Robotlandet Danmark – et lille land, en stor robotnation

Af Carsten Steno
& Malene Grouleff

Robotlandet Danmark – et lille land, en stor robotnation

Af Carsten Steno
& Malene Grouleff

Danmark - et lille land, en stor robotnation
Carsten Steno og Malene Grouleff, 2020

Alle rettigheder forbeholdes. Gengivelse af denne bog eller dele heraf er kun
tilladt med tilladelse fra forfatterne i henhold til gældende dansk ophavsret.

Design, infografikker, forsideillustration og produktion: Helene Ingerslev, Wet DesignerDog

Tryk: Top Tryk ApS, Danmark

1. udgave
Udgivet af Robot Books I/S

Bestilling og distribution:
Forlaget Underskoven www.underskoven.dk
ISBN : 978-87-93804-20-3

Forfatternes forord:

Danmark er et lille land med små 6 mio. indbyggere. Alligevel er det indenfor de sidste 10 år lykkedes at få Danmark markant placeret på robot- og automationsindustriens verdenskort.

Klyngen af robot- og automationsvirksomheder i Danmark har fået kritisk masse og omtales i dag på linje med klynger af robot- og automationsvirksomheder i USA, Tyskland, Korea og Japan.

Modsat mange af de andre klynger rundt om i verden er den danske robotklynge ikke knyttet til en bestemt industri – f.eks. bilindustrien. Og der er et godt samarbejde mellem producenterne og integratorer.

Det gør, at de danske robotvirksomheder står stærkt i forhold til at levere fleksible helhedsløsninger til produktionsvirksomheder på tværs af lande og brancher. Yderligere er danske virksomheder i fuld gang med at udvikle servicerobotter til brug udenfor fabriksgulvet.

Robotindustrien som branche vokser og knopskyder, både i Danmark og resten af verden, i takt med, at robotteknologier vinder indpas på flere arenaer og brancher.

Ved afslutningen af redaktionen af denne bog oplevede både den danske og den globale robotindustri en opbremsning i efterspørgslen på robotteknologi – især fra bilindustrien, som er en stor aftager, præget af omstilling til elbiler. Kina, der er både er en stor aftager af robotter og leverandør af komponenter til robotindustrien, var samtidig udsat for en delvis lammelse af landets erhvervsliv i bestræbelserne på at stoppe spredningen af den farlige corona-virus. Smitten spredte sig senere til Europa og resten af verden med betydelige samfundsmæssige og erhvervsmæssige konsekvenser. Også robotindustrien blev naturligvis påvirket.

Selvom prognoserne for afsætningen af robotteknologi således på kort sigt måtte revideres ned, var de fleste analytikere enige om, at også en eventuel recession på den lange bane vil øge efterspørgslen på især fleksibel robotteknologi, så produktionen kan geares til svingende efterspørgsel. Set i det lys, kan man forvente, at netop de danske robotproducenter vil kunne drage fordel af dette. I årene efter finanskrisen steg antallet af robotter markant i Danmark.

Hvordan er Danmark blevet stærk industrination indenfor robotics, hvad er klyngens styrker og svagheder, hvilke virksomheder og vidensinstitutioner består den af, og hvad kan de biddrage med?

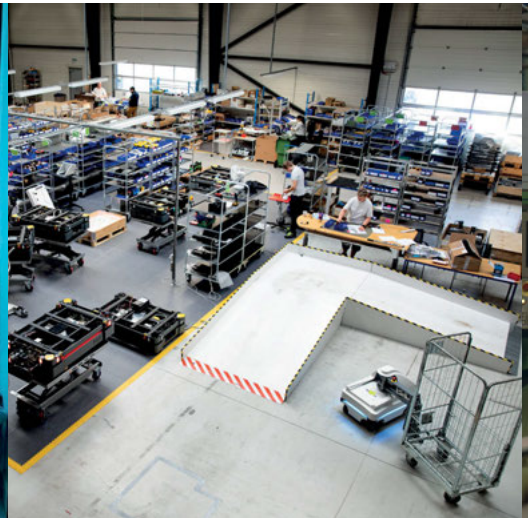
Det spørger stadig flere om verden over. Denne bogs ambition er at give svarene.

Bogen er blevet til ved interviews med klyngens vigtigste aktører, eksperter indenfor branchen og omfattende deskresearch. De vurderinger, der kommer til udtryk, er alene forfatternes. Vi takker alle de medvirkende for deres input og tid.

Vi håber, bogen må blive til oplysning og inspiration for alle, der interesserer til for den internationale robot- og automationsindustri.

København/Aarhus den 5. marts 2020
Carsten Steno og Malene Grouleff

INDHOLD



KAPITEL 1 side 3

Robotterne kommer – fra Danmark

Den danske klynge af automations- og robotvirksomheder har på mindre end 10 år erobret en stærk position på automationens verdenskort. Men hvordan har det kunnet lade sig gøre i en lille nation, med kun seks mio. indbyggere. Det handler blandt andet om tværfaglighed, gensidig tillid, krævende kunder, kreativitet og en meget robot-positiv befolkning.

KAPITEL 2 side 32

300 virksomheder – 30 mia. kroner

Den danske robot- og automationsklynge er især stærk inden for kollaborative og mobile robotter. Udviklingen af servicerobotter dominerer vækstlaget. Erfarne integratorer er foretrukne leverandører af automationsløsninger til førende industrivirksomheder.

KAPITEL 3 side 48

Dansk robotklynge har dybe rødder

Klyngen er især vokset inden for de seneste 10 år, men grundlaget er lagt for mange år siden.

KAPITEL 4 side 60

Lokomotiverne i den danske robotindustri
Den danske automations- og robotklynge er kendetegnet ved tre kategorier af virksomheder: Lokomotiver, integratorer og vækstvirksomheder.

KAPITEL 5 side 126

Stærkt økosystem understøtter klyngen
Anvendelsesorienteret forskning, nye uddannelser, samarbejde i netværk og let adgang til kapital har været afgørende for væksten i den danske robotklynge.

KAPITEL 6 side 144

Erhvervspolitikken spiller med
Frygten for at robotterne overtager jobfunktioner har ingen grobund. I Danmark efterspørger fagforeninger flere robotter og erhvervspolitikken er en aktiv medspiller i robotklyngens udvikling.

Selvkørende desinfektionsrobotter fra Danmark bruges i mere end 40 lande. Opfindelsen øger sikkerheden for både personale, patienter og pårørende ved at reducere risikoen for kontakt med bakterier, vira og andre skadelige mikroorganismer.

Foto: UVD Robots

KAPITEL 1

Robotterne kommer – fra Danmark

Den danske klynge af automations- og robotvirksomheder har på mindre end 10 år erobret en stærk position på automationens verdenskort. Men hvordan har det kunnet lade sig gøre i en lille nation, med kun seks mio. indbyggere. Det handler blandt andet om tværfaglighed, gensidig tillid, krævende kunder, kreativitet og en meget robot-positiv befolkning.

Den 22. maj 2019 steg en jublende Claus Risager ned fra scenen i Palais des Congrès i Montreal i Canada. Ved uddelingen af året IERA Awards, der hædrer samarbejde mellem videnskab og industri inden for fremstilling af robotter, havde hans virksomhed, Blue Ocean Robotics, netop vundet førsteprisen. Intet under, at han var glad.

Prisen uddeles af The International Federation of Robotics, IFR, og The IEEE Robotics & Automation Society, RAS, som er verdens største professionelle tekniske organisation med mere end 420.000 medlemmer i over 160 lande.

Prisen blev vundet for firmaets såkaldte UV Disinfecti UVD-robot; en mobil rengøringsrobot, som øger patientsikkerheden på hospitaler ved at reducere risikoen for infektioner. Prisen blev vundet i tæt konkurrence med Mobile Industrial Robots (MiR), en anden dansk robotproducent hvis mobile transportrobotter automatiserer intern logistik både i sundhedssektoren, fremstillingsindustrien og logistikbranchen. UVD-robotten benyttede sig i øvrigt af en mobil platform fra netop MiR.

MiR har fået talrige andre internationale priser. I det hele taget er prisregnen faldet tæt over automationsvirksomheder og robotproducenter fra det lille skandinaviske land højt mod nord med knap seks mio. indbyggere.

Ikke bare indenfor serviceerobotter som UVD og MiR, men også for robotter og automationsløsninger til industrivirksomheder, der i disse år med rivende hast digitaliserer deres produktion ud fra koncepterne i Industri 4.0.

Foto: Universal Robots

Linatex fik i 2008 installeret den første UR-robot - UR5.

Det gælder et af de danske flagskibe, Universal Robots, (UR), hvis seks-aksede fleksible samarbejdende robot blev installeret som den førte i verden i 2008 hos Linatex – en dansk producent af plastkomponenter. Den gang gjorde Linatex noget hidtil uset, da virksomheden ville automatisere fødningen af sine CNC-maskiner.

I stedet for at installere robotten bag sikkerhedsgitre, afskærmet fra mennesker, som man normalt har gjort med industrirobotter i årtier, satte de UR-robotten til at arbejde side om side med de ansatte. Og i stedet for at hyre eksterne programmører, som kunne håndtere kompleks programmering, kunne Linatex-folkene selv programmere robotten via en trykfølsom skærm uden at have noget forudgående programmeringskendskab.

De robotter, som UR siden har udviklet, kaldes nu cobots, en sammentrækning af begrebet collaborative robots (robotter der kan arbejde side om side med mennesker). UR har blandt andet opnået det internationalt anerkendte tidskrift Automation Worlds First Team-pris tre år i træk, ligesom medstifter og teknisk direktør Esben Østergaard vandt en IERA Award i 2012.

Også når det gælder integratorer - de virksomheder som bygger komplette automationsløsninger - og ikke mindst den forskning, som foregår i Danmark inden for robotteknologi, er den internationale anerkendelse stor.

Integrator-leddet i Danmark har en historie helt tilbage til slutningen af 1800-tallet, hvor industrialiseringen tog fart. Det er blandt andet repræsenteret ved virksomheder som ProInvent, der leverer prisvindende automationsudstyr til en lang række store danske virksomheder og Jorgensen Engineering, der automatiserer for internationale giganter i fødevareindustrien som Nestlé og Danone.

Indenfor forskning og udvikling på højere læreanstalter har danske universiteter udmærket sig markant i de senere år. Team Robotics fra Syddansk Universitet (SDU) i Danmarks tredjestørste by Odense vandt i oktober 2018 det uofficielle verdensmesterskab i robotteknologi til industrien, World Robot Challenge, i Japan. Sammen havde de skabt deres bud på fremtidens fleksible robot-celle til produktion. Den bestod af to robotter fra Universal Robots, som arbejder sammen på hver sin side af et cobot-arbejdsbord, udviklet af danske Technicon.

Siden har SDU investeret over 100 millioner kroner i et såkaldt Industri 4.0 Lab, der skal indgå i nye banebrydende forskningsprojekter og hjælpe de danske virksomheder på vej med yderligere automation.

ROBOTPROFIL

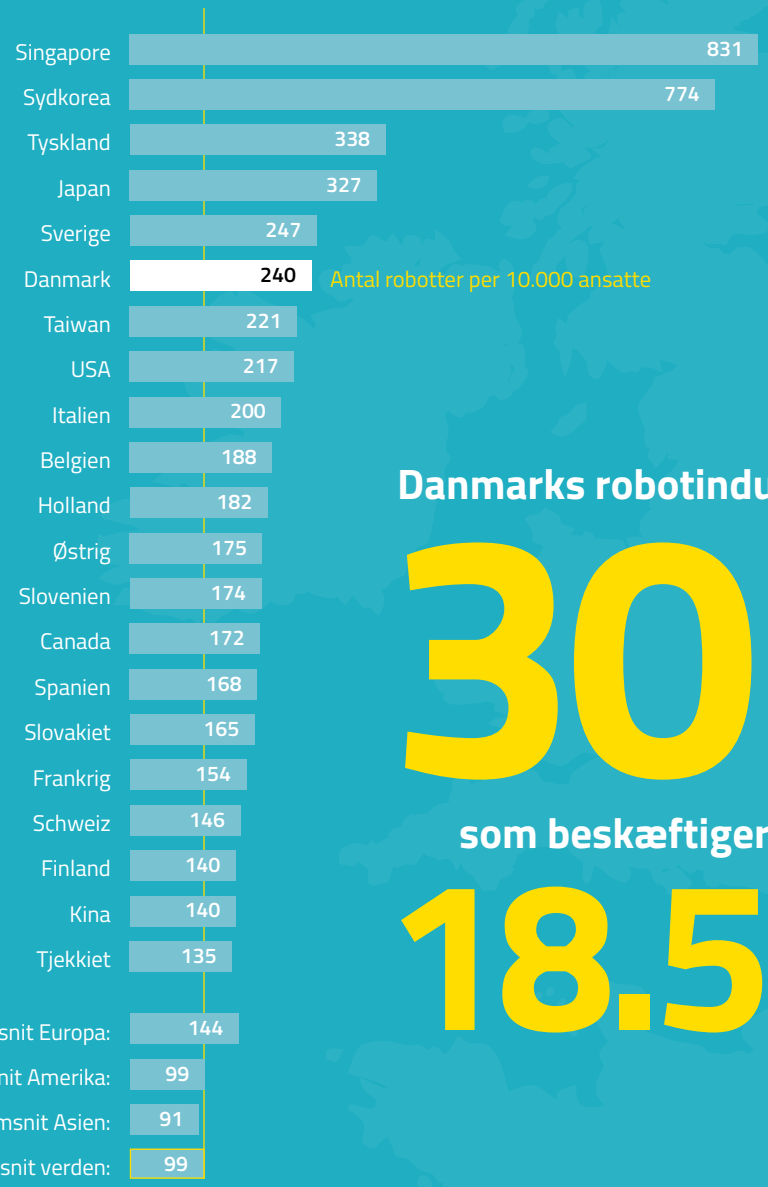
Foto: MiR

Thomas Visti Jensen (født 1974), adm. direktør i MiR

Thomas Visti Jensen er uddannet elektroingeniør. Var i en årrække salgsdirektør i Sauer-Danfoss i Odense, inden han i 2009 kom til Universal Robots, som han forlod i 2013. Havde en væsentlig andel i Universal Robots globale ekspansion og salgsvækst igennem årene. Blev i 2013 medejer og CEO i Mobile Industrial Robots, som blev solgt til amerikanske Teradyne for 1,7 mia. kroner.

