



# Disruptive militære teknologier

Af Gary Schaub Jr.

# Indhold

Dette baggrundspapir er en del af Center for Militære Studiers forskningsbaserede myndighedsbetjening for Forsvarsministeriet og de politiske partier bag forsvarsforliget. Baggrundspapiret afdækker det nuværende militærteknologiske grundlag for Vestens dominans og beskriver USA's planer for at fastholde den. Desuden belyses fire nye teknologier, hvis militære anvendelse kan vende op og ned på den verdensorden, vi kender i dag.

Center for Militære Studier er et forskningscenter på Institut for Statskundskab på Københavns Universitet. På centret forskes der i sikkerheds- og forsvarspolitik samt militær strategi.

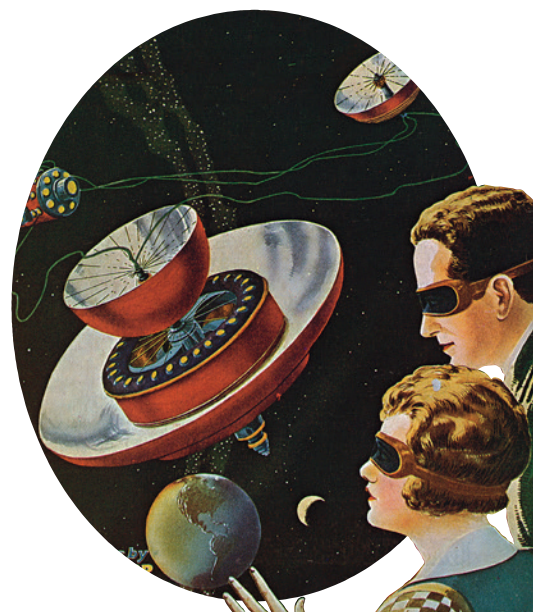
Forskningen danner grundlag for forskningsbaseret myndighedsbetjening af Forsvarsministeriet og de politiske partier bag forsvarsforliget.

Dette baggrundspapir er et analysearbejde baseret på forskningsmæssig metode. Baggrundspapirets konklusioner er ikke et udtryk for holdninger hos den danske regering, det danske forsvar eller andre myndigheder. Læs mere om centret og dets aktiviteter på: <http://cms.polsci.ku.dk/>.

Forfatter: Seniorforsker, ph.d. Gary Schaub Jr.

ISBN: 978-87-7393-840-9

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Indledning               | 03 |
| Det nuværende paradigme  | 04 |
| Udfordringen             | 06 |
| Udfordringen håndteres   | 08 |
| Hypersonisk fremdrift    | 10 |
| Kvanteberegning          | 12 |
| Kunstig intelligens      | 14 |
| Syntetisk biologi        | 17 |
| Konsekvenser for Danmark | 20 |





# Indledning

**Teknologisk overlegenhed** har i årtier været grundlaget for USA's position som verdens stærkeste militærmagt. I øjeblikket vækker udviklingen af nye teknologier bekymring i det amerikanske forsvar. USA's nationale forsvarsstrategi fra 2018 identificerer de potentielt mest betydningsfulde teknologier som kunstig intelligens, kvanteberegning, hypersonisk fremdrift og syntetisk biologi. Strategien understreger også, at især Kina og Ruslands udvikling af disse teknologier kan underminere USA's militære magt og dermed også den globale magtbalance og rammerne for international politik. Det amerikanske modsvar er en moderniseringsproces, som skal integrere teknologiske fremskridt hurtigere i det amerikanske forsvar. Foruden udvikling af ny militærteknologi skal modsvaret sikre USA's evne til at forudse nye disruptive teknologier, dvs. identificere, hvilke teknologier der i fremtiden kan revolutionere rammerne for krigsførelse.

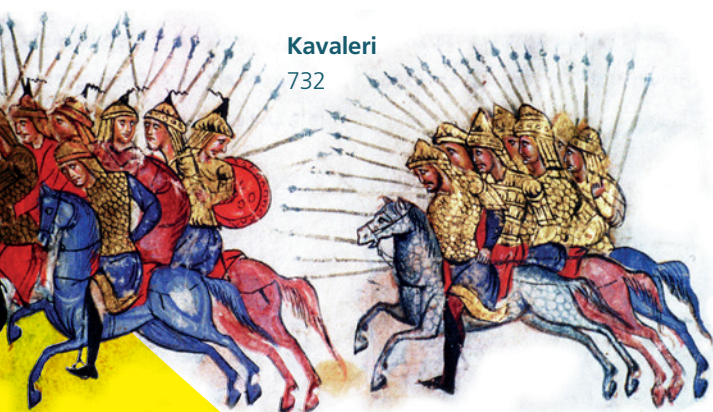
Disruption er et begreb, der typisk bliver brugt til at beskrive, hvordan nye teknologier undergraver en eksisterende branches forretningsmodeller. I en militær kontekst kan udvikling af nye teknologier ligeledes forandre krigens karakter fundamentalt og gøre eksisterende militærstrategi og avanceret militært udstyr utidssvarende.

Udviklingen inden for den militære teknologi – og den

efterfølgende politiske, økonomiske, samfundsmæssige og militære udnyttelse af disse fremskridt – har historisk set resulteret i en vestlig domineret verdensorden. Militærteknologiske revolutioner baseret på krudt og kanoner – og de efterfølgende konsekvenser for krigsførelse, politik, handel og samfundsstruktur – hævdes at have skabt betingelserne for fortsat global vestlig dominans. På lignende vis blev transport- og kommunikationshastigheden øget med jernbanen og telegraphen i midten af det 19. århundrede, hvilket f.eks. sikrede en hurtig sejr til Preussen i den fransk-preussiske krig (1870-71). Den atomare revolution dannede senere både grundlaget for USA's og Sovjetunionens supermagtsstatus og stabiliserede konkurrencen mellem dem under den kolde krig. Figur 1 (se næste side) viser disse og andre udviklinger, der er udløst af teknologisk betingede, militære disruptioner.

Dette baggrundspapir afdækker det nuværende militære grundlag for Vestens dominans og beskriver USA's planer for at fastholde den. Desuden belyses fire nye teknologier, hvis militære anvendelse kan vende op og ned på den verdensorden, vi kender i dag. Afslutningsvis gør vi i baggrundspapiret rede for de kort- og langsigtede virkninger, som disse nye teknologier kan få for strategisk tænkning, verdensordenen og for Danmark.

# Det nuværende paradigme



Kavaleri  
732



Infanteri  
1340



Artilleri  
1425

Befæstninger  
1500

Kanonbåde  
1600



Krudt &  
eksercits  
1600

Napoleons  
1800



Tog & telegrafer  
1860



**Figur 1 illustrerer** nogle af de revolutioner, hvor teknologiske landvindinger er blevet overført til slagmarken. Det gælder f.eks. den disciplinerede koordinering af infanteriild i det 17. århundrede og den industrielle udvikling, der gjorde det muligt at bevæbne styrker med masseproducerede våben i det 19. og 20. århundrede.

