder ebola- og marburgvirus. Forskere vil argumentere for, at disse laboratorier er essentielle for studiet af kendte højpatogene virus og nye ukendte pandemiske stoffer.

BSL 4 laboratorier er pålagt de strengeste krav til sikkerhed og sikring, men deres blotte tilstedeværelse udgør en risiko. Hvem bestemmer, om de skal være der, hvad der forskes i, hvem der forsker, og hvordan viden og informationer bliver delt? Mange steder vil opførelse af et BSL 4 laboratorie kræve en accept fra samfundet generelt. Andre steder vil befolkningen hverken blive spurgt eller informeret om, at der er et sådant laboratorium på vej, ofte i selvsamme lande, hvor hverken biosikringen eller biosikkerheden nødvendigvis er helt i top.

Biosikring, bioberedskab og biosikkerhed

- **Biosikring** er et værn mod **misbrug** af farlig biologi.
 - **Bioberedskab** er et særligt beredskab til **imødegåelse og håndtering** af biologiske anslag og ukontrollerede udslip.
 - **Biosikkerhed** er et værn mod **uheld og ulykker** under arbejdet med farlig biologi.
-

I Danmark er der ingen BSL 4 laboratorier. Det er i sig selv med til at nedsætte risikoen ved de allerfarligste biologiske stoffer og relateret knowhow samt ukontrollerede udslip. Pandemiske stoffer respekterer bare ikke statsgrænser, og de kan let komme hertil udefra, også selvom vi ikke er målet for et eventuelt angreb. I Danmark har vi et højt biosikringsniveau, og vi har en opgave i at hjælpe andre lande ned ad samme bane, både hvad gælder de fysiske sikringstiltag og forsvarlig forskning.

Biovidenskabelige fremskridt bidrager til at udvikle vores samfund. Vi er afhængige af ny viden og teknologi, der skal give os svar og løsninger på fremtidens udfordringer. Derfor skal videnskaben støttes, blot skal vi også være i stand til at beskytte den.

Kilder:

Anderson B.K. Major (1999) A profile of WMD Proliferants: Are there commonalities? USAF, study commissioned by the U.S. Joint Chiefs of Staff and the Defense Intelligence Agency (DIA)

Anderson J. et al. (2012) Engineering and ethical perspectives in synthetic biology, Science & Society, EMBO reports VOL 13 NO 7

Barenblatt D. (2004) A plague upon humanity: The hidden history of Japan's biological warfare program, Herper Perennial

Duncan B. (2010) Ethics and World Politics, Oxford University Press

Gould C. & Burger M. (2003) Secrets and lies: Wouter Basson and South Africa's chemical and biological warfare programme, Struik Publishers (Pty) Ltd.

Lentzos F. (2016) Biological Threats in the 21st Century, Imperial College Press

Lipsitch M. & Galvani AP. (2014) Ethical Alternatives to Experiments with Novel Potential Pandemic Pathogens, PLOS Medicine

MacIntyre C.R. Et al. (2020) Public awareness, acceptability and risk perception about infectious diseases dual-use research of concern: a cross-sectional survey, BMJ Open

Peters A. (2019) The global proliferation of high-containment biological laboratories: understanding the phenomenon and its implications, Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) 37(3):857-883

Rashid R. (2020) Training STEM Ph.D. Students to Deal with Moral Dilemmas, Science and Engineering Ethics

Salloch S. (2018) The dual use of research ethics committees: why professional self-governance falls short in preserving biosecurity, BMC medical ethics, 19:53

Schmidt M. et al. (2009) A priority paper for the societal and ethical aspects of synthetic biology, Systems and Synthetic Biology 3:3-7

Selgelid M.J. (2016) White Paper, Gain-of-Function Research: Ethical Analysis, Science and Engineering Ethics 22:923-964

Weinbaum et al. (2019): Ethics in Scientific Research: An examination of Ethical Principles and Emerging Topics, RAND Cooperation

FN's sikkerhedsrådsresolution 1540: [UN Security Council Resolution 1540 \(2004\)](#)

Geneveprotokollen 1925 – [Retsinformation](#)

Den biologiske våbenkonvention: [The Biological Weapons Convention](#)

OECD statistik (2017): [Statsmidler brugt på R&D](#)

Røde Kors: [Krigens regler – giftgas og biokemiske våben](#)

WHO: [Rapport om BSL 4 laboratorier \(2018\)](#)