I 2016 blev Thomas Visti den første investor i OnRobot, stiftet af Bilge Jacob Christiansen og Ebbe Overgaard Fuglsang. I 2019 investerede Thomas Visti i den danske startup-virksomhed Rokoko Electronics, der har udviklet en robotdragt eller rettere en "motion capture-dragt", som kan bruges til at animere menneskelige bevægelser i alt fra computerspil til Hollywood-film.

Udbredelsen af robotter i industrien



DANMARK
6 mio. indbyggere
43,000 km²
867 km² luftrum dedikeret til droneflyvning

Danmarks robotindustri består af

300+ virksomheder

som beskæftiger

18.500 medarbejdere

Kilde: World Robotics 2019

Danskerne omfavner robotteknologien

Danske arbejdspladser automatiserer på livet løs. De lukker robotterne ind. Robottæthed: 240 robotter per 10.000 ansatte. Verdensgennemsnit er 99. Danmark er en af verdens mest robotpositive nationer.

44% alle danske fremstillingsvirksomheder bruger robotter, ifølge Teknologisk Institut.

Kilde: Teknologisk Institut 2019

På andre danske højere læreanstalter, som Danmark Tekniske Universitet (DTU) i København, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet, er forskning i robotter og automation også i højsædet.

På DTU er danske eksperter langt på verdensplan med at udvikle fejltolerant kontrol. Fejltolerant kontrol handler om en måde at udregne de algoritmer, som sidder i kontrolsløjfen, så de kan tåle, at der falder en sensor ud, uden at styringen bortfalder. Det er afgørende vigtigt for at udvikle blandt andet autonome køretøjer.

På Aalborg Universitet har et forskerteam udviklet en helt ny robottype, populært kaldet kugle, der skal få alverdens app-udviklere på banen med bidrag til, hvordan robotten kan hjælpe med vejvisning, eftersøgning og meget mere. Der er tale om et alt andet end et traditionelt udviklingsprogram, hvor man identificerer en opgave eller en problemstilling, som en robot skal løse, og siden udvikler en applikation, der kan løse netop den opgave.

Parterne bag projektet vil i stedet udvikle en app-baseret platform, der skal løse to velkendte udfordringer med apps og robotter.

Den ene udfordring er at få brugerne til faktisk at bruge de services, der allerede er udviklet til apps. Den nordjyske kuglerobot, hvis ansigt er en tablet-computer, bringer simpelthen appen direkte til brugerne, som for eksempel kan være kunder i et storcenter eller pårørende på sygebesøg på et hospital, der ønsker vejvisning.

Den anden udfordring er manglen på ingeniører med viden om robotudvikling. Ved at skabe en platform lægger man opgaven bredt ud til app-udviklere.

Manglen på robot- og automationsingeniører prøver danske universiteter og læreanstalter at løse. De uddanner i stigende tal ingeniører og andre teknikere med spidskompetencer indenfor automations- og robotområdet.

Dermed indgår de i den robot-klynge, der opstået Danmark, og som allerede har sat klare aftryk på automationens verdenskort.

En klynge med dybe rødder og høj vækst

Klyngen har rødder langt tilbage i den danske industrihistorie, men er især vokset indenfor de sidste ti år.

Den består i dag af godt 300 virksomheder fordelt over hele Danmark. Forskning, udvikling og produktion til det globale marked har allerede skabt 8.500 arbejdspladser og en årlig omsætning på 18 mia. kroner - heraf en eksport på mere end 10 mia. kroner.

Medregnet underleverandører beskæftiger klyngen i dag 18.500 medarbejdere og omsætter for 30 mia. kroner. Særligt indenfor mobile robotter og industrirobotter, der kan arbejde side om side med mennesker, er danske virksomheder markedsledere globalt med markedsandele på mere end 50 procent.

I klyngen indgår foruden de knap 300 virksomheder også en voksende gruppe af business angels og institutionelle investorer, der investerer i skalering af danske robotvirksomheder, så de får kritisk

masse på verdensmarkedet. De har et godt øje til den danske startup-scene, hvor robot- og automationsvirksomheder fylder stadig mere, selvom netop industri- og servicerobotter i modsætning til softwarerobotter er dyrere og sværere at gøre globale. Blandt andet fordi robotter og automation fordrer dybe kompetencer indenfor både software, elektronik og mekanik, og fordi afsætningen kræver et globalt salgs- og service-setup.

Det, som business angels og venturefonde investerer i, kan for eksempel være en drone-startup som QuadSat. Virksomheden har udviklet en teknologi, som kan nedsætte støjen fra de mange satellitter i rummet, så navigationssystemerne i fly, skibe og biler, der er afhængige af korrekt og hurtig satellitkommunikation, kan fungere optimalt.

QuadSats teknologi gør det muligt at bruge droner til at teste og kalibrere antenner til satellitkommunikation autonomt, for dermed at sikre et konstant flow af højhastighedsinternet.

QuadSat udnytter Syddansk Universitets nye dronelab ved Hans Christian Andersen Airport i Odense på Fyn. Herfra er det også muligt at eksperimentere med droner i dele af luftrummet over øen, der som led i Danmarks nationale dronestrategi er reserveret testflyvninger med droner. 867 kvadratkilometer af det danske luftrum er dedikeret til droneflyvning. Luftrummet er unikt internationalt set og giver dronevirksomheder helt nye muligheder for at flyve langt og ud over havet.

Dronestrategien er samtidig et eksempel på, hvorfor robot- og automationsindustrien i Danmark er vokset dramatisk i de senere år.

Foto: Combine

Den interaktive robot Polaris kører på en kugle og spås at skabe en ny måde at vise vej og svare på spørgsmål for eksempel i en lufthavn. Seks virksomheder og organisationer samarbejder om udviklingen af kuglerobotten. Det er Combine, MapsPeople, Det Gode Firma, Teknologisk Institut og Aalborg Universitet.

Udviklingen bakkes nemlig op af kompetente og fleksible myndigheder, der spiller en væsentlig rolle i det økosystem, som har været med til at forme sektoren.

Men hvad er det, der gør, at et lille land som Danmark kan opnå en førerposition på et globalt robot- og automationsmarked, der vokser dramatisk? Hvad er opskriften på, at det kan lykkes den

Foto: SDU

11 danske robotforskere fra Syddansk Universitet er verdensmestre i industrirobotter. Holdet SDU Robotics vandt nemlig i kategorien industrirobotter i konkurrencen World Robot Challenge i Japan i 2019. De vandt med deres bud på fremtidens robotcelle. Det vandt over 250 andre forskere, der havde tilmeldt sig konkurrencen. Vinderholdet består af Christian Schlette, Christoffer Sloth, Iñigo Iturrate San Juan, Henrik Gordon Petersen, Dirk Kraft, Frederik Hagelskjær, Simon Mathiesen, Thomas Nicky Thulesen, Anders Prier Lindvig, Aljaz Kramberger og Mads Høi Rasmussen.

danske robotindustri at holde sig på forkant af den hæsblæsende teknologiudvikling, der sker inden for kunstig intelligens, machine learning, 3D print og big data. Og dermed kan omsætte mulighederne til løsninger, der giver den globale industri de værktøjer, der skal til for at producere stadig mere fleksibelt og bæredygtigt?

Fordelene i et lille land

Nigel Edmondson står til daglig i spidsen for Foreningen MADE (Manufacturing Academy of Denmark), et nationalt netværk for avanceret produktion, der driver forskning og innovation inden for anvendelse af fleksibel automatisering og robotter.

Han peger på, at danske universiteter og højere læreanstalter har en anvendelsesorienteret tilgang til forskning i avanceret produktion. Desuden er det danske samfund bygget op omkring en høj grad af tillid, hvilket gør det lettere at videndele.

I MADE arbejder store og små virksomheder sammen om at udvikle nye automationsløsninger med inspiration fra forskningsverdenen.

Danmark har ikke som for eksempel Tyskland en dominerende bilindustri, hvor store virksomheder vogter på hinanden, fordi de er konkurrenter. Hovedparten af de danske virksomheder opererer

i globale nicher. Det gør det lettere at arbejde sammen på tværs.

"Det danske samfund - det kan jeg sige som udlænding – er bygget op omkring en høj grad af tillid mellem de forskellige partnere. Man bygger netværk på tværs af virksomheder. Man kender hinanden og værner om værdifulde relationer, for man skal måske også møde den anden person i andre sammenhænge," siger Nigel Edmondson.

Eksempelvis arbejder danske universiteter og store danske virksomheder som Danfoss og LEGO Group sammen med små virksomheder som elektronikproducenten Danchell og integratorvirksomheden Technicon om, hvordan Danchell kan automatisere småserieproduktion ved at bruge digitale modeller og simulering.

Udfordringen er at lære robotter montageopgaver og samleoperationer i industrien, da det ofte er en flaskehals for, hvor hurtigt processen kan foretages. Samarbejdet har resulteret i, at der er blevet udviklet fleksibel automation, så det er lettere at omstille produktionen.

Tværfaglighed er i højsædet

Den meget praktiske og anvendelsesorienterede tilgang til udvikling af robotteknologi, som præger de danske uddannelsesinstitutioner, giver sig udslag på flere måder.

Fordi udvikling af robotter og automationsløsninger kræver mange forskellige kompetencer, arbejdes der meget tværfagligt.

Sammen med verdens største sikkerhedsfirma G4S og transportvirksomheden DFDS, har den danske dronevirksomhed Lorenz Technology udviklet en løsning, der med kunstig intelligens optimerer logistikken og sikkerheden på havnearealer.

Foto: Lorenz Technology

FarmDroid er en innovativ markrobot, som hjælper landmænd og planteavlere med at reducere omkostninger til såning og renholdelse af afgrøder samtidig med, at det gøres CO2 neutralt og økologisk. FarmDroid ApS er stiftet af Jens Warming og Kristian Warming sammen med Innovationsmiljøet Syddansk Innovation A/S og roboteksperten Esben Østergaard.

Foto: FarmDroid

"Vores studerende bruger vel halvdelen af deres tid på projekter i virksomhederne," forklarer professor Ole Madsen, Aalborgs Universitets institut for materialer og produktion (M-TECH)

Han tilføjer, at universitetet har stort fokus på at kunne forstå processer og omforme dem til et input, som en robot kan tage til sig.

"Eksempelvis er svejseprocesser komplekse. Det handler meget om at høre, lugte og se. Det er en udfordring at transformere det til noget matematisk, men den tager vi gerne op sammen med virksomhederne," siger han.

Den samme praktiske indstilling råder hos Kasper Hallenborg, leder af Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet på Syddansk Universitet, der beskæftiger sig med forskning og udvikling inden for robotteknologi og automatisering.

"I Japan bygger man humanoide robotter, der kan løse alle mulige ting. Det tror vi ikke så meget på – vi vil hellere lave nogle specifikke robotter, som udfører nogle konkrete funktioner og eventuelt kombinerer dem for at løse mere komplekse opgaver – a la legoklodsprincippet. Det gør det nemmere at tilpasse robotløsning til et aktuelt behov," siger han.

Born Global

En anden fordel ved at være en lille nation er, at nye virksomheder nødvendigvis må orientere sig globalt, hvis de går efter et stort marked.

ROBOTPROFIL

Foto: Universal Robots

Esben Hallundbæk Østergaard (født 1974), medstifter af Universal Robots

Esben Østergaard kom til Odense Universitet i 2000, hvor han tog sin ph.d.-grad og blev adjunkt og senere assisterende professor i robotteknologi. Han er også tidligere verdensmester i robotfodbold. Esben Østergaard stiftede sammen med Kristian Kassow og Kasper Støy Universal Robots (UR) i 2005. Sammen med de øvrige ejere tjente Esben Østergaard et trecifret millionbeløb i danske kroner på salget af UR til amerikanske Teradyne. Han virkede som teknisk direktør i UR indtil 2019, hvor han stiftede sin eget investerings- og rådgivningsvirksomhed, Relnvest Robottics med henblik på selv at investere i robotvirksomheder, der kan gøre verden bedre.

Som Torben Frigaard Rasmussen, fremtrædende danske business angel, der har foretaget flere investeringer i den danske robotindustri, siger:

"Mange af de danske opstartsvirksomheder, der har succes, er "born global". Det ligger i vores DNA, at vi fra starten tænker på, at det her også skal sælges i andre lande. Det er ret banalt. Det danske marked er lille. Store softwarevirksomheder i Tyskland og Frankrig tænker hjemmemarkedsorienteret. Men skal de pludselig til at lave en engelsk version af deres software, skal de måske til at starte helt forfra. I Danmark begynder vi på engelsk," siger Torben Frigaard Rasmussen.

Et eksempel er verdens første producent af opstregningsrobotter, Turf Tank, der gør grønsværen til fodbold, rugby og en lang andre sportsgrene spilleklar med dansk udviklet robotteknologi, der maler de hvide streger. Turf Tank har fra domicilet i byen Hjørring i det nordlige Danmark leveret robotter til mere end 100 kunder i lande som USA, Japan, New Zealand, Sverige, Holland, Irland, Australien.

Turf Tank er samtidig et eksempel på, hvordan den offentlige og den private sektor på tværs af hele landet arbejder sammen om at styrke grundlaget for dansk erhvervsliv.

Odense i Region Syddanmark er epicentret for den danske robotklynge. Her ligger en tredjedel af virksomhederne. Derfor lå det også lige til højrebenet, at netop Odense Kommune i 2015 valgte at tilbyde kommunens 55 fodboldklubber at blive de allerførste brugere af den innovative opstregningsrobot, Intelligent One. Siden 2015 er mere end 20 andre danske kommuner blevet inspireret til også at automatisere deres opstregning af boldbaner.

Fladt hierarki

Den danske robotklynges samarbejde med myndigheder viser sig også på andre områder. Det har imponeret amerikaneren Brad Beach, der i 2015 blev hentet til Odense som leder af det dronecenter, der er tilknyttet Syddansk Universitet, SDU UAS Center.

"Danmark har et fladt hierarki. Jeg kan ringe op på telefonen og komme i kontakt med både transportministeren og uddannelsesministeren," siger Brad Beach, der peger på, at Danmarks nationale dronestrategi blandt andet er et udslag af disse kontakter.