Ledet af USA har Vesten i de seneste 50 år udviklet og anvendt teknologier, der har gjort det muligt at angribe hurtigt og præcist. Mål kan i dag udpeges af sensorer, informationer distribueres via kommunikationssystemer og computere, hvilket gør det muligt at ramme dem med langtrækkende præcisionsvåben. Dette har gjort Vestens militær betydeligt mere effektivt, således at mål kan ødelægges med færre materielle, menneskelige og politiske omkostninger til følge end hidtil. Vestens evne til præcist at udpege, følge, angribe og vurdere ødelæggelsen af fjendtlige mål er kulminationen på en bevidst militærteknologisk strategi, der har haft til hensigt radikalt at forbedre de militære styrkers evne til at uskadeliggøre fjenden.<sup>1</sup>



Informationstidsalderens amerikansk ledede militærteknologiske revolution har erstattet masse med præcision: I dag kan ét smart våben erstatte de hundreder, der tidligere var nødvendige for at nedkæmpe udpegede mål. Fjernstyret ammunition, hvis præcision er uafhængig af rækkevidden, integreres i stigende grad i kampnetværk, der kan spore og udpege fjendtlige styrker som mål – og med minimal brug af våbenkraft stadig ødelægge målet. Det var den slags kapaciteter, der udgjorde den amerikanske strategi for at bekæmpe de talmæssigt overlegne, konventionelle sovjetiske styrker på den kolde krigs slagmark i Europa i 1980'erne. – Og som gjorde det let militært at besejre modstandere som Saddam Hussein i Irak, Slobodan Milosevics Serbien og Taliban i Afghanistan med historisk få militære tab. USA har delt disse kapaciteter med sine allierede, i særdeleshed NATO, hvorved de kunne samarbejde effektivt med amerikanske styrker og bidrage til at realisere Vestens sikkerhedsmål.

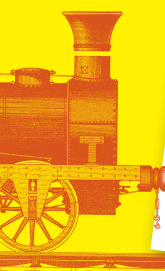
## Planlægning af en militær revolution

”På fremtidens slagmark bliver fjendtlige styrker næsten øjeblikkeligt lokaliseret, sporet og udpeget ved hjælp af dataforbindelser, datastyret efterretnings-evaluering og automatisk ildledning [...] Jeg er overbevist om, at det amerikanske folk forventer, at dette land udnytter sin teknologi til fulde – og bifalder en udvikling, der i videst muligt omfang erstatter mennesket med maskinen.”

*General William Westmoreland,  
stabschef i den amerikanske hær,  
13. juli 1970*

Imorgen

**Damp & metal**  
1890



**Mekanisering**  
1918



**Nuklear**  
1945

**Præcision**  
1990





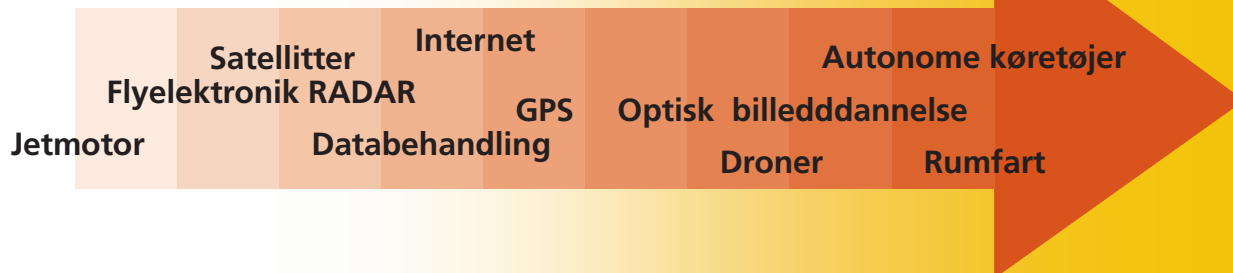
# Udfordringen

**Vestens kontrol over den teknologi**, der lå bag disse kapaciteter, var mulig, fordi den var udviklet af staten specifikt til militære formål. USA indså imidlertid hurtigt, at der var kommercielle muligheder i den informations- og telekommunikationsteknologi, man havde udviklet, og delte derfor teknologien med den private sektor. Det gælder blandt andet teknologier som GPS, satellitkommunikation og internettet, som har drevet verden ind i den postindustrielle tidsalder.

Den ovenfor nævnte udvikling indebærer dog risici. I takt med at forskningen og udviklingen af teknologi i stigende grad overlades til private aktører, forringes kontrollen med den. Det giver blandt andet fjendtlige stater og

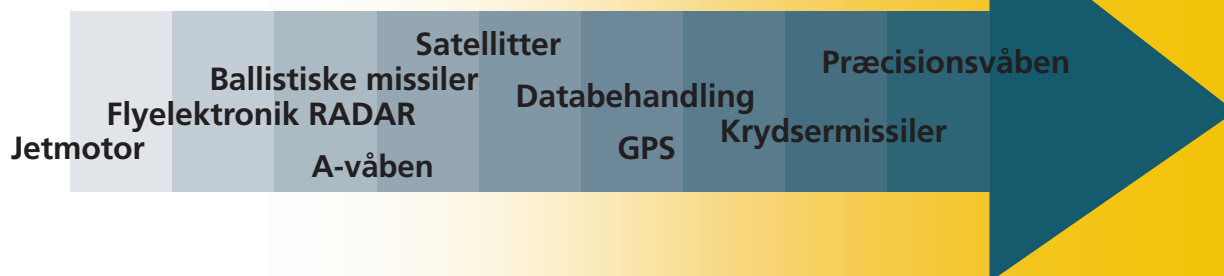
ikke-statslige aktører mulighed for at udvikle egne rekognoscerings- og angrebskapaciteter på baggrund af vestlig teknologi. Det gør igen slagmarken mere farlig for vestlige styrker. Samtidig underminerer den teknologiske spredning Vestens militære overlegenhed og dermed afskrækkelse. At håndtere de risici, som udviklingen medfører, udgør følgelig en stadigt vigtigere del af USA's forsvarspolitik.

## fra stat til privat



## Eksempler på spredning af militær teknologi

## fra USA til andre



# Udfordringen håndteres



**For ikke at tabe terræn** i det militærteknologiske kredsløb forfølger USA en tredelt innovationsstrategi, der skal: 1) forbedre nuværende militære kapaciteter, 2) styrke og accelerere integrationen af nye teknologier i militæret, og 3) skærpe evnen til at forudse teknologier, der kan disrupte grundlaget for nutidens militærstrategiske tænkning, og som fundamentalt kan ændre militære konflikters karakter.

Et slagkraftigt forsvar kræver militære styrker, der kan afskrække og beskytte, og som kan besejre modstanders rekognoscerings- og angrebsenheder. Den amerikanske "Third Offset"-strategi har til formål at flytte vestlige militære styrker, men ikke deres kampkraft, væk fra modstanders rækkevidde. Strategien omfatter lavsignatur<sup>2</sup>-bemandende og -ubemandede (fjernbetjente) køretøjer, fly og skibe. Disse er (på landjorden, på havet, under havet og i luften) udstyret med avancerede sensorer og våbensystemer integreret

i et kommunikationsnetværk, der skal give alle enheder et opdateret og tidstro billede. De tilfører 'masse' til slagmarken i kraft af en stor mængde relativt billige, autonome enheder, der kan angribe ved hjælp af swarming (se tekstboks). Samtidig øges brugen af cyberredskaber og elektronisk krigsførelse for at uskadeliggøre modstanders kommando- og kontrolstruktur.

Denne strategiske tilgang bygger på en antagelse om, at præcisionsangrebsmodellen et stykke ud i fremtiden stadig vil være den mest avancerede. – Og indsatsen handler om at fremtidssikre modellen mest muligt ved at accelerere integrationen af nye teknologier i det eksisterende forsvaret – som f.eks. netop autonome systemer – eftersom de modnes og forbedres.

En samtidig amerikansk indsats handler om at gøre sig klar til at erstatte præcisionsangrebsmodellen. Denne indsats

# Swarming<sup>3</sup> (bogstaveligt: "at sværme")

er en kollektiv adfærd, hvor enkeltstående enheder, eksempelvis droner eller mindre militære enheder, automatisk koordinerer deres indsats, så de danner én samlet, organiseret helhed. Udtrykket er taget fra insekter, som intuitivt samles i store sværme, der kan angribe eller forsvare sig. Swarming kan opstå ved, at enkeltstående enheder eller systemer opererer efter samme simple regler, der fører til én kompleks samlet adfærd, der giver nye evner. Swarming kan også opstå igennem vidensdeling blandt de individuelle enheder om mål, kapacitet og uforudsete forhold. Vidensdelingen giver sværmens enheder en høj grad af situationsfornemmelse og dermed basis for hurtigt at tilpasse enhedernes dømmekraft i et foranderligt miljø. Paul Scharre definerer en intelligent robotic swarm som "[...] et netværk af ubemandede fartøjer, der selvstændigt koordinerer deres handlinger for at udføre en opgave under en vis grad af menneskelig retningsanvisning."

*Til vinterolympiaden i Pyeongchang i 2018 blev drone-swarming demonstreret med flot effekt.*



både afventer og undersøger teknologier, der kan disrupte den nuværende model. Af USA's nationale forsvarsstrategi 2018 fremgår det, at blandt de teknologier, der skaber mest bekymring hos amerikanske ledere, er hypersonisk fremdrift, kunstig intelligens (AI), kvanteberegning og syntetisk biologi.<sup>4</sup> Enkelte af disse kan måske gradvist erstatte nutidig teknologi – som dengang infanteri udstyret med langbuer gradvist fortrængte kavaleriets dominerende rolle i det 12. århundrede – mens andre vil kunne eliminere den fuldstændigt.

Det er særligt Rusland og Kina, der identificeres som en trussel for USA på det militærteknologiske område. Udbredelsen af våben baseret på teknologierne nævnt ovenfor vil variere afhængigt af pris og af forskellige aktørers evne til at tilpasse og anvende dem. Billige, nemme og pålidelige teknologier vil – ligesom AK-47-riflen – brede sig hurtigere til flere aktører end dyre, komplekse og forfinede teknologier.

Afhængigt af hvordan disse nye teknologier inkorporeres i nye våbensystemer, vil de kunne underminere den nuværende præcisionsangrebsmodel. Det kan ske på flere forskellige måder. Hastigheden og angrebsrækkevidden for missiler og fly kan øges, slagmarken kan blive oversvømmet med droner, og kommunikationskanaler kan kompromitteres på nye måder. Endvidere kan nye teknologier gøre en krise mere ustabil ved at forøge incitamenterne til at slå først ('first strike'), påvirke reaktionstider hos beslutningstagere og forøge uvisheden.

De følgende afsnit diskuterer disse teknologier og deres potentiale for:

- 1) at disrupte præcisionsangrebsmodellen,
- 2) krisestabilitet og
- 3) langsigtet militær, politisk, samfundsmæssig og økonomisk udvikling, hvis relevant.

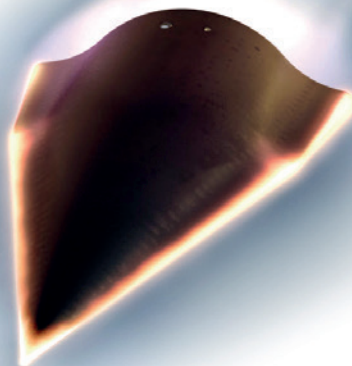
# Hypersonisk fremdrift

**Fly eller missiler**, der bevæger sig med 5-25 gange lydens hastighed beskrives som hypersoniske. Hypersoniske teknologier gør det muligt at angribe mål fra sikker afstand så hurtigt, at våbnene ikke kan standses af eksisterende luft- og missilforsvar. I lighed med krydsermissiler kan hypersoniske våben derudover flyve lavt kort tid efter affyring og manøvrere i angrebsfasen, hvilket gør dem vanskelige at spore og forsvare sig imod.

USA, Kina og Rusland er ledende aktører inden for hypersonisk teknologi. USA's tidligere forsvarsminister James Mattis pegede på hypersonisk teknologi som "vores første prioritet". Pentagon<sup>5</sup> har fordoblet forsknings- og udviklingsbudgettet til hypersonisk teknologi i 2019 til 150 mio. dollars. Præsident Putin reklamerede for russiske hypersoniske missiler – med tilhørende video – i sin tale til Dumaen om nationens tilstand i 2018. Rusland kan muligvis, som Kina, opstille operative hypersoniske våben inden 2020.

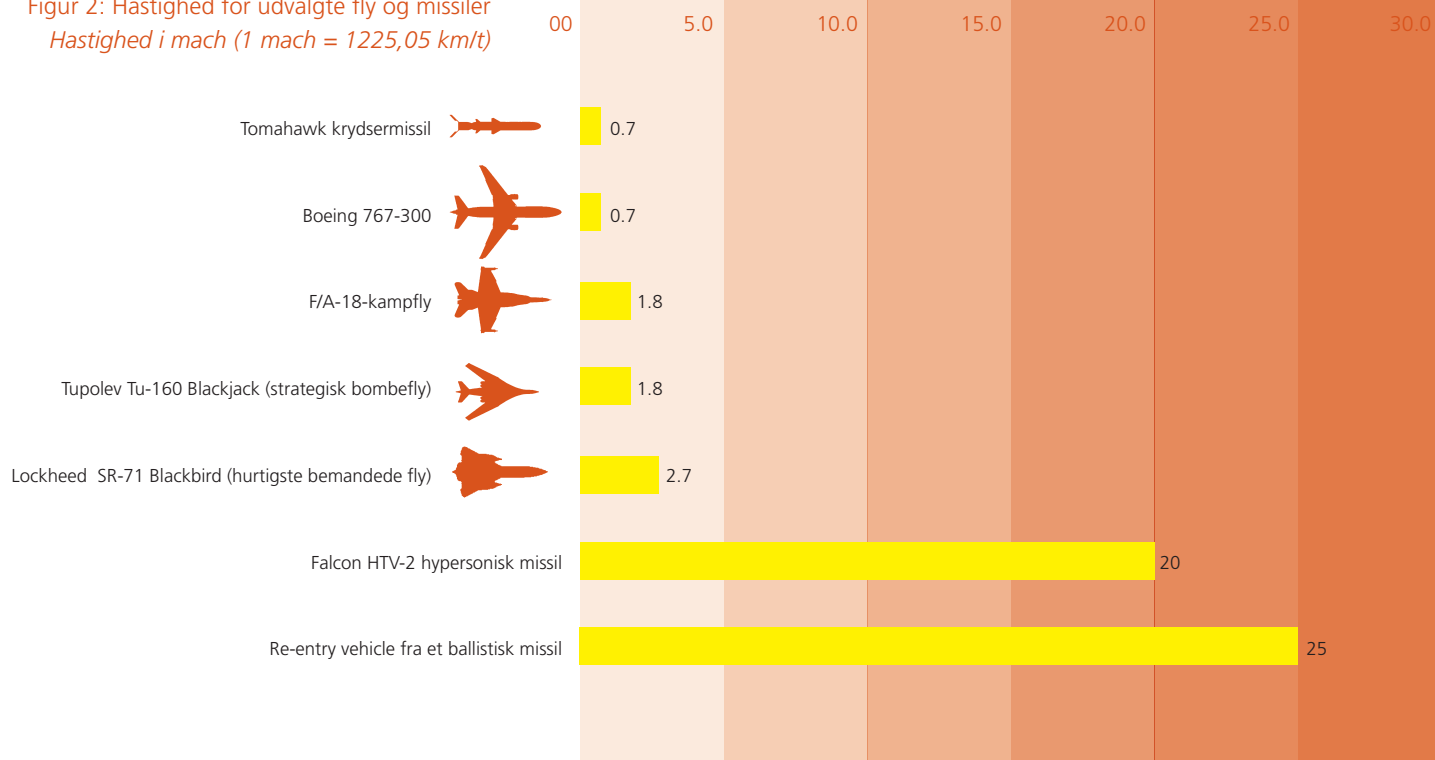
Som de næste har Frankrig og Indien afsat betydelige midler til forskning inden for denne teknologi – og har samarbejdet herom med Rusland. Australien, Japan og EU har også igangsat forskningsprogrammer. Lande som Brasilien, Canada, Israel, Iran, Pakistan, Singapore, Sydkorea og Taiwan søger ligeledes at udvikle hypersonisk teknologi. Til trods herfor vurderer en RAND-rapport fra 2017, at hypersoniske våben "nok ikke" vil "blive anvendt i nævneværdigt omfang i det næste årti, og at udbredelsen til mindre lande vil ske endnu senere".<sup>6</sup>