Strategien handler ganske vist om regulering, men det er en intelligent en af slagsen, hvor der både tages hensyn til virksomhederne, forskningen og til civilsamfundet, der skal betrygges ved anvendelse af droner.

Beach påpeger samtidig, at Danmark har en godt uddannet arbejdsstyrke, som gør danskerne agile og fremsynede, når de skaber noget, så er det skalerbart og med eksport for øje.

Det er også en forklaring, som Jens Nyeng, adm. direktør for Jorgensen Engineering, der leverer produktionssystemer til førende globale fødevarevirksomheder, tilslutter sig.

"Vi har konkurrenter med mere end 8.000 ansatte, hvor vi er nogle hundrede i alt. Men vi har en skandinavisk åben ledelsesstil, hvor vi lægger op til, at medarbejderne selv tager ansvar. Store udenlandske kunder oplever en forskel, når vores service-

Amerikansk militærmand i spidsen for dansk droneindustri

Brad Beach (født 1966), Centerleder, SDU Dronecenter, Unmanned Aerial Systems, Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet.

Foto: Jysk Fynske Medier

Brad Beach har sat Danmark på dronernes verdenskort. Testcenter, forskningslaboratorier, droneuddannelser, startup-hub og businesspark skal sikre branchen internationalt gennembrud.

I 2015 besluttede Brad Beach sig for at søge nye udfordringer. Beach ville gerne til Europa. Han havde en baggrund som programleder for Unmanned Aircraft Systems i det amerikanske marinekorps og mere end 30 års erfaring med luftfart i USA. Igennem sin 23-årige karriere i det amerikanske militær havde han haft ansvaret for tiltag og investeringer for 1,5 milliarder USD.

Brad Beach rakte ud i sit netværk og endte med at komme i kontakt med Odense Kommune og Syddansk Universitet, der havde en ide om at gøre byens gamle hensygnende lufthavn i Beldringe 15 minutters kørsel fra Odense til et dronecenter. Lufthavnen hedder nu Hans Christian Andersen Airport.

Brad Beach takkede ja til at være spydspids for UAS Denmark, som det nye center kom til at hedde.

UAS Denmark (UAS står for Unmanned Aerial System) fungerer som internationalt dronetestcenter. Centeret disponerer over et 847 kvadratkilometer stort luftrum over den nordlige del af Fyn med omgivende hav til test af droner. Her kan man blandt andet teste droner uden for synsrækkevidde. Desuden rummer det laboratorier til forskning og udvikling af nye droneteknologier, droneuddannelser og en startup-hub. Yderligere er UAS Denmark en ledende kraft i en klynge af danske dronevirksomheder med i alt 140 tilknyttede medlemmer. Til centret hører også en business-park.

"Der er et halvt dusin dronelufthavne i Europa blandt andet i Spanien, Holland og Norge, men det er en unik kvalitet, at vi er så tæt på byen, hvor der ligger mange virksomheder og uddannelsesinstitutioner. Desuden har vi et unikt, stort luftrum til test af droner både over land og hav. Og så har vi en fordel, som ikke findes i ret mange andre lande, nemlig en dronelufthavn, der er underlagt en civil og ikke en militær myndighed," siger Brad Beach .

Brad Beach har en vision for dronecentret. Han ønsker, det skal være en verdensanerkendt dronecenter i 2021, og centeret er godt på vej.

I dag får han opringninger fra MIT og droneaktører i Californien og Boston om samarbejde. Samtidig flytter stadig flere nye dronevirksomheden ind hos startup-hubben i UAS Denmark.

Brad Beach ser en mulighed for at for at integrere fly og droner omkring centeret, hvor planen også er at udvide businessparken.

I UAS Denmark udvikler man både droner som fremføringsmiddel og droner som platform for applikationer. Desuden samarbejder man med det danske militær om droneudvikling og testopgaver.

UAS Denmark indgår som en krumtap i den danske regerings dronestrategi, der har til formål at udvikle droneerhvervet i Danmark.

Ligesom i mange andre lande vokser andelen af ældre danskere, altimens det kniber med at rekruttere personale nok til ældrepleje. Derfor investerer den danske velfærdssektor i stigende grad i robotter og automatisering. Det er i tråd med fagforeningers opfordring til robot- og automationspligt i det offentlige.

Foto: MiR

teknikere er på besøg. Teknikerne diagnosticerer problemerne og kommer selv med klare beslutningsforslag til, hvordan de skal løses. De skal ikke først spørge hovedkontoret."

Mark Jagiela, CEO i den amerikanske børsnoterede teknologivirksomhed Teradyne, der i dag er ejer af to af de førende virksomheder i den danske robotklynge, Universal Robots og Mobile Industrial Robots, har set noget af det samme.

"Jeg er meget tilfreds med den praktiske indstilling, som de, der arbejder i disse virksomheder, har. Det er meget i overensstemmelse med den måde, Teradyne arbejder på. Diskussionerne er faktabaserede. Man taler direkte om tingene, der er ikke noget politik. "

Ingen frygt for robotter

Politik er endnu en forklaring på, hvordan der i et land som Danmark kan opstå en robotklynge med international vægt.

Det danske arbejdsmarked har en høj organiseringsgrad. Fagforeninger spiller en betydelig rolle. Både i den private og den offentlige sektor. Men selvom fagforeningerne selvsagt er til for at forhandle de bedst mulige vilkår for deres medlemmer, er der ingen frygt for, at robotterne skal overtage medlemmernes arbejde. Tværtimod.

Dansk Metal, der blandt andre organiserer industriteknikere, opfordrer direkte virksomhederne til at indføre så mange robotter som muligt. For uden dem vil det ikke lykkes at opretholde virksomhedernes internationale konkurrenceevne. Fokus er på at fastholde og hjemtage produktion til Danmark. En sådan holdning ser man ikke eksempelvis Frankrig og i de andre sydeuropæiske lande, hvor dele af fagbevægelsen er mere militant og for eksempel protesterer over implementering af automation ved at blokere arbejdspladser.

Thomas Søby, cheføkonom i Dansk Metal, forklarer det sådan.

"Vi forsvarer arbejderne, ikke jobbene."

Han henviser til den fleksible danske arbejdsmarkedsmodel, den såkaldte flexicurity-model. Modellen gør det muligt at hyre og fyre folk nemt, men til gengæld er ledighedsunderstøttelsen relativt høj. Samtidig er der et veludbygget system til efteruddannelse, som gør, at arbejderne nemmere kan omstilles til nye job i produktionen

En fagforenings anbefalinger til Danmarks robotstrategi:

1. Flere robotter i danske service- og industrivirksomheder
2. Bibliotek med robotter
3. Oprettelse af en robot- og digitaliseringsfond under Vækstfonden
4. Ansættelse af udekørende teknologieksperter
5. Lokale erhvervsråd som teknologiformidlere
6. Tiltrækning af udenlandske ledere
7. Teknologiforståelse ind i bestyrelser
8. Tiltrækning af udenlandske topforskere
9. Robot- og automationspligt i det offentlige

Kilde: Dansk Metal

Thomas Kochan, professor i arbejdsmarkedsforhold på MIT Sloan School of Management er på linje.

"Det gælder om at deltage aktivt i udformningen af, hvordan ny teknologi anvendes. Her skal arbejdere og fagforeninger spille en rolle. Alternativet er, at flere job vil forsvinde, og uligheden dermed øges," siger han.

En velvillig indstilling til automation findes også i den danske offentlige sektor, hvor servicerobotter ventes at kunne frigøre arbejdskraft til plejeopgaver, der er mere komplekse.

Dertil kommer, at danskerne i almindelighed tager vel imod automation og robotter. Således viser en måling foretaget af meningsmålingsinstituttet Nordstat i 2017, at antallet af danskere, der er begejstrede over robotter og ny teknologi på arbejdsmarkedet, er dobbelt så stort, som dem, der er bekymrede.

Ifølge en anden måling fra samme år foretaget af Gallup, mener 6 ud af 10 danskere, at medierne skaber unødig frygt for, at robotter kan overtage arbejdsfunktioner.

Alt i alt har denne indstilling medvirket til, at Danmark er blandt de lande i verden, der har flest robotter i produktionen pr. indbygger.

I Danmark ligger tallet ifølge IFR på 240 robotter pr. 10.000 indbyggere. Med undtagelse af Singapore har de lande, som ligger foran Danmark - Korea, Japan, Tyskland og Sverige - alle en stor bilindustri.

Danmark indtager samtidig en fornem andenplads i et indeks over patentansøgninger inden for robotteknologi. Antallet af danske patentansøgninger er seksdoblet fra 2010 til 2018. Kun Kina klarer sig bedre.

Megatrends driver udviklingen

Det, der driver udviklingen og væksten i den danske automations- og robotklynge, er de samme megatrends, som vi ser globalt.

- Behovet for at reducere omkostninger og være tættere på markedet fremmer lokal og mere fleksibel produktion. Det samme gør den øgede efterspørgsel efter individuelle produkter og kravet om bæredygtighed.

- Stigende arbejdslønninger og faldende priser på robotter og andet automationsudstyr har øget incitamenterne til at opgradere produktionslinjerne.

- Den voksende middelklasse og den forlængede levealder har øget efterspørgslen på en lang række produkter og services, som kan leveres med teknologi, blandt andet inden for sundhedssektoren.

- Digital hardware forbedres løbende og gør robotter og automationsudstyr billigere og bedre. Det gælder storage, men også sensorer, kameraer og batterier, hvis kvalitet til stadighed forøges.

- Nye softwareteknologier som maskinlæring, kunstig intelligens og stemmegenkendelse gør det nemmere at få robotter til at agere mere autonomt og på et højere niveau.

- Ny udvikling indenfor connectivity gør det nemmere at kommunikere mellem forskelige devices. Internet of Things-enheder vokser voldsomt i

Sjørring Maskinfabrik er en af de virksomheder, der arbejder med digitalisering inden for produktdesign og automatisering af processer og dokumentation. Virksomheden producerer store læsseskovle til entreprenørmaskiner. Med en årlig produktion på mere end 4000 skovle er Sjørring Maskinfabrik Europas største. Her ses en af maskinfabrikkens svejserobotter, der selv kan 'hente' den næste skovl i rækken, når den har svejset en skovl færdig.

antal, men også cloud robotics og det nye 5G netværk gør det muligt at skabe helt nye applikationer for robotter.

Fire hovedstrømninger

Hvad er det så, der specielt optager den danske robot- og automationsindustri i disse år, hvor teknologierne udvikler sig med rivende hast?

Overordnet set tegner der fire hovedstrømninger.

Den første handler om, hvordan vi gør produktion i specielt mindre serier mere fleksibel og mere rentabel at automatisere.

Den anden handler om, hvordan vi, hvor masseproduktionen kræver det, gør fremstillingsprocessen fuldautomatisk på en økonomisk måde.

Den tredje handler om, hvordan vi håndterer samspillet mellem robotter og mennesker.

Den fjerde handler om, hvordan vi får udviklet robotter og automationsløsninger, der fungerer udenfor fabriksgulvet.

Automation af små serier

Hovedparten af de danske virksomheder er små og mellemstore – ikke masseproducenter. De lever i nicher og mange fremstiller produkter i et relativt lavt styktal. Samtidig er løn -og omkostningsniveauet relativt højt. Som det har været i de seneste 50 år, har robotproducenter, integratorer og maskinbyggere især fokuseret på, hvordan man kunne automatisere ensidige gentagne processer, som man ser dem udfoldet ved produktionslinjer på en masseproducerende bilfabrik.

I Danmark fokuserer robotvirksomhederne nu i stigende grad på, hvordan man kan automatisere produktion i små serier – blandt andet fordi efterspørgslen ændrer sig i retning af mere individualiserede produkter, uden at det forlænger leveringstiden. Tidligere, når en virksomhed bad en integrator bygge en robotcelle, fik virksomheden ofte at vide af integratoren, at de kunne få cellen at se, når den var færdig. I dag kan man med moderne software simulere en hel produktionslinje – ikke blot, hvordan den skal se ud og hvad den skal bestå af, men også selve processen, driften.

Der gøres udstrakt brug af digitale tvillinger. En digital tvilling er en digital model af et fysisk system.

Modellen gør det muligt at teste design af fabrikker eller nye produkter risikofrit.

Moduler kontra sektioner

De nye muligheder for at simulere produktionsprocesser gør det også i højere grad muligt at bygge en fleksibel produktion op baseret på moduler.

Det er en filosofi, den danske integratorvirksomhed Technicon sværger til.

"Vi vil gerne have kundebaserede løsninger og produkter, hvilket stiller krav om evne til hurtigt at kunne omstille produktioner. Vi skal have høj produktionseffektivitet, men også omstillingsparathed - det er modulær produktion svaret på. Vi kræver, at mennesker skal være omstillingsparate for at kunne klare sig i det moderne globaliserede samfund. Men hvorfor skulle vi ikke også stille de samme krav til virksomheder," siger Casper Hansen, administrerende direktør i Technicon.

Foto: ProInvent

Integratoren ProInvent har automatiseret produktionen hos Pressalit, Nordeuropas største toiletsædeproducent. Målet var at reducere produktionsomkostningerne markant ved at reducere lønandelen for derved at opretholde konkurrenceevne og fastholde job i Danmark. Smart automatisering har gjort Pressalits produktion så fleksibel, at der kan produceres 64 forskellige varianter af toiletsæder på det samme udstyr med en omstillingstid på kun 5-10 minutter.

Visionen er, at produktionen sker ved at sammensætte moduler, alt afhængig af hvad der er behov for at producere.

Produktionen bliver organiseret i øer, som forbindes af mobile autonome transportrobotter.

Andre danske integratorer er skeptiske overfor modellen – blandt andet fordi det kan blive dyrt for især store virksomheder at producere på denne måde. De ser det tværtimod som hovedopgaven at lade de nye fleksible robotter arbejde sammen med hinanden, så den menneskelige faktor elimineres fra produktionslinjen.

"Vores ambition er at gøre det rentabelt at producere fuldautomatisk, også når produktstrukturen består af små serier og mange varianter. Hvis produktet indeholder elementer, der er for svære

til en maskine, så bruger vi intelligente robotter. Er de ikke kapable nok, lægger vi et tiltag ind, hvor vi arbejder med produktet og ændrer designet, så det bliver nemmere at producere," siger administrerende direktør Leif Dalum fra integratorvirksomheden ProInvent, der udvikler produkter og produktionslinjer til danske virksomheder inden for blandt andet medico og medicinalindustrien.

Han peger på, at eksempelvis Federal Drug Administrationen i USA, der skal godkende medicinimport, kræver af de store pharmaproducenter, at de fuldautomatiserer deres renrumsproduktion for at hindre, at mennesker tilfører bakterier.

I stedet for at opbygge en produktion i moduler, arbejder ProInvent og andre danske integratorer med sektionsopbyggede produktionssystemer. Et produktionssystem kan bestå af for eksempel 50 sektioner. Når kunden så skal producere et nyt produkt, kan man måske nøjes med at udskifte måske ti sektioner og erstatte dem med nyudviklede sektioner .

Hos en anden stor dansk integratorvirksomhed, Jorgensen, satser man også på fuldautomation. Enkelte af Jorgensens store kunder i den globale fødevareindustri har dog også interesseret sig for modulbaseret produktion.

"Store fødevarefabrikker vil jo helst producere 400 dåser flåede tomater i minuttet, som vi kan købe billigt i et supermarked. Nu er de også begyndt at tale om mere individualiserede produkter, men de stejler stadigvæk over den pris, som det koster at producere mere individuelt," siger Jens Nyeng, CEO i Jorgensen Engineering.

Ifølge disse integratorers opfattelse bliver menneskers rolle at udvikle, designe, fremstille og vedligeholde automatiske produktionssystemer.

Hos Danmarks største automationshus BILA A/S, der i 30 år har optimeret den danske fremstillingsindustri, bygger man både fuldautomatiske løsninger og automation baseret på tæt samarbejde mellem medarbejdere og cobots. BILA forhandler en række danske automationsopfindelser både udtænkt i eget regi og som agentur.

BILAs ledelse vurderer, at til trods for Danmarks sjetteplads i robottæthed, så er automationspotentialet i den danske industri fortsat betydeligt.

"Der er rigtig mange opgaver, som fortsat løses helt manuelt, og det hæmmer produktiviteten, forlænger leveringstider og svækker konkurrenceevnen. Derfor er vi glade for at kunne hjælpe fremstillingsindustrien med at realisere ambitionerne om en mere effektiv produktion og et sundt arbejdsmiljø. Vi følger med de internationale koncerner ud i verden og optimerer og servicerer både i ind- og udland," fortæller Per Bech, COO i BILA A/S.

Senest har BILA bygget et af verdens største laksehåndteringsanlæg i Hirtshals i samarbejde med den norske lakseproducent Hav-Line. Konceptet giver bedre indtjening, mens miljøet bliver skånet for CO_2, og forbrugerne får friskere fisk af en højere kvalitet .

Gennemløbstiden fra hav til spisebord er nu dobbelt så hurtig som førhen, fordi skibe med laks ankommer direkte fra Norge. Det nybyggede slagteskib Norwegian Gannet pumper fiskene direkte op fra

Verdens største laksehåndterings-anlæg ligger i det nordlige Danmark i Hirtshals. AGV'er og robottter pakker og palletterer mere end 1 tons laks i minuttet.

Foto: Bila

opdrætsanlæggene langs Norges og Skotlands kyster. Så snart fiskene er ombord, bliver de slagtet og lagt i tanke, som køler fiskene ned til under 0 grader, mens skibet sejler mod anlægget i Hirtshals. Her pumpes fiskene hurtigt fra skibet og over i det automatiske sorteringsanlæg, hvorefter de pakkes med is i kasser. Når fiskene er pakket i kasser, bliver de transporteret ud til et stort palleteringsanlæg, som BILA har udviklet. Fire palleteringsrobotter palleterer tilsammen op til 48 kasser i minuttet, mens to andre palleteringsrobotter klarer op til banebrydende 20 kasser i minuttet for hver robot.

Tidligere blev laksene taget op af opdrætsanlæggene på i Norge og slagtet på land, før de blev pakket ned med tonsvis af is og sat på en lastbil videre til Europa eller sendt med fly til USA eller Asien. Nu fragtes laks af højere kvalitet til Europa på den halve tid, og samtidig fjernes en masse lastbiler fra vejene.

Mennesket skal generobre fabriksgulvet

Esben Østergaard, grundlægger af Universal Robots, der opfandt de første kommercielt duelige cobots, ser det som en hovedopgave at udvikle samspillet med robotter og mennesker.

Målet er, at mennesker generobrer magten over fabriksgulvet og gør det til en platform for innovation.

Esben Østergaard ser for sig, at vi nærmer os det han kalder Industri 5.0. Her imødekommer produktionsformerne, at kunderne vil have deres egne individuelle produkter - fremstillet i samarbejde med en designer, eller en anden ekspert, som leverandøren stiller til rådighed.

Dette lader sig ikke gøre i masseproduktion, men netop i fleksibel produktion baseret på produktions-øer, som dem Technicon fremstiller – blandt andet med brug af UR-robotter.

Foto: Volodymyr Pishchanyi

Det efterlader samtidig en plads til mennesker på produktionsgulvet. De skal udføre det, som en robot eller en automationsløsning stadig ikke kan.

Så langt er vi dog ikke endnu. I hvert fald ikke ifølge professor Henrik Gordon Petersen fra Syddansk Universitet, en veteran i dansk robotforskning, som i 90'erne var med til at udvikle de teknologier, som i dag har skabt basis for de kollaborative robotter, som spiller en stor rolle i den danske robotklynge.

"En robotcelle skal være ligesom at købe et værktøj, som du bare kobler til. Men der er ikke noget simpelt statement her – det er et sejt træk", siger han.

Andre forsøger også at løse problemet, men i Danmark er vi foran, fordi vi har krævende slutbrugere, som stiller krav, fordi de har små serier," tilføjer Henrik Gordon Pedersen.

Nye løsninger udenfor fabriksgulvet

Arbejdsmiljø og frigørelse af arbejdskraft til opgaver, der skaber større værdi, er i disse år på dagsordenen i mange danske virksomheder. Ikke mindst i landbruget, fødevareindustrien, sundhedssektoren og byggeriet - sektorer, som fylder meget Danmark.

I disse industrier er det svært at rekruttere nye medarbejdere. Samtidig er der behov for flere auto-

matiske løsninger, der fjerner ensidigt gentaget arbejde og øger præcisionen og akkuratessen i de opgaver, der skal udføres. Ligeledes er der fokus på bæredygtighed og ressourcebesparelser.'

Disse behov imødekommes af en voksende underskov af danske virksomheder med fokus på servicerobotter, der betjener sig af den nyeste teknologi på området.

Et eksempel er den såkaldte intelligente forsendelseskasse for blodprøver, som er udviklet af Klinisk Biokemisk Afdeling på Aalborg Universitetshospital sammen med to lokale teknologivirksomheder, Intelligent Systems og LT Automation .

Blodprøvens rejse fra den praktiserende læge til hospitalet foregår i Den Intelligente Forsendelseskasse, som har indbygget temperaturovervågning og sporbarhed.

Når blodprøven ankommer til analyse på hospitalets biokemiske afdeling, bliver den automatisk pakket ud og håndteret af robotløsningen, så bioanalytikerne slipper for ensidigt gentaget arbejde.

Med Den Intelligente Forsendelseskasse er det lykkedes at skabe større sikkerhed omkring blodprøver og de analyser, som gennemføres. Bl.a. undgår man, at de rystes, så de ikke skal tages om, og man fastholder prøverne i en temperatur på 21 grader celcius. Det betyder, at der bliver større patientsikkerhed og tryghed i forbindelse med diagnosticering.

Potentialet for denne opfindelse er stort. Alene i Danmark udtages der i almen praksis over 21 mio. blodprøver om året til forsendelse til biokemiske afdelinger med henblik på analyse – og tallet stiger med ca. syv procent om året. Alle disse prøver håndteres i dag manuelt. Bortset fra i Aalborg, hvor

Foto: LT Automation

Lasse Thomsen (født 1972), stifter af LT Automation

Lasse Thomsen har stiftet virksomheden LT Automation i Aalborg, som har stået for udvikling af en lang række automations- og robotløsninger til industri og sundhedssektor. Det gælder blandt andet genoptræningsrobotten Robert, som nu sælges på det europæiske marked i regi af Life Science Robotics. Desuden er Lasse Thomsen en af drivkræfterne bag opfindelsen Den Intelligente Forsendelseskasse, hvor han i samarbejde med Aalborg Universitetshospital og IT-firmaet Intelligent Systems har skabt et totalt løsningskoncept for intelligent logistik og automatiseret håndtering af blodprøver – fra rekvirering og prøvetagning til prøveanalyse i sygehusenes biokemiske laboratorier.

Potentialet for årets robotopfindelse i 2019 er kolossalt: Alene i Danmark udtages der i almen praksis over 21 mio. blodprøver om året til forsendelse til biokemiske afdelinger med henblik på analyse – og tallet stiger med ca. 7 % om året. Alle disse prøver håndteres i vid udstrækning manuelt i sundhedssektoren. Derfor opstod ideen til en intelligent forsendelseskasse, da menige medarbejdere på Aalborg Sygehus blev opfordret til at indsende idéer til nye robot- og automatiseringsløsninger. LT Automation, Intelligent Systems og hospitalet realiserede denne ide, som i starten af 2019 blev sat i drift på Biokemisk Afdeling på Aalborg Sygehus og nu efterspørges fra hospitaler i ind- og udland.

Foto: LT Automation

løsningen med den intelligente forsendelseskasse blev sat i drift i 2019.

Et andet eksempel er FarmDroid, en eldreven markrobot, der sår og renser afgrøder ved brug af positioneringsdata fra GPS-satellitter. Det sker på en bæredygtig måde, da robotten er CO2--neutral og kører ved hjælp af solenergi.

Hos Sund & Bælt, som driver Europas største betalingsbro over det 18 km brede danske farvand Storebælt, benyttes autonome droner til inspektion og reparation af bro-elementer.

Tilsvarende ser man en lang række hel og halvautomatiske løsninger, som er udviklet til byggesektoren – blandt andet den stemmestyrede skærerobot, Amigo, Den består af en mobil ramme og en værktøjs-adapter til forskellige typer vinkelslibere, overfræsere, dyksave og lignende samt et avanceret stykke software med talegenkendelse og -gengivelse. Hver tømrer bærer et headset, så han har hænderne fri til at måle op og montere. Ved at give håndværkerne nem stemmestyring af præcisionsskæring kan hastigheden øges markant.

En grøn profil

Ingen kan i dagens verden komme uden om at forholde sig til, hvordan produktions-systemer og nye løsninger spiller ind i forhold til den globale opvarmning og kundernes stigende krav om bæredygtighed.

Men også når det gælder den grønne omstilling, har den danske robotklynge svar på rede hånd.

Først og fremmest bidrager de mange dansk udviklede robotløsninger til at gøre lokal produktion i små serier billigere. Det gør det muligt at flytte produktion tættere på markederne og dermed undgå spildproduktion, som man oplever det hos virksomheder, der i 00'erne flyttede produktion til Asien. Ved at flytte produktionen tilbage og tættere på markederne reducerer man desuden energiforbruget.

Med danske produktionsløsninger gør man det også mere rentabelt at producere små serier af varer af høj værdi, som fremstilles lokalt. Ved at dreje forbruget over mod dyrere lokalt producerede varer af høj kvalitet og med lang levetid, gør man samtidig forbruget mere bæredygtigt.

Formanden for Teknologisk Institut i Danmark, Clas Nylandsted Andersen, peger på danske sorteringsrobotter, der sikrer, at restprodukter ikke smides ud, som med fordel kan genbruges. Det gælder for eksempel robotsortering af elektronikaffald, der gør det uligt nemmere at genbruge eksempelvis guld fra mobiltelefoner.

Sideløbende arbejder danske virksomheder med at gøre selve fremstillingen af robotterne bæredygtig, så de indgår i en cirkulær økonomi.

Rigtigt anvendt ses danske robotter og automationsværktøjer som en del af løsningen, ikke som en del af problemet ved den grønne omstilling.

Det kommer blandt andet til udtryk i arbejdet med at realisere Danmarks ambitiøse politiske målsætning om, at landets udledning af CO2 i 2030 skal være reduceret med 70 procent i forhold til niveauet i 1990.

Den opgave søges blandt andet løst i partnerskaber mellem regeringen og virksomhederne i en række

Robotter kan være en del af svaret på de udfordringer, verden står over for. Robotter kan og skal nemlig også til at spille en rolle i forhold til miljø og klima, eksempelvis inden for affaldssortering og genanvendelse. Det påpeger formand for Teknologisk Institut, Clas Nylandsted Andersen.

Foto: Teknokogisk Institut

brancher - herunder partnerskaber med IT- og produktionsindustrien.

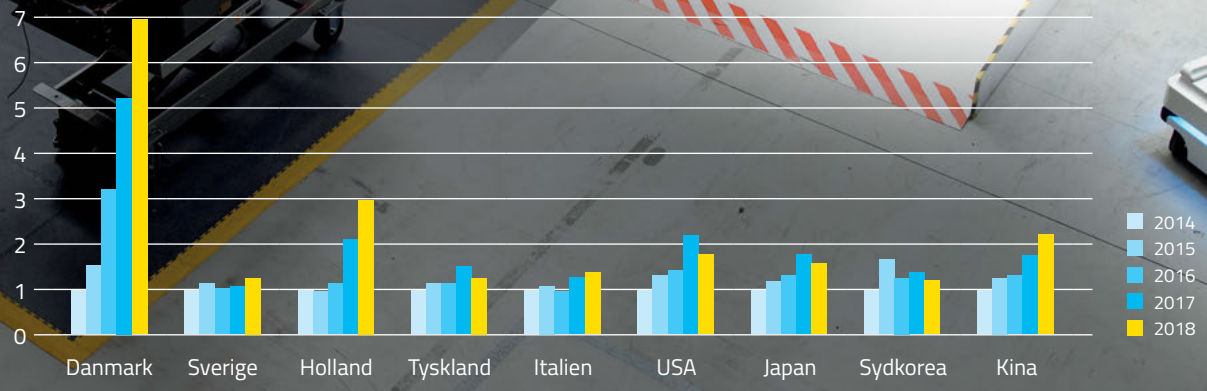
Her bliver automations- og robotvirksomhedernes hovedopgave at hjælpe andre virksomheder med løsninger, der energioptimerer produktionen og skaber bæredygtige produkter .