Sikkerhedspolitisk er krisestabilitet et væsentligt element. Krisestabilitet mellem to parter opnås, når incitamentet til at slå først ('first-strike') er lavt, og når beslutningstagerne ikke er under et tidspres, der gør det svært at træffe velovervejede beslutninger. Hypersoniske våben bevæger sig for hurtigt til, at eksisterende forsvarssystemer kan reagere effektivt, hvilket gør det muligt at gennembryde modstanderens forsvar. Derfor vil hypersoniske våben kunne anvendes til overraskelsesangreb, afkorte beslutningsprocessen og øge tilskyndelsen til at gennemføre forebyggende angreb. Kort sagt favoriserer de den angribende part. Dermed kan de destabilisere forventningen om gensidig afskrækkelse – hvad enten den er konventionelt eller atomart baseret.





Figur 2: Hastighed for udvalgte fly og missiler  
Hastighed i mach (1 mach = 1225,05 km/t)



# Kvante**beregning**

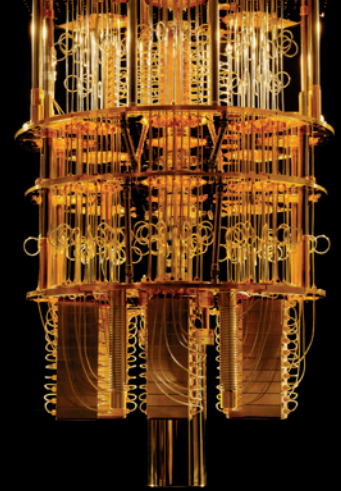
**Kvantecomputere eksisterer ikke** endnu, men vil sandsynligvis blive udviklet inden for 10-20 år. Kvanteberegning anvender andre beregningsmetoder end eksisterende computere, der eksponentielt vil forøge deres regnekraft, hvilket kan gøre 'ubrydelig' kryptering utidssvarende. Desuden kan kvantesensorer gøre stealth-teknologi forældet.

Det vil kræve tid og stor intellektuel og økonomisk kapital at konfigurere og udvikle kvantecomputere – og her er nationalstater ikke de primære aktører. Virksomheder som Google, IBM og Intel har alle "udviklingsprogrammer, der forsøger at bygge brugbare kvantecomputere".<sup>7</sup> USA og Kina bruger dog ca. 220 mio. dollars årligt på kvanteinformationsvidenskab, Storbritannien ca. 100 mio. dollars, og The European Quantum Technologies Flagship Programme investerer 100 mio. dollars årligt i kommerciel kvanteteknologi. Endvidere udvikles der standarder for "kvantesikrede kryptografiske [...] algoritmer"<sup>8</sup> af regeringer, EU samt af FN's internationale telekommunikations-union. Det er imidlertid en begrænset type problemer, der kræver en kvantecomputers regnekraft. Det indskrænker den kommercielle udnyttelse, og udbredelsen af kvantecomputere vil derfor sandsynligvis i en længere periode være begrænset til større aktører.

Uden effektive modforanstaltninger kan kvanteberegning skabe disruption i selve informations- og kommunikationskernen i præcisionsangrebsmodellen: Systemerne kan kompromitteres, og data læses, stjæles eller ændres på et hvilket som helst tidspunkt, fra en sensor har udpeget et mål, til et våben affyres.

Et andet område med stort potentiale er kvantesensorer, der kan 'spore' udsendte partikler eller bølger og genkende dem, når de rammer noget. Det gælder, selv hvis partiklerne ikke 'returneres' til sensoren, ligesom en radar og en sonar fungerer. Kvantesensorer kan dermed sætte stealth-teknologien, som netop bygger på en reduktion af sensoremisioner, der kastes tilbage til kilden, ud af spil. Derved kan kvantecomputere disrupte to centrale aspekter ved præcisionsangrebsmodellen.

Kvanteberegning kan potentielt overtage eller sætte informations- og kommunikationsnetværk ud af funktion og dermed gøre modstandere 'blinde' og deres systemer gennemsigtige. Denne 'blindhed' kan læses som et varsel om et angreb og dermed reducere krisestabiliteten. På den anden side kan gennemsigtighed betyde klarere vurdering af hensigt og militære evner og dermed øge krisestabiliteten.



# Kvantecomputere

IBM lancerede i november 2017 prototypen IBM Q50 (afbilledet til venstre), som er et af de hidtil mest avancerede bud på en kvantecomputer. IBM skelner grundlæggende mellem tre forskellige typer af kvantecomputere:



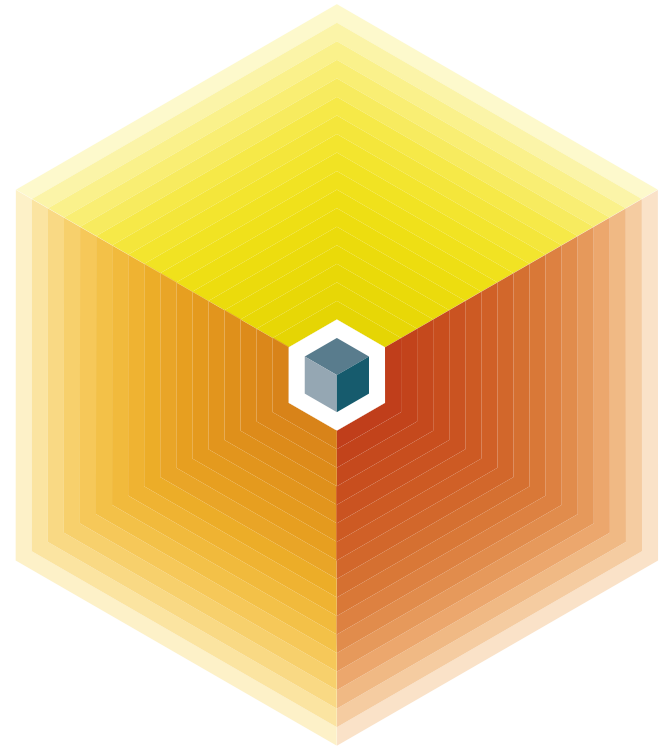
## Kvantecomputer baseret på annealing

Den mest simple type computer baseret på kvanteberegning. Den er relativt let at bygge, men kan kun løse et specifikt problem (optimering), og dens anvendelsesområde er derfor begrænset. Der findes allerede i dag eksempler på denne type kvantecomputer, men der er inden for videnskaben enighed om, at denne ikke overgår specialiserede konventionelle supercomputere i regnekraft.



## Analog kvantecomputer

Det mest sandsynlige bud på en kvantecomputer, som vil være den første til for alvor at være eksisterende konventionelle supercomputere overlegen med hensyn til regnekraft. Den vil indeholde 50-100 kvantebit og vil have et bredere anvendelsespotentiale end computere baseret på kvanteannealing. Kan være udviklet inden for fem år.



## Universel kvantecomputer

Den mest kraftige type computer baseret på kvanteberegning, men også den vanskeligste at bygge. Med mere end 100.000 kvantebits har den potentiale til at blive eksponentielt hurtigere end konventionelle supercomputere og den vil kunne anvendes bredt, eksempelvis til at bryde avancerede krypteringer og sætte avancerede militære teknologier, såsom stealth, ud af spil. Der er endnu lang vej til, at denne type kvantecomputer er udviklet.

# Kunstig intelligens

**Lovgivning præsenteret for** den amerikanske kongres i 2018 definerer kunstig intelligens (AI) som "ethvert kunstigt system, der udfører opgaver under varierende og uforudsigelige omstændigheder uden væsentligt menneskeligt opsyn, eller som er i stand til at lære af egne erfaringer og forbedre sin præstation ... [AI] kan løse opgaver, der kræver menneskelignende indsigt, erkendelse, planlægning, indlæring, kommunikation eller fysisk handling."<sup>9</sup> AI er en mulighedsskabende teknologi ligesom elektricitet. Teknologien kan anvendes inden for mange områder og som løsning på mange forskellige problemer. Generel "kunstig intelligens" findes ikke endnu, mens fokuserede og mindre selvlærende applikationer til at løse specifikke opgaver kan få væsentlig betydning for international sikkerhedspolitik.

Som vist i figur 3 investeres der mest i AI-området af USA, Japan og Kina. Den private sektor udfører langt størstedelen af AI-forskningen i USA og Japan, mens det i Kina er statsejede universiteter, der står for forskningen. Kinesisk forskning er udvidet betydeligt, og den kinesiske regering har offentliggjort en strategi om at være førende inden for AI i 2030. Selv om Rusland agter at følge trop, og Vladimir Putin i august 2017 proklamerede, at "den, der bliver førende inden for dette felt, kommer til at beherske verden", er det mindre sandsynligt, at det bliver Rusland.<sup>10</sup> Den russiske regerings investering i AI vurderes til at udgøre 12,5 mio. dollars.

Udviklingen af AI kræver betydelig regnekraft og it-viden. Derfor er det sandsynligt, at meget få nationer selv vil kunne udvikle væsentlig AI-kapacitet. AI er software, så når det er udviklet, kan det med lethed overføres til anden brug. Inkorporering i militære systemer er noget helt andet. Kun få vil besidde den nødvendige tekniske viden til



effektiv AI-integration, men teknologien vil få stor udbredelse, når den først bliver integreret i standardvarer. Vi kan forvente, at AI-teknologi med civile applikationer, som kan købes på markedet, vil vinde større og hurtigere udbredelse end rene militære applikationer, men at de civile applikationer vil blive tilpasset militære formål.

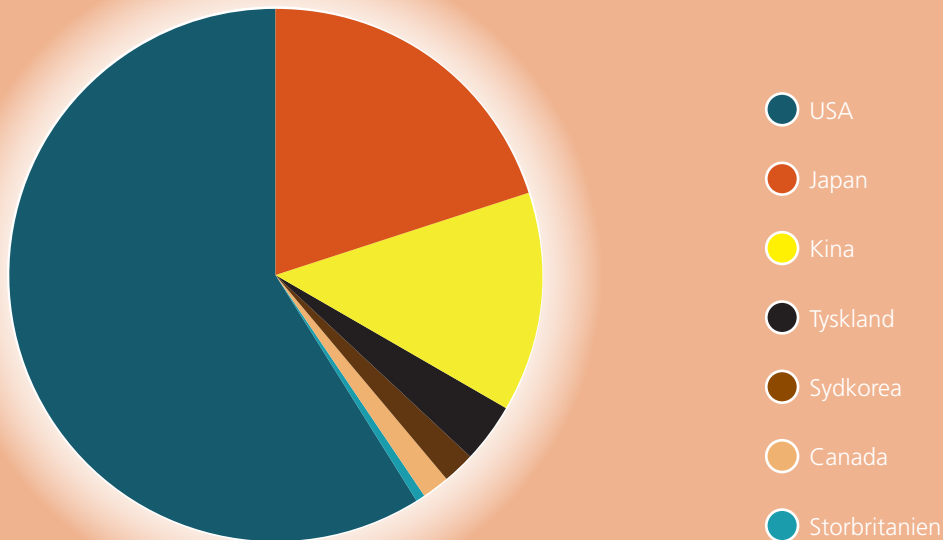
AI vil i første omgang kunne skabe disruption i præcisionsangrebsmodellen ved at tilføje slagmarken 'masse' – især hvor risici for tab af menneskeliv begrænser operationerne. Hvor højtuddannede soldater eller kostbart militært udstyr nu er nødvendigt for at gennemføre specifikke og afgrænsede angreb på fjendtlige mål, kan sværme af billige AI-drevne droner ændre operationernes karakter. Et stort antal minidroner medbringende få gram plastisk sprængstof vil med sofistikerede målsøgnings-algoritmer f.eks. kunne genkende og ramme et enkeltindivid i form af 'smarte kugler' frem for 'smarte bomber'.



De bredere sikkerhedspolitiske konsekvenser af AI kan dog vise sig omfattende.

For det første har AI potentiale til at accelerere hastigheden i beslutningsprocesser og radikalt reducere den tid, der er til rådighed for beslutningstagere – og således øge incitamentet til automatisk respons. Selv hvis et menneske forbliver 'i kredsløbet' og tager den endelige beslutning, vil AI på dramatisk vis øge interaktionshastigheden – herunder i militære operationer. Lynkrige – 'Flash wars' – iværksat og udkæmpet af AI-algoritmer er en nærliggende mulighed. Elon Musk og 114 andre fremtrædende ledere af teknologivirksomheder, herunder to danskere (Esben Østergaard og Søren Tranberg Hansen), har således i et åbent brev til FN advaret om, at AI "muliggør udkæmpelse af væbnet konflikt i en større skala end nogensinde, og med en hastighed, der overgår den menneskelige fatteevne."<sup>12</sup>

For det andet er AI ikke en forudsigelig teknologi. Ligesom tilfældet er med menneskelige soldater, kan dens