I denne sammenhæng ses den danske automations- og robotindustri som en national styrkeposition, der kan bidrage med løsninger, ikke blot i Danmark, men på globalt plan.

I en nylig opdatering af den danske regerings nationale robotikstrategi understreges det, at dansk-udviklet robotteknologi kan bidrage til udvikling og implementering af bæredygtige løsninger. Især inden for landbrug, byggeri og produktion. Samtidig opfordres SMV'er endnu mere end nu til at indføre robotteknologi for at forblive konkurrencedygtige. Den opdaterede strategi indeholder 10 initiativer til udvikling af den danske robotklynge - hovedvægten er på forskning, uddannelse og træning af arbejdsstyrken til at tilpasse sig ny teknologi.

Siden 2014 er der sket en markant vækst i den danske eksport. I 2018 var Danmarks eksport af industrielle robotter således næsten syv gange større end i 2014. Ingen andre lande har haft en lige så høj vækst – de lande der kom tættest på er Holland, der tredoblede eksporten og Kina, der fordoblede eksporten. Eksporten i 2014 er sat til indeks 1.

Indeks for udviklingen i eksport af indutrielle robotter



Kilde: Den danske robotklynge i et globalt vækstperspektiv, IRIS Group, 2019

Foto: MiR

KAPITEL 2

300 virksomheder – 30 mia. kroner

Den danske robot- og automationsklynge er især stærk inden for kollaborative og mobile robotter. Udviklingen af servicerobotter dominerer vækstlaget. Erfarne integratorer er foretrukne leverandører af automationsløsninger til førende industrivirksomheder.

Foto: Universal Robots

En meget væsentlig del af værdiskabelsen og væksten i et land sker i erhverv, hvor der gennem årene har fundet en geografisk koncentration og specialisering sted. IT-industrien i Silicon Valley i Californien med ikon-virksomheder som Apple, Google, Facebook med flere er det lysende eksempel.

Det er i sådanne specialiserede virksomhedsklynger, hvor læreanstalter og offentlige myndigheder bidrager til udviklingen, at et land eller en region har sine konkurrencemæssige komparative fordele i forhold til udlandet.

Op mod 40 procent af et lands værditilvækst pr. indbygger kan henføres til de konkurrencemæssige fordele, der opnås gennem specialiserede erhvervsklynger. Klynger og netværk fremmer viden-samarbejde, kompetenceudvikling og dermed innovation, udvikling og forskning i alle typer virksomheder.

Fire gange så mange små og mellemstore virksomheder bliver innovative, når de deltager i klynge- og netværksaktiviteter, sammenlignet med virksomheder, der ikke er med i klynge-samarbejder.

Denne sammenhæng er blandt andet påvist af den amerikanske erhvervsforsker Michael Porter. Han konkluderer i sin forskning, at den geografiske koncentration af virksomheder i en klynge forstærker en række innovative og produktive effekter:

- Transaktionsomkostningerne ved samhandel bliver reduceret.
- Information og kreativitet får et lettere flow.
- Lokale institutioner reagerer hurtigere på virksomhedernes specifikke behov, og konkurrencen mellem dem bliver mere intens.
- Eksistensen af klynger stimulerer opstarten af nye virksomheder.
- Det bliver lettere for iværksættere at se, hvor der er et behov for et nyt produkt eller en service, som ikke allerede er dækket af en virksomhed i klyngen.
- Der er desuden let adgang til forskningsbaseret viden, faglært arbejdskraft og specialiserede leverandører.
- Endelig er risikovillig kapital lettere at skaffe, da de finansielle aktører er bekendte med klyngens virksomheder og de risici, der knytter sig til dem.

Alle disse effekter kan man se afspejlet i den danske automations- og robotklynge, der er vokset kraftigt inden for de seneste 10 år.

Ydermere lever den danske klynge op til et andet væsentligt kriterium for, hvornår *densiteten* af virksomheder er stærk nok. Det er den, når de ansatte, der er tilknyttet klyngens virksomheder, fra den ene dag til den anden kan finde sig et nyt job i klyngens virksomheder inden for en transportafstand af et par timer.

Stor robot-eksport fra et lille land

Den danske automations- og robotklynge består af godt 300 virksomheder med 8.500 ansatte og yderligere 10.000 medarbejdere hos underleverandørerne. Samlet omsætter virksomhederne direkte for 18 mia. kroner. Regnes underleverandørerne med, stiger omsætningen til 30 mia. kroner.

Følger klyngen de vækstprognoser, der udarbejdes inden for fleksible industrirobotter og mobile robotter, hvor klyngen er stærkest, ventes den ifølge det danske analysebureau Damvad at nå en beskæftigelse på 25.000 ansatte i 2025.

Klyngens styrke kan aflæses i eksporttallene. 60 procent af omsætningen i klyngen går til eksport. Netop eksportens omfang viser klyngens styrke internationalt.

I 2014 stod danske robotvirksomheder ifølge tal fra International Trade Center for to procent af den samlede eksport inden for industrirobotter i en opgørelse, der omfatter Japan, Kina, Korea, USA, Italien, Tyskland, Holland, Sverige og Danmark. I 2018 var værdien af den danske robot-eksport nået op på seks procent af den samlede eksport af robotter fra de ni lande.

Danmark har også en efterhånden veludviklet sektor for chatbotter, eller softwarerobotter – blandt andet inden for fintech (finansiel teknologi) – men softwarerobotter indgår ikke i den automations- og robotklynge, som er fokus for denne bog.

Automations- og robotklyngens virksomheder er spredt ud over hele Danmark - dog med en betydelig koncentration på Fyn omkring Danmarks 3. største by, Odense, hvor godt en tredjedel af klyngens virksomheder ligger.

Men også i hovedstaden København og omkring landets anden- og fjerdestørste største byer, Aarhus og Aalborg findes der stærke forskningsmiljøer og virksomheder inden for robotteknologi.

Industrielt har klyngen særlige styrker inden for de såkaldte kollaborative robotter, fleksible robotter, der kan samarbejde med mennesker og ikke skal indhegnes. De kaldes også cobots. Her har virksomheden Universal Robots (UR), der kom først på verdensmarkedet i 2008 med en fleksibel seks-akset letvægtsrobot, en markedsandel på 50 procent. Yderligere en stærk spiller, OnRobot, er kommet til i dette marked inden for de senere år, hvor omkring 600 mio. kroner er investeret i virksomheden.

OnRobots ambition er at blive førende på tilbehør til robotter som gribere og sensorer.

En tredje stærk virksomhed er Mobile Industrial Robots, (MiR) som vokser kraftigt inden for autonome selvkørende transportrobotter til brug i industriel produktion og på hospitaler. Robotterne anvendes allerede i dag af store bilproducenter som Toyota og BMW, men de breder sig over alt i industrien.

Også på mobile robotter og servicerobotter - defineret som robotter udenfor fabriksgulvet - markerer klyngens virksomheder sig nu i stigende grad på globalt plan.

Ledestjernen er her Blue Ocean Robotics, der har udviklet steriliseringsrobotten UV DisinfectiOnRobot. De ser sig selv som en inkubatorvirksomhed for en serie af nye virksomheder, der udvikler servicerobotter.

Ellers kommer servicerobotterne navnlig fra vækstlaget af nye robotvirksomheder og startups. Knap 40 procent af alle klyngens knap 300 virksomheder er etableret siden 2010, og to ud af tre har færre end 20 ansatte.

Integratorer og forhandlere med stor erfaring

En anden væsentlig sektor i den danske robotklynge er integratorerne. Integratorer har eksisteret som maskinbyggere siden den industrielle revolution

holdt sit indtog i Danmark i 1870'erne. Fordi Danmark har en stærk fødevare- og medicinalindustri, har de danske integratorer navnlig stærke kompetencer inden for automationsløsninger til disse industrier, men betjener i øvrigt industrien bredt.

Blandt de danske integratorer, der markerer sig på verdensmarkedet, er virksomheder som Jorgensen Engineering, der især er stærk inden for automationsløsninger til den globale fødevareindustri. Det samme er tilfældet med Cabinplant, der blandt andet leverer produktionssystemer til fiskeindustrien. Sanovo er hovedleverandør af maskiner til behandling af æg.

En anden væsentlig integrator er Proinvent, der har velkendte danske kunder inden for sundhedspleje som Novo (insulin) , Coloplast (stomi-hjælpemidler). Andre integratorer med international position er Gibotech, som i de senere år har specialiseret sig i automatisering af hospitalslogistik, herunder automatiske sterilcentraler.

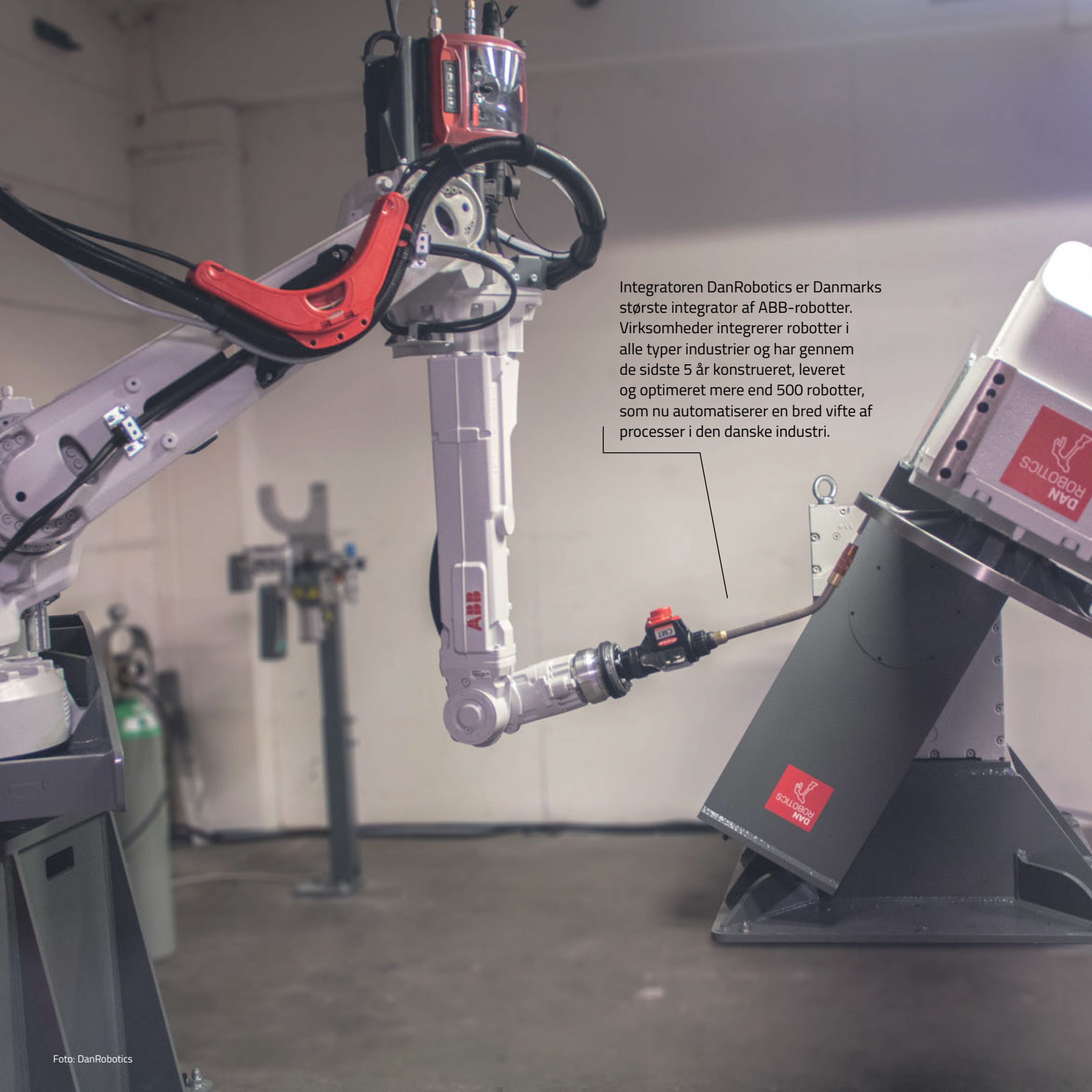
Forhandler- og rådgiverleddet i den danske automationsklynge rummer også stærke virksomheder. Svensk-schweiziske ABB har en stor dansk repræsentation inden for robotteknologi. Det samme har blandt andet tysk-kinesiske Kuka og japanske Fanuc.

ROBOTPROFIL

Enrico Krog Iversen (født 1964), adm. direktør og medejer af OnRobot

Enrico Krog Iversen har som direktør for Universal Robots haft en afgørende andel i at drive virksomheden frem til det stadium, hvor den kunne sælges til Teradyne. Han trådte til i 2008 som investor og CEO i Universal Robots. Enrico Krog Iversen er shippinguddannet hos A.P. Møller, blev siden salgschef i forældrenes virksomhed, der producerede brændeovne. Virksomheden blev i 2006 solgt til en norsk virksomhed og hedder i dag Scan A/S. Enrico Krog Iversen og hans familie fik knap 750 mio. kroner ud af salget af UR til Teradyne. Siden har Enrico Krog Iversen engageret sig i virksomheden OnRobot, hvor han har investeret et betydeligt millionbeløb, og hvor han virker som CEO. OnRobots mål er at blive verdensledende leverandør af applikationer og værktøjer til robotter.

Photo: OnRobot



Integratoren DanRobotics er Danmarks største integrator af ABB-robotter. Virksomheder integrerer robotter i alle typer industrier og har gennem de sidste 5 år konstrueret, leveret og optimeret mere end 500 robotter, som nu automatiserer en bred vifte af processer i den danske industri.

Foto: DanRobotics

Den danske Universal Robots-forhandler BILA, der også leverer hele automationsløsninger, satser i disse år internationalt. Foruden Skandinavien har BILA netop etableret sig på det amerikanske marked, og BILA har agenturet for Kawasaki-robotter i Skandinavien.

Stærke samarbejder på tværs

Tætheden i den danske klynge og det forhold, at de færreste virksomheder konkurrerer direkte med hinanden, gør det let at arbejde sammen.

Eksempelvis har integratoren Gibotech etableret et fælles selskab, Sanovo Technology Robotics, med førnævnte Sanovo. Der er udviklet en robotcelle, der kan stå for pakning og palletering af æg. Dermed bliver Sanovos ægbehandlingslinjer fuldautomatiske.