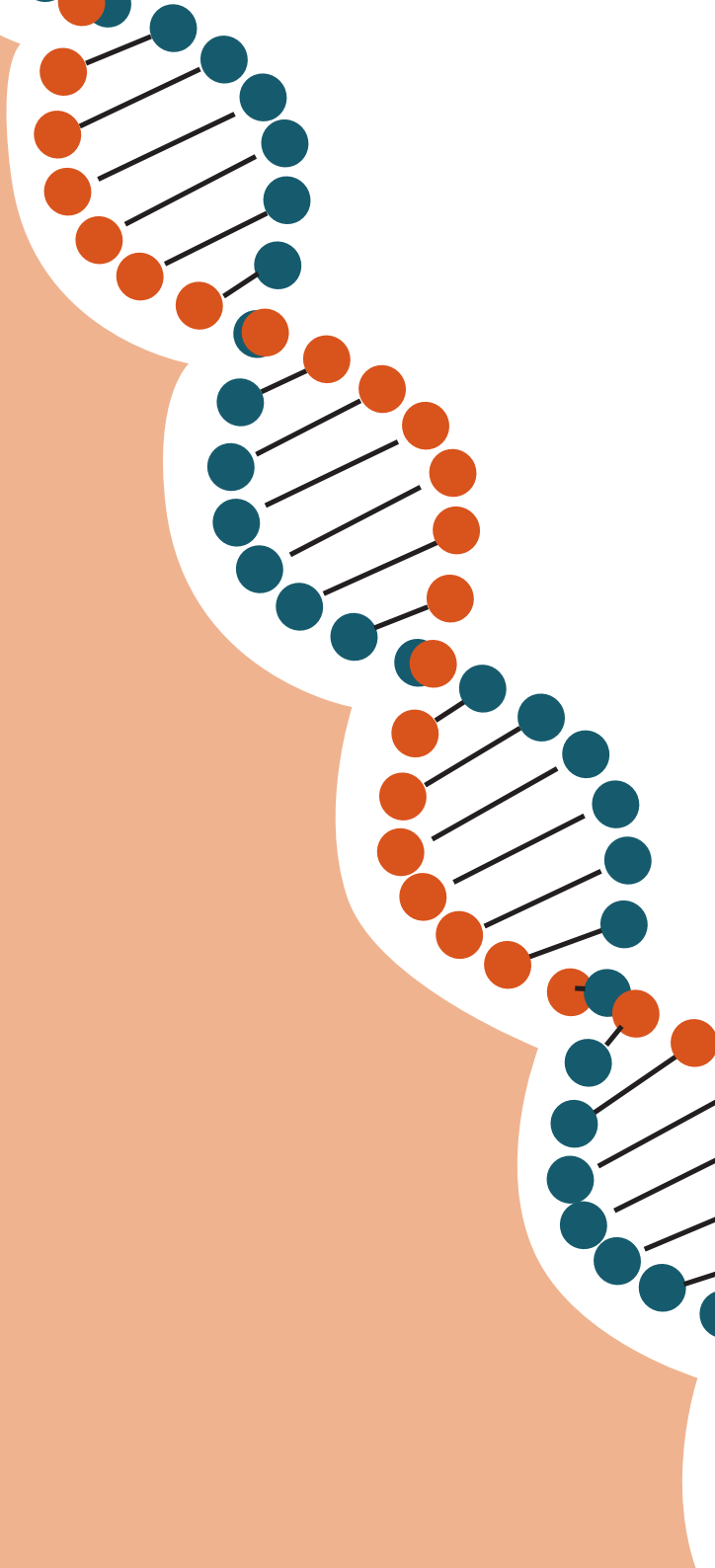


Figur 3 : AI-patenter pr. land 2000-2016<sup>11</sup>

færdigheder, kompetencer, kvalitet og effektivitet variere meget. Potentialet forbliver ukendt, indtil teknologien tages i brug. Dette vil lægge en dæmper på de synlige aspekter af et eventuelt AI-våbenkapløb, og det kan potentielt lede til spekulative worst case-scenarier om modstanderens evner. Det kan bidrage til at undergrave eller modvirke tillidsskabende foranstaltninger, som er vigtige i forbindelse med nedrustning og våbenkontrolaftaler

For det tredje kan udskiftningen af mennesker med AI gøre militære platforme mindre, hurtigere og mere manøvredegytge. Hvis man i øget omfang erstatter maskiner med mennesker, sænker det de politiske omkostninger ved brug af militær magt. AI-teknologi kan dermed få beslutningen om at bruge militær magt til at se mere attraktiv ud.

Ud over det potentielt radikale militære potentiale kan AI skabe disruption i økonomiske, samfundsmæssige og politiske relationer i og imellem stater. Økonomiske prognoser indikerer, at integration af AI i avancerede økonomier vil kunne generere 14-33 billioner dollars mod slutningen af 2020'erne og måske øge det globale BNP med op til 14 %. En rapport udarbejdet af det Hvide Hus vurderer, at "9 til 47 %" af alle amerikanske job vil være truet af AI "i løbet af de næste par årtier". Rapporten beskriver politiske tiltag, der kræves for at tilpasse arbejdsstyrken, lette omstillingen og minimere skadevirkninger, herunder socialt og politisk.<sup>13</sup> Andre økonomier og samfund vil ligeledes skulle tilpasse sig internt og eksternt, i takt med at ændringerne påvirker den globale produktion og globale forsyningskæder. I allerbredeste og filosofiske forstand har f.eks. Henry Kissinger advaret om, at den læringsproces, der udgør grundlaget for, hvordan AI fungerer, kan ændre selve idéen om menneskelig tankegang fra forklaring til mønstergenkendelse. Derved bliver etik til databehandling, og erkendelse skal findes i et svar fra en maskine.<sup>14</sup>



# Syntetisk biologi

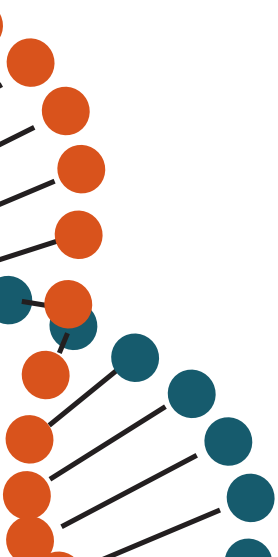
**Syntetisk biologi refererer** til værktøjer, der kan modificere eller skabe biologiske organismer. Syntetisk biologi overfører en ingeniørlogik- og metode til biologiske materialer og forsøger at standardisere og modulere DNA-sekvenser for hurtigt og nemt at kunne samle dem på nye måder – ligesom LEGO. "DNA er det nye silicium", udtalte chefredaktøren for det første nummer af Synthetic Biology, branchens faglige tidsskrift. Som tilfældet var med silicium-baserede computerchips, kan syntetisk biologi på lang sigt påvirke industri, økonomi, samfund, politik, krigsførelse og den internationale magtbalance.

På kortere sigt er det bekymrende, at teknikker, der udspringer fra syntetisk biologi, kan gøre det muligt for fjendtligsindede aktører at "genskabe farlige vira fra bunden, gøre skadelige bakterier mere dødbringende samt modificere almindelige mikrober, så de frigiver dødbringende toksiner, når de kommer ind i kroppen"<sup>15</sup>. Som det amerikanske National Academies of Sciences, Engineering,

and Medicine udtrykker det: "Syntetisk biologi udvider mulighederne for at skabe nye våben. Hermed udvides også rækken af mulige aktører, der kan udvikle dem, og den krævede tid reduceres."<sup>16</sup>

USA er ledende inden for forskning i og udvikling af syntetisk biologi via investeringer fra både offentlig og privat sektor. I lighed med computere vil potentielle kommercielle anvendelsesmuligheder på tværs af de fleste økonomiske sektorer bevirke, at prisen vil falde, og anvendeligheden stige. Dermed kan teknologien i princippet spredes ud til individer, der kan downloade designs til at skabe deres egne organismer eller stoffer.

Syntetisk biologi kan i første omgang gøre det muligt for fjendtlige aktører at overvinde mange af de barrierer, der er forbundet med at få adgang til og anvende biologiske våben. Desuden kan en spredning af teknologien betyde, at enkeltindivider eller små grupper hurtigt kan samle deres biologiske våben på stedet for deres anvendelse. En sådan



udvikling ville ikke skabe disruption i præcisionsangrebsmodellen som sådan, men fungere parallelt med den.

Det er vanskeligt at skelne mellem biologiske kampstoffer og udbrud af smitsomme sygdomme, og med organismer designet til lejligheden kan det blive yderligere vanskeliggjort at påvise, hvem der er ansvarlig. Selv om sygdomsspredning sker relativt langsomt, kan det potentielle omfang af et angreb med biologiske stoffer skabe stor panik hos både myndigheder og befolkning.