"Vi har i den danske klynge etableret et CEO-netværk, hvor vi kan dele viden og ideer. Tanken er også at gå sammen og tage nogle ordrer på eksportmarkederne, som vi ellers ikke er stærke nok til at tage alene – det gælder for eksempel automationsopgaver til bilindustrien," siger administrerende direktør i Gibotech, Henrik Anker.

Et andet eksempel er virksomhederne Scape Technologies (bin-picking) og Odico (automationsløsninger til byggeriet). De har begge den samme bestyrelsesformand, der har spillet en afgørende rolle i forbindelse med børsnoteringen af de to virksomheder på den danske vækstbørs, First North.

Forskning og uddannelse

En væsentlig forudsætning for, at den danske automations- og robotklynge fortsat kan vokse, er den forskning og uddannelse, som foregår ved de danske tekniske uddannelsesinstitutioner.

Her spiller Danmark Teknologiske Institut, DTI, som har sin automationsafdeling i Odense, en væsentlig rolle. Det samme gør Syddansk Universitet, universiteterne i Aalborg og Århus og Danmarks Tekniske Universitet i København.

Disse universiteter deltager i internationale forskningsprogrammer inden for automation og er samtidig meget aktive inden for anvendt forskning, hvor de har en bred berøringsflade til danske virksomheder.

Horizon 2020, EU's research- og innovationsprogram, er en god målestok for, hvor meget danske læreanstalter har fået tilført af midler til automations- og robotområdet. Til sammen har institutterne og de private virksomheder, de samarbejder med, fået tilført 493 mio. kroner til forskning inden for automation fra 2011 til 2018.

Disse og andre uddannelsessteder udbyder tilsammen en lang række uddannelser, der er målrettet robot- og automationsindustrien, og de kan alle melde om stærkt stigende optagelsestal. Der går dog nogle år endnu, inden uddannelserne kan levere flere af de ingeniører og teknikere, som den stærkt voksende danske automationsindustri efterspørger.

God adgang til risikovillig kapital

En fjerde vigtig faktor for udviklingen af den danske klynge er adgangen til risikovillig kapital. Her er der siden 2015 investeret omkring 7,5 mia. kroner i danske automationsvirksomheder.

I de senere år har kapital til bæredygtige ideer ikke været det store problem, det var i starten, inden klyngens udvikling for alvor tog fart.

I dag er startup-investeringer inden for robotteknologi hot blandt danske businessengle, især inden for servicerobotter.

Det selvom robotvirksomheder er dyrere og sværere at skalere op globalt, fordi de ikke alene er baseret på software, men også på elektronik og mekanik. Samtidig kræves ofte et internationalt salgsnet.

I Danmark er man selvsagt stolte af den udvikling, den danske automationsklynge har gennemgået, men ét er, hvad danskerne selv synes. Det afgørende er jo, hvordan den danske automations- og robotklynge klarer sig i konkurrence med andre klynger rundt om i verden.

Danmark og de andre

Udover den danske robotklynge findes der en række andre robotklynger i Europa og den øvrige verden. Flere af disse er organiseret i klyngeorganisationer.

Sverige har Robotdalen i det centrale Sverige, nord for Stockholm. Robotdalen har en historie tilbage til 1974, hvor Asea, i dag ABB, fremstillede sin første industrirobot. I 2003 blev de svenske virksomheder som ABB, Atlas Copco og områdets universiteter og læreanstalter organiseret i en klynge. En stor kunde er Volvo-fabrikkerne.

RoboValley i Delft i Holland er organiseret omkring Delft University of Technology og andre læreanstalter, hvor 170 robotforskere arbejder med industrirobotter, cobots og droner. Klyngen rummer omkring 30 startups plus nogle få større virksomheder inden for industrirobotter og droner.

I Europa står robotindustrien stærkest i Sydtyskland centreret omkring den tyske bilindustri, som robotfabrikken Kuka og redskabsproducenten Schunck er storleverandører til. Også Italien er med. Her findes en stor integrator, Comau, med tæt tilknytning til Fiat-fabrikkerne.

Oversøisk eksisterer der en stærk klynge af større robot-og automationsvirksomheder omkring Boston på den amerikanske østkyst, hvor der findes mere end 120 robotvirksomheder – blandt andet Brooks Automation (industriel automation) og iRobot (robotstøvsugere) og stærke universiteter som MIT og Harvard. Omkring Silicon Valley i Californien arbejdes der meget med autonome køretøjer i regi af blandt andet Google Robotics.

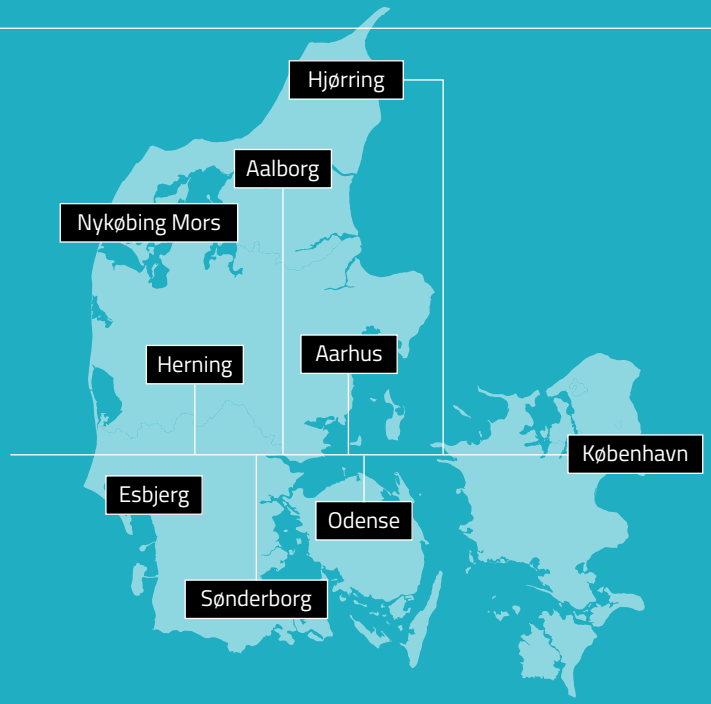
I Asien har Sydkorea og Japan stærke robotindustrier, grundlagt omkring de to landes bilindustrier I Korea er virksomheder som Samsung, LG og Hyundai dominerende, mens den japanske robotsektor domineres af Fanuc, Kawasaki, Omron og Honda Robotics.

Kina er en gryende stormagt på robotområdet med mere end 600 virksomheder koncentreret i Sydkina omkring Shenzhen og Hongkong, ligesom Kina har verdens største droneproducent, DJI.

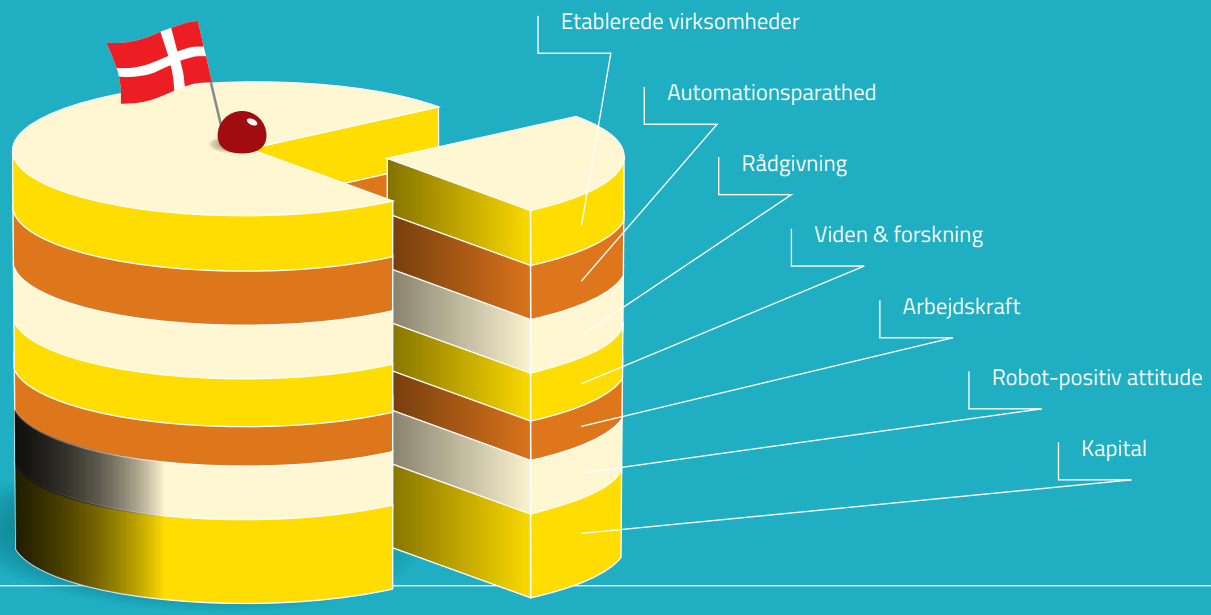
Den danske klynge er kendetegnet ved en række styrkepositioner, som er relevante i international benchmarking.

Hvad består robotklyngen af:

300 robotvirksomheder
100+ underleverandører
12 netværk
7 uddannelser
5 investeringsfonde



Danmarks opskrift på robot-sucess



Her afslører Damarks erhvervsminister Simon Kollerup planen om verdens største Cobot Hub.

I foråret 2020 blev de to Teradyne-ejede selskaber, Mobile Industrial Robots og Universal Robots, enige om at flytte sammen i en ny en kvart milliard kroner dyr ny bygning i Odense, der har kapacitet til at rumme 1100 medarbejdere. Formålet er at øge samarbejdet mellem de to virksomheder og samtidig gøre det attraktivt for kvalificerede medarbejdere at arbejde i denne nye såkaldte "Cobot Hub". Beslutningen er en bekræftelse på Teradynes satsning på Odense og Danmark som et centrum for udvikling og produktion af robotteknologi.

Foto: XXXXX

- Den danske klynge er i modsætning til flere af de internationale klynger ikke knyttet til en bestemt industri, som for eksempel bilindustrien.

- Den danske klynge har i sammenligning med andre klynger noteret sig den største vækst i eksporten af industrielle robotter.

- Danske forskere bliver i stigende grad citeret i anerkendte internationale tidsskrifter, ligesom stadig flere danskere optræder ved internationale konferencer på området.

- Den danske klynge er bedre repræsenteret og organiseret som klynge end andre steder i verden, hvor man sjældent kan finde en organisation, der repræsenterer én og samme indgang til klyngen.

Udlandet anerkender den danske styrke

Det er da heller ikke svært at finde udlændinge, der anerkender den danske styrkeposition.

"Økosystemet omkring den danske robotklynge er stærkt og unikt. Ingen andre i Europa er kommet tæt på Danmark, når det gælder om at bygge en vækststrategi op omkring robotteknologi. Der er en stærk supply chain og en multiplikatoreffekt i Danmark, hvor mange startups leverer innovation og nye ideer til etablerede robotvirksomheder, som har adgang til de globale markeder," siger således, Ali Muhammad, Senior Scientist ved Finlands Teknologiske Institut, VTT.

Mark Jagiela, CEO i Teradyne, som har investeret i alt ca. 800 mio. dollars i opkøb af to af lokomotiverne i den danske klynge, Universal Robots og Mobile Industrial Robots, siger det på denne måde:

"Da vi besluttede os for at investere strategisk i automationsindustrien, kiggede vi efter opkøbsmuligheder i hele verden. Men det var en overraskelse, at to af de virksomheder, vi havde valgt at investere i, lå i det samme lille land, ja faktisk i den samme by."

Mark Jagiela ser danskere som dygtige, logisk tænkende, samarbejdsvillige og på særlig vis i stand til at kombinere innovation med praktiske udfordringer.

"De danske robotvirksomheder har på trods af deres forholdsvis beskedne størrelse, været i stand til at skabe forretning lige fra begyndelsen, fordi de drives med god forretningssans og samtidig er dygtige til at fokusere på kunder."

Og så har danskere ifølge Jagiela en unik sans for design, også inden for robotindustrien.

"Det er vigtigt, når robotterne skal fungere i samarbejde med mennesker."

Mark Jagiela går så langt som til at sige, at de danske robotprodukter "fungerer på en nærmest venlig måde, jeg aldrig har set andre steder."

Redaktør Susanne Nördinger fra det anerkendte tyske Medie Verlag Moderne Industrie GmbH, har undersøgt den danske robotindustri.

"Danmark er blevet et vartegn for samarbejdende robotter. Det ses tydeligt på messer som Automa-

Om Robotics Alliance:

Robotics Alliance er et nationalt partnerskab med et fælles mål om at fremme robotindustriens udvikling i hele Danmark og fastholde vores globale markedsposition, som en af verdens førende robotproducerende lande. Partnerne i alliancen har rødder rundt omkring i Danmark er er følgende organisationer: RoboCluster, Odense Robotics, UAS Denmark, Brains Business, Sønderborg Erhvervsråd.

Mikkel Christoffersen er talsperson for Robotics Alliance og Cluster Director i Odense Robotics.

"Den stærke synergi imellem forskningen og virksomhederne noget af det der differentierer den danske robotbranche på den globale scene, og er medvirkende til vores store succes".

Foto: Instafilm

tica i München, hvor danske robotvirksomheder er tilløbsstykker," siger redaktøren.

Den amerikanske investor og journalist Frank Tobe kalder den danske robotindustri lige så god, omfattende, støttende og vellykket som klynger i Silicon Valley, Boston/Cambridge og Pittsburgh. Han bemærker den mekaniske dygtighed ved de danskfremstillede Universal Robots, der for eksempel dominerede på messen Automatica i München i 2018.

John Santagate, der har arbejdet for den Boston-baserede konsulentvirksomhed IDC, er på linje og peger på, at der især er udsprunget mange robot-eksperter og virksomheder af danske universitets-miljøer.

Rian Whitton, analytiker ved britiske ABI-Research fremhæver, at Danmark især har en styrkeposition inden for kollaborative robotter. Han ser den ikke svækket i de kommende år, selvom stadig flere konkurrenter kommer til.