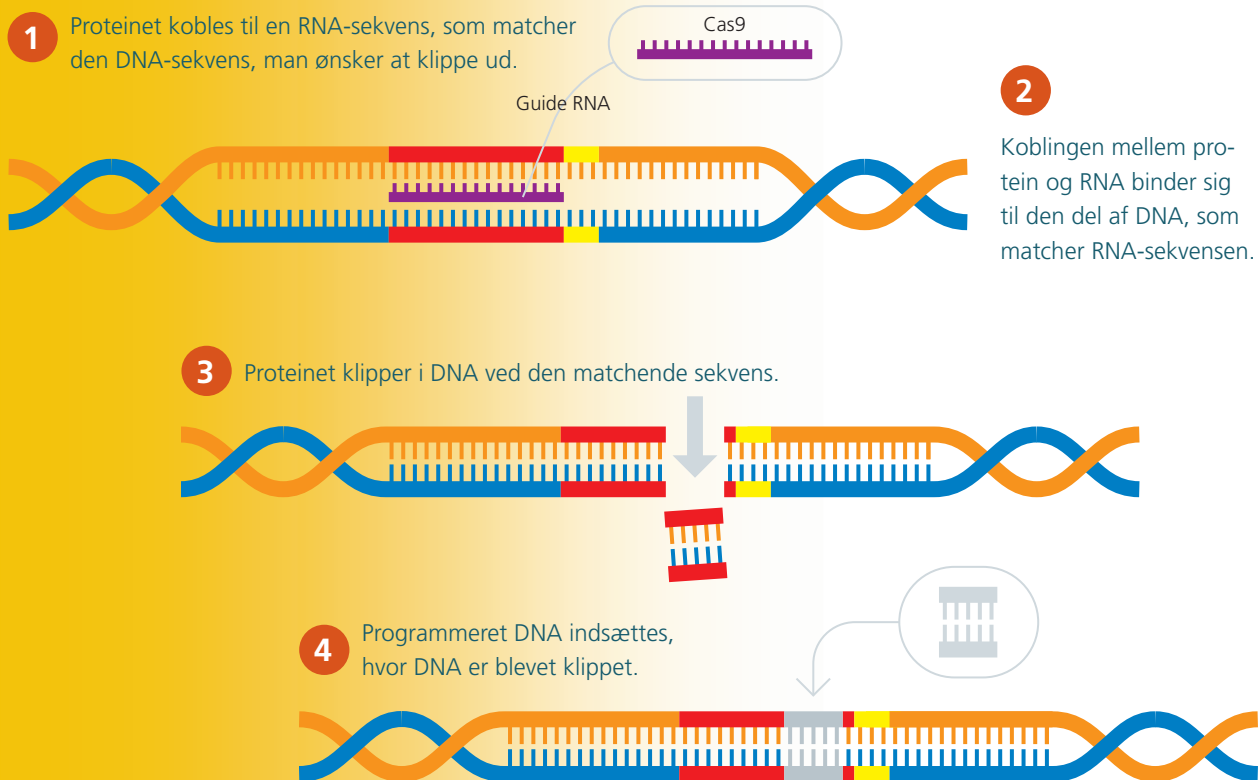
Den traditionelle tænkning om bioforsvar og biosikkerhed fokuserer på at opbygge samfundsmæssig modstandskraft mod naturlige sygdomsudbrud eller brug af biologiske kampstoffer samt en bedre evne til at forstå, forhindre, detektere og reagere på hændelser inden for rammerne af det traditionelle civilforsvar og det offentlige sundhedsvæsen. Men syntetisk biologi skaber også andre udfordringer. Teknologien vil kunne bruges til at ændre

soldaters fysiske formåen på måder, der kan give afgørende fordele på slagmarken.

Uden for slagmarken dyrker forskere allerede nu bakterier til at producere gummi, biobrændsel og bioplastik, med potentielt revolutionerende industrielt potentiale. Ændringer i landbrugsproduktion og genetisk manipulation af husdyr kan øge verdens fødevareproduktion ved at designe afgrøder og dyr, der kan overleve i regioner, der hidtil har været umulige at opdyrke. Syntetisk biologi kan også gavne rige nationer og individer gennem nye behandlingsformer, der kan forlænge deres liv og forbedre deres ydeevne – mentalt som fysisk – mens fattigere nationer og individer vil klare sig dårligere uden mulighed for behandling. Den slags sundhedsmæssige og socioøkonomiske forandringer kan betyde omfattende politiske, økonomiske og militære forandringer på linje med dem, der fulgte af renæssancen.



# CRISPR-teknologien



En central teknologi inden for syntetisk biologi er den såkaldte CRISPR-teknologi. CRISPR er en metode, som gør det muligt at modificere DNA i alle tænkelige organismer både billigere og mere præcist end eksisterende teknologier.

CRISPR-Cas9 et protein, som findes i bakterier til at beskytte mod genetiske fremmedlegemer. I et laboratorium kan man udnytte denne egenskab til at klippe et specifikt sted i en organismes DNA for derefter at indsætte et stykke programmeret DNA.

CRISPR-teknologien anvendes allerede nu til genmodificering af afgrøder og har på længere sigt potentiale til eksempelvis at udbedre genetiske fejl hos fostre. Forsøg med menneskelige fostre er kontroversielt, men i 2015 offentliggjorde et hold kinesiske forskere ikke desto mindre, at de som de første i verden havde ændret på generne hos et foster i dets tidligste udviklingsfase.

# Konsekvenser for Danmark

**Den tilbagevendte stormagtskonkurrence** har øget USA's bekymring for, om det teknologiske grundlag for vestlig strategi er under fundamental udfordring fra magter som f.eks. Rusland og Kina. Landenes voksende evne til både at matche og imødegå præcisionsangrebsmodellens tidligere overlegenhed udfordrer Vestens evne til at afskrække, forsvare sig imod – og i sidste ende nedkæmpe trusler mod den liberale verdensorden. Også dansk sikkerhed beror på vestlig overlegenhed, og udfordringerne bør derfor også interessere danske beslutningstagere. Nye og bedre kapaciteter hos potentielle modstandere har konsekvenser for, hvordan Danmark – bredt set – skal tænke sin rolle og sine bidrag – økonomisk, forskningsmæssigt, diplomatisk og militært – i en forstærket global stormagtskonkurrence.

På kort sigt kan udviklingen af potentielt disruptionsskabende teknologier kræve nye, andre eller flere ressourcer. USA, Rusland og Kina er i gang med at udvikle våben, der benytter hypersonisk fremdriftsteknologi, som yderligere kan forbedre muligheden for præcisionsangreb med stor rækkevidde – og potentielt forringe muligheden for at forsvare sig imod dem, afkorte beslutningsprocesser samt øge værdien af first strike. Disse våben vil gøre kriser mere ustabile og øge sandsynligheden for, at konflikter eskaleres.

På langt sigt er der måske større forandringer på vej.

Teknologi, der anvender kvantemekanik, kan sætte sofistikeret datasikkerhed ud af spil og gøre den nuværende stealthteknologi forældet. Udbredelse af AI kan få stor indflydelse på politik og økonomi, og på slagmarken kan AI endda fjerne behovet for menneskelig mellemkomst i beslutninger om liv og død. Endelig kan syntetisk biologi gøre enkeltindivider i stand til at udvikle nye dødelige patogener, ændre produktion, landbrug og menneskelige livsbetingelser. Hver af disse teknologier udforskes ihærdigt i den private sektor, og det er sandsynligt, at de vil spredes vidt og bredt, når de bliver kommercialiserede.

Den fremtidige globale magtbalance vil udvikle sig i en konkurrence på tværs af disse – og sikkert en række andre – teknologier. Hvordan disse teknologier udvikler sig og bliver anvendt, og af hvem – både militært og civilt – vil have afgørende betydning for små stater som også Danmark. Både modstandere og allierede ser sig selv i et forstærket teknologisk kapløb, hvor det er svært at se målstregen. Derfor bør Danmark yderligere – og ikke kun med et militærteknologisk udgangspunkt – styrke sin overvågning af den teknologiske udvikling og blandt andet overveje nicheinvesteringer, i forhold til hvad de kan have af politiske, økonomiske, samfundsmæssige og strategiske konsekvenser.