Esben Østergaard, stifter af Universal Robots og selv med en fortid på amerikanske og japanske universiteter, peger på det forretningsmæssige og det anvendelsesorienterede danske universitetsmiljø, samt det forhold, at mange i den danske klynge efterhånden har tjent gode penge og geninvesterer dem i robotmiljøet.

"Der er ret mange i Danmark, der efterhånden ved, hvordan man tjener penge i det her felt, og der er også mange penge til rådighed. Både dem, vi selv har tjent, og de andre, der gerne vil ind. Der er mange universiteter rundt om i verden, der har stor robotviden, men der er ikke så mange, der bruger den viden til at lave virksomheder. Delft tekniske universitet i Holland har det, de kalder RoboValley. Men de mangler den forretningsmæssige side af det," siger Esben Østergaard.

Hård kamp om kvalificeret arbejdskraft

Den største trussel mod fortsat vækst i den danske klynge er den store efterspørgsel efter kvalificeret arbejdskraft. Det gælder både software-, elektro-

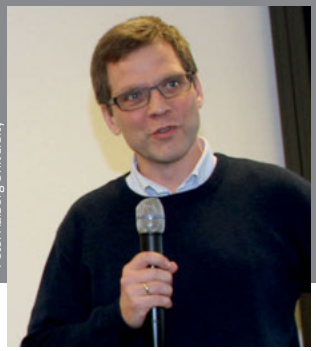


Foto: Aalborg University

Ole Madsen (født 1964), professor i produktion og automation, Aalborg Universitet

Ole Madsen er civilingeniør og har været en af de ledende kræfter i opbygningen og udviklingen af ekspertise i automation og robotteknologi ved Aalborg Universitets institut for materialer og produktion. Han er aktiv i projekterne Smart Produktion og Lille Hjælper, der gør det nemmere for små virksomheder at indføre automationsløsninger.

ROBOTPROFIL

nik- og mekanik-ingeniører, men det gælder også industriteknikere, elektrikere og anden faglært arbejdskraft. Der er i Danmark en betydelig mangel på unge med kompetencer inden for STEM (Science, technology, Engineering & mathematics).

Dog er det en problemstilling, som Danmark deler med de fleste andre vestlige lande.

Thomas Visti, CEO i MIR, ser imidlertid med fortrøstning på udviklingen.

"Vi har ansat 150 medarbejdere i det seneste halvandet år – vi kan godt rekruttere udenlandsk arbejdskraft til Danmark. Der er mange, der gerne vil arbejde med de banebrydende teknologier, som vi udvikler. Vi mærker klyngeeffekten. Der er ikke mange steder i verden, hvor klyngen fungerer så godt som hos os," siger han.

Claus Risager, CEO for Blue Ocean Robottics er mere bekymret.

"Vi ansætter 500 robotingeniører i klyngen om året – i hele Danmark bliver der uddannet 100 om året."

Han forudser, at de danske virksomheder i stigende grad må benytte sig af outsourcing og ansætte de bedste rundt omkring i verden.

"Vi ansatte en stor robotkapacitet, David Faconti i Barcelona – han vil godt arbejde for os. Så vi lavede et lille kontor i Barcelona – han havde nemlig også fire robotingeniører, han gerne ville have med."

ROBOTPROFIL

Foto: Universal Robots

Lasse Kieffer

Lasse Kieffer var som nyuddannet svagstrømsingeniør den første medarbejder i Universal Robots. Udover produktudvikling har Lasse Kieffer i rollen som Global Compliance Officer og som deltager i adskillige komiteer også bidraget til, at sikkerhedsstandarder også tager højde for de samarbejdende robotter, cobots. I 2017 stiftede Lasse Kieffer Purple Robotics, der udviklede en vakuumgriber til cobots. I 2018 købte OnRobot Purple Robotics for et tocifret millionbeløb. Siden har Lasse Kieffer fungeret som investor, sparringspartner til start-ups, robot-formand hos Dansk Standard og dommer til DIRA teknologiprisen. Samtidig udvikler han på sit næste iværksættereventyr.

Andre peger på, at danske robotvirksomheder i takt med globaliseringen får stadig flere filialer i udlandet. Derfor rekrutterer de her.

Det gælder for eksempel OnRobot, der har satellitvirksomheder i Ungarn og i USA.

Universal Robots har også købt en virksomhed i Boston, hvor der er udviklere.

Tredelt strategi skaffer arbejdskraft

Mikkel Christoffersen, talsmand for den danske klyngeorganisation, Robotics Alliance peger på tre indsatser, som skal afhjælpe manglen på kvalificeret arbejdskraft.

- Universiteter og uddannelsesinstitutioner for faglærte er i færd med at øge optaget. Det vil på sigt give både flere ingeniører og industriteknikere. Optaget er så stort, at det flere steder har været nødvendigt at indføre adgangsbegrænsning.

- Der er en efteruddannelsesproces i gang, hvor man oplærer teknikere fra andre fag til arbejde i robotindustrien.

- Yderligere forsøger Robotalliancen med et vist held at rekruttere medarbejdere i Sydeuropa, hvor mange velkvalificerede unge er uden beskæftigelse.

Trods forskelle i vejrlig, livstil og skatteregime lykkes det i stigende grad at lokke velkvalificerede sydeuropæere til at arbejde i den danske automations- og robotindustri.

ROBOTPROFIL

Danmark, et sted hvor robot-talenter trives

Selvom der er forskel i livsstil, vejr og beskatning lykkes det i stigende grad at hente robot-talenter fra hele verden til den danske robot- og automationsklynge.

Photo: Odense Robotics

Robotingeniør
Nicolas Valencia Espinoza
Nicolas er en chilensk robot-ingeniør. Nicolas tog sin familie med fra Chile for at arbejde i Danmark, først for Gibotech og senere for Sanovo Technology Robotics. Han er blot en af de mange udlændinge, der er med til at styrke den danske klynge af robotvirksomheder.

Robot-jobs i Danmark:
www.odenserobotics.dk/careers

Foto: Lindøværftet

KAPITEL 3

Dansk robotklynge har dybe rødder

Klyngen er især vokset inden for de seneste 10 år, men grundlaget er lagt for mange år siden.

Danmarks robothistorie: Stærkt samarbejde på tværs skabte grobund for en dansk robotindustri

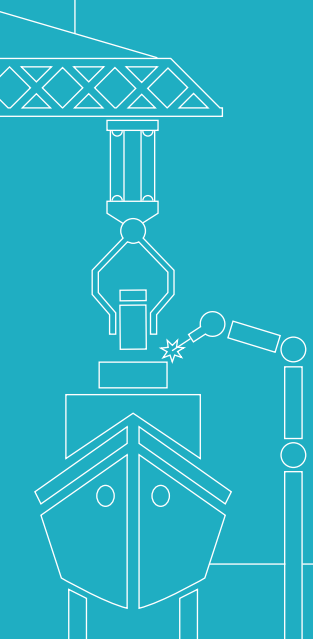
1982
Netværket DIRA, The Danish Industrial Robot Association, stiftes af danske virksomheder og uddannelsesinstitutioner med interesse for robotteknologi. I 2018 var der 130 medlemmer i netværket.

1988
Det danske innovations- og incubatorprogram etableres. Regionale incubatorer tilvejebringer rådgivning og kapital til innovative videnintensive starts ups indenfor robotområdet. Incubatorer virker i de meget tidlige faser af en virksomhed, hvor venture-kapital og private investorer tøver med at engagere sig. Programmet er udviklet i regi af Forskningsministeriet.

2001
Lindø Værftet lukker sin robotafdeling. Medarbejderne får lov at tage den teknologi, der er udviklet, med sig. Det giver grundlag for en række nye robot- og automationsvirksomheder.

Forinden er forskningsprojektet AMROSE, Autonomous Multiple Robot Operation in Structured Enviroments, sat i gang, finansieret af Lindøværftet, Det Danske Videnskabs Akademi, Syddansk Universitet, og et program under De Strategiske Forskningsråd. Målet er at udfordre grænserne for den hidtil kendte robotteknologi.

1982 1983 1984 **1985** 1986 1987 **1988** 1989 1990 1991 **1992** 1993 ... 1998 **1999** 2000 **2001**



1985
Lindø Skibsværft begynder at anvende automatisk svejsning og anden robot-teknologi, programmeret på værftets egen robotafdeling.

1992
Vækstfonden etableres. Det er den danske stats investeringsfond, som bl.a. er med til at skabe et dansk venture marked. Fra 1992 til 2018 har fonden finansieret mere end 7.900 danske mindre virksomheder, heriblandt adskillige robot-virksomheder.

1999
A.P. Møller og hustru Chastine Mc-Kinney Møllers fond donerer 75 mio. kr. til en bygning på Syddansk Universitet. Bygningen skal rumme Maersk Mc-Kinney Møller Instituttet for Produktion og Teknologi. Dansk Teknologisk Institut etablerer et Center for Robot Teknologi, som bliver Nordeuropa største kompetence-center indenfor robotteknologi.

2002
Netværket RoboCluster stiftes med base på Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet ved Syddansk Universitet. Initiativet blev støttet af universitetet, Ingeniørhøjskolen Odense Teknikum, Odense Tekniske Skole, det daværende Fyns Amt, Odense Kommune og Videnskabsministeriet som et såkaldt vækstmiljø.

2005
Et team af forskere ved Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet (MMMI) bestående af Esben Østergaard, Kristian Kassow og Kasper Støy undersøger mulighederne for at understøtte produktion af små serier og bløde emner med robotteknologi. De konstaterer, at der er behov for at investere i nye former for robotteknologi.

2008
Verdens første collaborative robot kommer på markedet fra Universal Robot, som er stiftet af forskerteamet ved MMMI.

2012
Unmanned Aerial Systems, UAS Denmark, grundlægges ved HCA Airport i Odense. Det bliver et internationalt testcenter for droner. Målet er at fremme innovation af droner. Centeret råder over 867 kvm. luftrum, hvor droner kan testes.

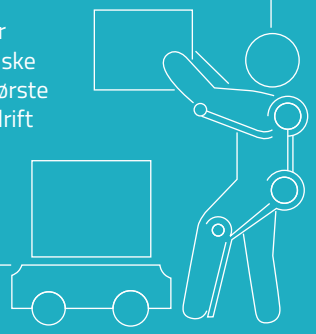
2014
Udvikling Fyn ,et regionalt udviklingsselskab stiftet af fem kommuner på Fyn, etablerer Odense Robotics. Formålet er at fremskynde vækst i den danske robot- og automationsindustri. Det sker ved at formidle samarbejde mellem virksomheder og forskningsinstitutioner og brande klyngen af robotvirksomheder.

2015
Der er etableres en incubator for robortvirksomheder i Odense. Universal Robots, der har lanceret den første cobot på markedet i 2008, sælges til amerikanske Teradyne, der videreudvikler virksomheden i Odense. Tre år senere – i 2018 sælges Mobile Industriel Robots, MiR, ligeledes til Teradyne.

2019
RoboCluster, Odense Robotics og UAS Denmark samler de 3 robot-organisationer under Erhvervshus Fyn under navnet Robotics Alliance. Med konsolideringen favner Robotics Alliance hele værdikæden nationalt for de 500 medvirkende danske virksomheder - fra den første spæde idé til, at det er i drift ude ved virksomheden.

2020
Verdens største hub for cobols etableres i Danmark. Med støtte fra Teradyne køber Universal Robots og Mobile Industrial Robots en byggegrund på 50 000 kvm. i Odense, hvor cobothubben skal placeres.

2002 2003 2004 **2005** ... **2008** 2009 2010 2011 **2012** 2013 **2014** **2015** 2016 2017 2018 **2019** **2020**



Det er ingen tilfældighed, at der er opstået en stærk klynge af automations- og robot-virksomheder i Danmark. Selvom klyngen især er vokset markant i de seneste 10-15 år, har den dybe historiske rødder. Klyngens virksomheder er skabt for at imødekomme danske virksomheders automationsbehov. Samtidig er mange af de løsninger, der er blevet udviklet, i tidens løb blevet eksporteret.

Siden industrien opstod i Danmark i 1870'erne har der været en voksende sektor af maskinbyggere og integratorer, som har bidraget til, at danske industrivirksomheder i dag er på et højt stade, når det gælder automation. Når de store bilproducerende lande fraregnes, er Danmark det land i verden, der har flest industrirobotter pr. indbygger. For hver 10.000 ansatte er der 230 robotter i Danmark.

De danske integrator-virksomheder afspejler den danske erhvervsstruktur, hvor en række industrier dominerer: fødevarer, medicin, energi, maskiner, jern og metal samt kemi.

På Fyn er der en stærk gartnerisektor, som har skabt grobund for en række fødevarevirksomheder. De virksomheder havde oprindeligt behov for udstyr til at måle, veje og pakke. Og da disse erhverv er arbejdskraftintensive, har de også gennem tiden haft blik for mulighederne ved automatisering. Det samme har slagterier, mejerier og medicinalvirksomheder.

Interessen for automation har fremmet udviklingen af et integrator-led af internationalt format. Det kendetegnes af virksomheder som Jorgensen Engineering, der leverer automatik til førende internationale fødevarevirksomheder som Nestlé og Danone. Firmaet er etableret i 1933. Et andet eksempel er Cabinplant, grundlagt i 1969, der automatiserer fiskekonservesindustrien.

ROBOTPROFIL

Foto: Jysk Fynske Medier

John Perram (født 1945), professor i anvendt matematisk

John Perram, australsk matematiker, kom til Odense Universitet som professor i anvendt matematik i 1975. Han og hans studerende udviklede metoder til hurtig simulering af komplekse molekyler. I processen opdagede John Perram, at metoderne også kunne anvendes til at simulere robotters bevægelser og finde veje til at styre dem. Hans forskning blev grundlaget for samarbejdet mellem universitetet og Odense Staalskibsværft om robotudvikling. John Perram var medstifter og medejer af selskabet AMROSE, der arbejdede med avanceret programmering af robotter. Siden bosatte han sig i Australien, hvor han underviste ved flere universiteter. John Perram genoptog i 2019 sit virke ved Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet.

I tidens løb er der oparbejdet en stor viden om automatik på Ingeniørhøjskolen i Odense, hvor mange af integrator-leddets førende teknikere er blevet uddannet igennem årene. Det samme er tilfældet på Danmarks Tekniske Universitet i København og på Aalborg Universitet.