August

WRNY  
STATION

25 Cents

# AMAZING STORIES

HUGO GERNSBACH  
EDITOR

AMAZING STORIES — SCIENTIFIC FICTION



Stories by  
**H.G. WELLS**  
**A. HYATT VERRILL**  
**JULIAN HUXLEY**

# Noter

- 1 *Testimony of General William Westmoreland, S11104* (Washington: Congress of the United States, 13 July 1970).
- 2 *Lavsignatur betyder, at køretøjer, skibe eller fly er vanskelige at detektere med radar eller elektrooptiske systemer og således kan bevæge sig tættere på modstanderen uden at blive opdaget.*
- 3 Paul Scharre, "Robotics on Battlefield Part II: The Coming Swarm" (Washington: Center for New American Security, oktober 2014), 28-29. Paul Scharre er seniorforsker og leder af program for teknologi og national sikkerhed ved Center for a New American Security. I 2008-2013 var han ansat i USA's Forsvarsministerium og spillede en ledende rolle i formuleringen af amerikansk politik om autonome våbensystemer.
- 4 *Summary of the 2018 National Defense Strategy of the United States of America: Sharpening the American Military's Competitive Edge*" (Washington: Department of Defense, February 2018).
- 5 James Mattis, "Testimony before the Senate Armed Services Committee on the Department of Defense Budget Posture, 26 April 2018," (26. april 2018):  
<https://www.armed-services.senate.gov/hearings/18-04-26-department-of-defense-budget-posture>.
- 6 Richard H. Speier, George Nacouzi, Carrie A. Lee, and Richard M. Moore, "Hypersonic Missile Nonproliferation: Hindering the Spread of a New Class of Weapons" (Santa Monica: The RAND Corporation, 2017), 10.
- 7 Will Hurd, "Quantum Computing is the Next Big Security Risk," *Wired* (7 December 2017):  
<https://www.wired.com/story/quantum-computing-is-the-next-big-security-risk/>.
- 8 Patricia Moloney Figliola, "Federal Quantum Information Science: An Overview," *In Focus* (Washington: Congressional Research Service, 2 July 2018).
- 9 Daniel S. Hoadley and Nathan J. Lucas, "Artificial Intelligence and National Security" (Washington: Congressional Research Service, 26 April 2018), 1.
- 10 *Ibid.*
- 11 Data fra Fujii Hidemichi and Managi Shunsuke, "Trends and Priority Shifts in Artificial Intelligence Technology Invention: A global patent analysis," *RIETI Discussion Paper 17-E-066* (Tokyo: The Research Institute of Economy, Trade and Industry, 2017), 28, Tabel 3: <https://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17050002.html>
- 12 "An Open Letter to the United Nations Convention on Certain Conventional Weapons," (20 August 2017):  
<https://www.cse.unsw.edu.au/~tw/ciair/open.pdf>.
- 13 Executive Office of the President, *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy* (Washington: Executive Office of the President, December 2016), page 2.
- 14 Henry A. Kissinger, "How the Enlightenment Ends," *The Atlantic* (June 2018).
- 15 Ian Sample, "Synthetic Biology Raises Risk of New Bioweapons, US Report Warns," *The Guardian* (19 June 2018):  
<https://www.theguardian.com/science/2018/jun/19/urgent-need-to-prepare-for-manmade-virus-attacks-says-us-government-report>
- 16 *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Biodefense in the Age of Synthetic Biology* (Washington: The National Academies Press, 2018), 4.

# Billedkilder

*Forside: An X-51A Waverider successfully launched from the left wing of a B-52 Stratofortress, May 26 2019.*

*Foto: U.S. Air Force graphic.*

*Side 5: General William Westmoreland. Foto: U.S. Department of Defense.*

*Side 9: Dronesværm under åbningsceremonien til vinter-ol i Pyeongchang i 2018.*

*Side 11: Præsident Putin leverer sin årlige tale til Forbundsforsamlingen i Rusland d. 1. marts 2018.*

*Foto: Marat Abulkhatin/Getty Images.*

*Side 12: IBM quantum computer prototype Q50. Foto: IBM Research.*

*Side 13: Kvantecomputerillustration baseret på IBM Research infografik.*

*Side 14: Tilskuere ser en udsendelse af det endelige, afgørende spil i rematchen mellem Garry Kasparov og IBM-computeren Deep Blue, d. 11. maj 1997. Originalfoto: Stan Honda/Getty Images.*

*Side 17: Ung laboratorieassistent arbejder med kemisk eksperiment. Foto: Shutterstock*

*Side 18: Biological hazard symbol.*

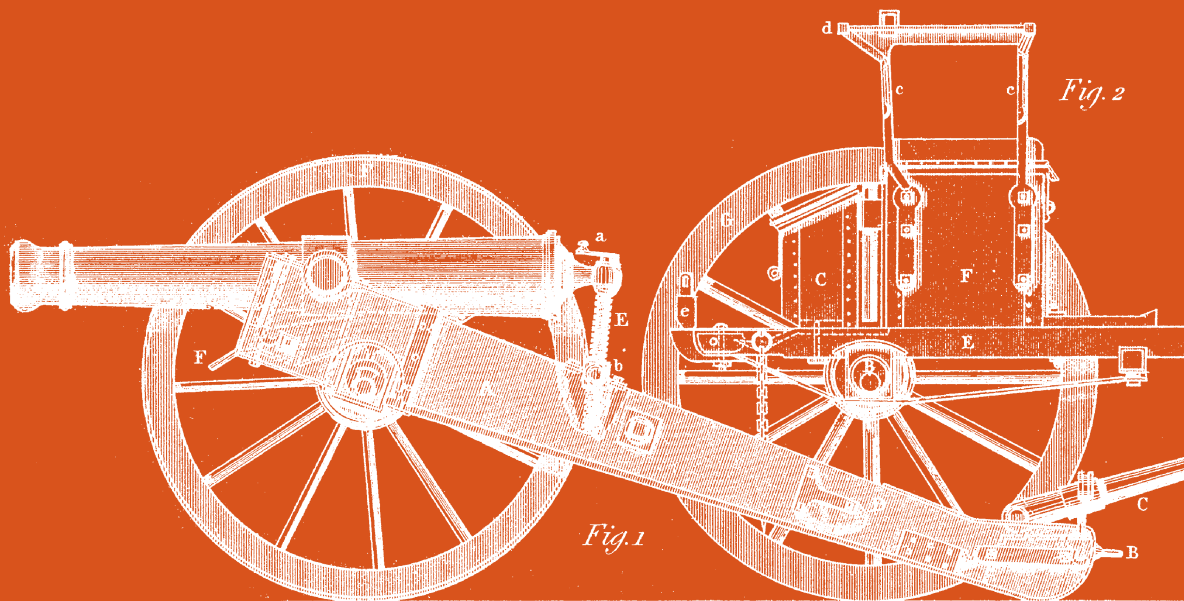
*Side 19: Baseret på infografik fra artiklen "CRISPR: Implications for materials science" af Philip Ball, November 17 2016.*

*Side 21: Science fiction-magasinet 'Amazing Stories' - August 1927.*

*Omslagsillustration af Frank R. Paul viser Marsboernes trefodede maskiner fra 'Klodernes Kamp' af H.G. Wells.*

*Bagside: Science Aviation-magasinet 'Air Wonder Stories' - November 1929.*

*Omslagsillustration af Frank R. Paul til historien 'Cities in the Air' af Edmond Hamilton.*



WONDER



GRAFISK DESIGN: SIGNS & WONDERS

*Science-Aviation Stories*