Det har også spillet en betydende rolle, at den svensk-schweiziske ABB-koncern med sit veludviklede forretningsområde inden for robotter har været tungt repræsenteret i Danmark, specielt på Fyn, hvor ABB i mange år også producerede elektromotorer. ABB er fremdeles en væsentlig leverandør af automationsudstyr til danske virksomheder.

ABB har lagt mange kræfter i automatiseringsnetværket Dansk Robot Netværk, DIRA, der blev grundlagt i 1982. Her inspirerer flere hundrede virksomheder hinanden til at automatisere, eksempelvis ved at invitere på besøg i deres produktion og fortælle om deres erfaringer med automatisering. En af nøglefigurerne og ildsjælene i DIRA har igennem årene været en kendt skikkelse i den danske automationsverden, Leif Dalum, grundlægger af integrator-virksomheden ProInvent.

Værftsindustri havde brug for robotter

Den anden kilde til den danske automations- og robotklynges udvikling findes i den danske skibsværftsindustri, som i midten af 80'erne var domineret af Mærsk-koncernen, der er verdens største rederi. Koncernens skibsværft lå i Odense og var i 80'erne i skarp konkurrence med japanske værfter, der brugte svejserobotter.

Programmeringen af svejserobotter var imidlertid kompliceret, og derfor søgte værftet hjælp hos det tekniske fakultet på det daværende Odense Universitet. Her var professor John Perram, australier af fødsel, i gang med forskning i matematisk modellering af processer i den fysiske verden og i molekylær biologi. Det var en forskning, som også kunne bruges ved udvikling af robotter.

Kontakten udviklede sig til et fælles forprojekt, hvor man skulle simulere bevægelsen af en seksakset svejserobot i et arbejdsområde bestående af mange stålplader. Opgaven var at få robotterne til at bevæge sig i en kompleks struktur, uden at de ramte selve pladerne. Koordinaterne i hvert trin af simuleringen skulle gemmes og omformes til et program, robotten selv lavede.

I projektet kaldet AMROSE, Autonomous Multiple Robot Operation in Structured Environments, gjorde man op med datidens usmidige robotter ved at give robotterne fleksible bevægelser, ligesom projektet gav nye indsigter og opdagelser, der senere skulle hjælpe med at automatisere skibsproduktionen yderligere.

AMROSE blev omdannet til et fælles aktieselskab mellem universitetet og rederiet. I det nye regi udvikledes en installation med fire niaksede robotter på en teleskopstang monteret i en hal på værftet, hvor skibssektioner blev ført frem én efter én til endelig montering ved robotsvejsning.

Båndet mellem universitetet og rederiet blev siden styrket yderligere af oprettelsen af Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet på Syddansk Universitet i 1997 efter en donation på 80 mio. kroner fra Mærsk Mc-Kinney Møller - på det tidspunkt den største private donation til et dansk universitet nogensinde.

Instituttet blev sat i verden for at beskæftige sig bredt med anvendt matematik, robotstyring samt øvrige tekniske problemstillinger forbundet med automatisering.

Trods udviklingen af de avancerede svejserobotter lykkedes det dog aldrig for alvor at gøre skibsbygning rentabel i Danmark. Derfor trak Mærsk-koncernen sig ud af AMROSE -samarbejdet i begyndelsen af 00'erne.

Markant rolle til nøglepersoner

En del af de nøglepersoner, der senere har fået markante roller i opbygningen af den danske automations- og robotklynge, blev oplært og uddannet i AMROSE regi.

Det gælder blandt andet grundlæggeren af den mobile robotvirksomhed MiR, Niels Jul Jacobsen, hvis selskab i 2018 blev solgt til amerikanske Teradyne for 1,7 mia. kroner. En af de andre førende robot-entreprenører i den danske klynge, Claus Risager, der siden grundlagde Blue Ocean Robotics, Danmark førende leverandør af servicerobotter, arbejdede i Mærsk-værftets udviklingsafdeling.

Også professor Ole Madsen fra Aalborg Universitet, der i dag er en drivende kraft i den nordjyske robot- og automatikforskning, var involveret i arbejdet på Mærsk-værftet. Han oprettede dengang sit eget firma, der fik patent på de svejseprocesser, som den fleksible niaksede robot udførte på værftet.

I denne afgørende tid i starten af 00'erne, hvor de mange kompetente personer inden for robotteknologi på Fyn stod til at blive spredt for alle vinde, var der imidlertid en lille samling af ildsjæle tilbage. De

ROBOTPROFIL

Foto: MiR

Niels Jul Jacobsen (født 1963), SCO i Teradyne

Niels Jul Jacobsen er civilingeniør og robotudvikler. Han har undervist mange studerende på Syddansk Universitet i robotteknologi. Var teknisk direktør i AMROSE. Har desuden været projektleder på talrige robotforskningsprojekter. Stiftede i 2011 Mobile Industrial Robots (MiR), hvor han i 2014 fik Thomas Visti Jensen, tidligere CCO, VP og medejer i Universal Robots ind som medejer og administrerende direktør. Sammen med andre aktionærer solgte Niels Jul Jacobsen MiR til amerikanske Teradyne for 1,7 mia. kroner. Niels Jul Jacobsen er i dag Chief Strategic Officer i Teradyne og har sammen med sin hustru Charlotte Hybsch Jacobsen stiftet et ventureselskab, der investerer i nye robotvirksomheder i vækstlaget.

Cabinplant fremstiller og udvikler procesudstyr til den globale fødevareindustri. Med branchekendskab baseret på mere end 50 års erfaring er Cabinplant eksperter i at reducere produktionsomkostninger og minimere spild.

Foto: Cabinplant

havde en ide om, at robotmiljøet omkring værftet og universitetet måtte reddes. Dette var ligeledes en prioritet for Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, en række lokale uddannelsesinstitutioner samt Fyns Amt og Odense Kommune. De sidstnævnte var navnlig motiveret af, at Fyn på det tidspunkt havde mistet en stor del af sine traditionelle industriarbejdspladser på grund offshoring til Østeuropa og Asien, hvor produktionsomkostningerne var lavere.

Sammen skabte initiativtagerne organisationen RoboCluster, der skulle samle stumperne af det lokale robotmiljø op og sikre fortsat virksomhedsinteresse for forskning og udvikling af automationsløsninger og robotkompetencer i Danmark.

RoboCluster og universitetet havde held til at søge betydelige forskningsmidler hjem via EU, ligesom den danske regering bidrog med forskningsmidler inden for robotområdet. Det gjorde det muligt for universitetet at holde liv i en række udviklings- og forskningsprojekter i samarbejde med interesserede virksomheder.

Yderligere besluttede det Dansk Teknologisk Institut at forlægge sin robotafdeling til Odense i 2006 og dermed understøtte robotmiljøet, hvor nye ideer begyndte at spire på Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet. Ud af dette voksede stærke virksomheder, der var resultatet af den afgørende satsning på robotteknologi på instituttet en håndfuld år forinden.

I 2004 stiftedes virksomheden Scape Technologies, der med sin bin-picker skulle skabe gevinster i virksomheders produktion ved at automatisere ensformige, manuelle opgaver.

I 2005 stiftedes Universal Robots, der senere skulle vise sig at blive en af Danmarks største erhvervssucceser siden årtusindeskiftet, hvilket kulminerede med et salg i 2015 til amerikanske Teradyne for 1,9 milliarder kroner.

I de efterfølgende år stiftedes en række andre lovende virksomheder med personer fra Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet og tidligere Universal Robots-folk, der nød godt af de penge, de havde tjent og de generelt forbedrede økonomiske konjunkturer i kølvandet på de svære år under den finansielle krise.

Nogle virksomheder har i deres opstart koblet sig ret direkte på Universal Robots' succes, eksempelvis OnRobot, Purple Robotics, Robot Nordic, og Cobot Lift, hvorimod andre som eksempelvis Blue Ocean Robotics har etableret sig som en succes, der i samarbejde med strategiske partnere udvikler nye servicerobotter til løsning af markeds-behov. Virksomheder som Nordbo Robotics og TriVision har specialiseret sig inden for andre nicher. Senest er Mobile Industrial Robots (MiR) gået i Universal Robots' fodspor og er i sit blot femte leveår i 2018 blevet solgt til Teradyne, der nu ejer to af den danske robotklynges flagskibe.

Sønderjylland, hovedstaden og Aalborg

Sideløbende har automationsklyngen også siden årtusindskiftet udviklet sig udenfor Fyn.

Det gælder for eksempel i Nordjylland omkring Aalborg, hvor universitetets tekniske fakulteter specialiserede sig stærkt i automation. Tilbage i 1988 opstod en maskinfabrik på den nordjyske ø Mors, som siden blev til BILA, en stor integrator og

Foto: Gert Mørk

Foto: Gert Mørk

Mærsk Mc-Kinney Møller (1913-2012), skibsreder, A.P. Møller - Mærsk Gruppen

Skibsreder Mærsk Mc-Kinney Møller var levende optaget af at udvikle Odense Staalskibsværft, Lindø, til et af verdens mest avancerede værfter. Han accepterede, at der blev brugt meget betydelige millionbeløb på robot-forskning på værftet og donerede i 1997 en ny bygning og driftsstøtte til Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, et forskningscenter for automations- og robotteknologi ved Odense Universitet, senere kaldet SDU. Med en bevilling på 80 mio. kroner var donationen den største nogensinde til en dansk uddannelsesinstitution fra en privat donor. A. P. Møllers fond har siden fulgt op med yderligere donationer til instituttet.

forhandlervirksomhed i Danmark. Der har også været overlap til en klynge af elektronikvirksomheder omkring Aalborg, der har været underleverandører til mobiltelefonindustrien og telesektoren.

Siden 1985 har den nordjyske teknologivirksomhed Migatronic udviklet automationsløsninger til svejsning og håndtering. I Aalborg har også ildsjælen Lasse Thomsen gennem 20 år været en drivende kraft bag en række virksomheder, initiativer og robotopfindelser, blandt andet i regi af LT Automation og Life Science Robotics.

I relation til virksomhederne Danfoss (varmeregulering) og Linak (aktuatorer) er der skabt virksomheder og uddannelsesinstitutioner inden for mekatronic (mekanik, elektronik og software) i den sydlige del af Danmark omkring byerne Sønderborg og Nordborg nær den dansk-tyske landegrænse.

I hovedstadsområdet har der fra gammel tid befundet sig en række integrator-virksomheder, som har tjent regionens industri. Det gælder blandt andet ProInvent. Den grundlæggende forskning og udvikling er sket på Danmarks Tekniske Universitet.

ROBOTPROFIL

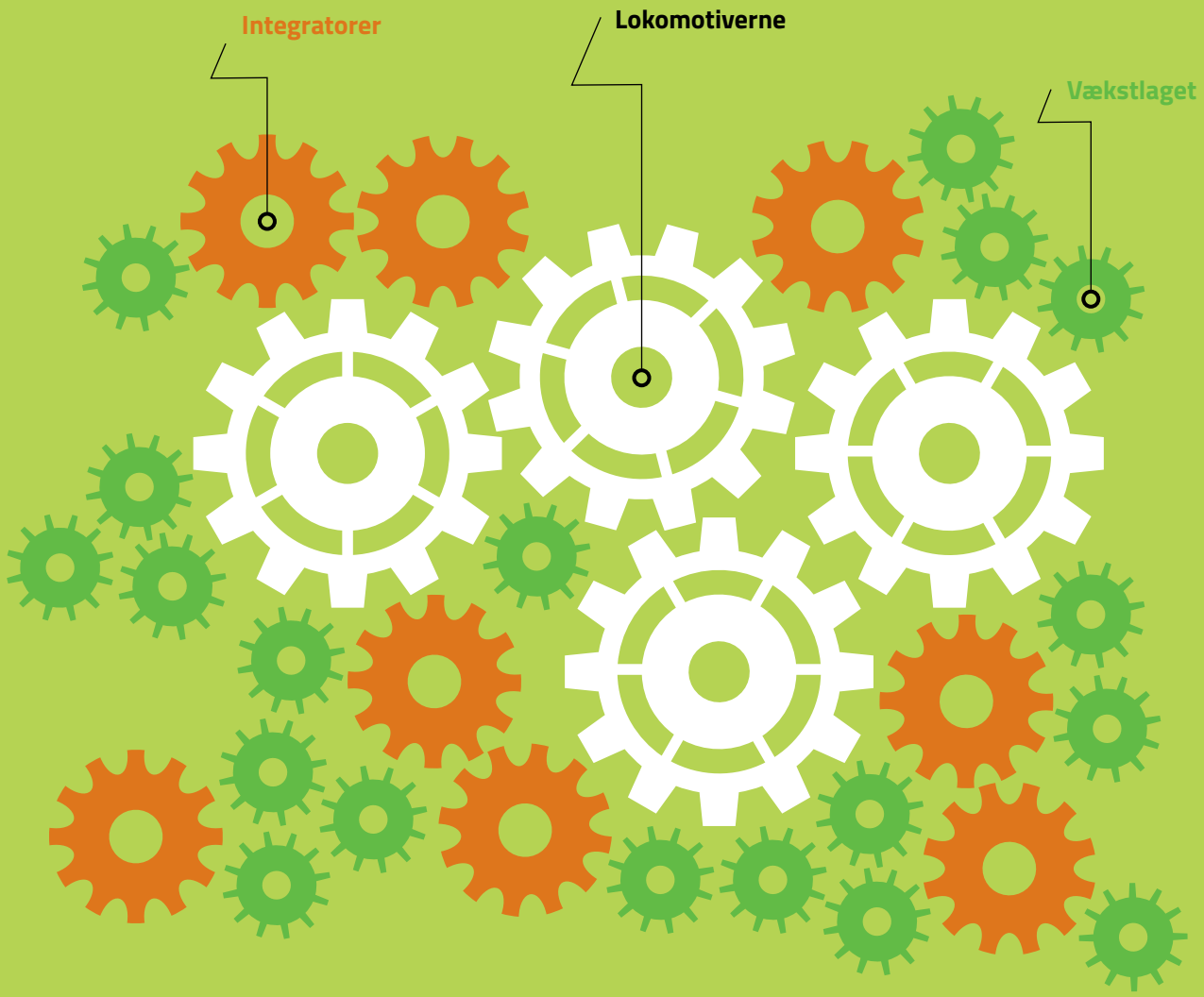
Foto: Blue Ocean Robotics

Claus Risager (født 1969), medstifter af og CEO i Blue Ocean Robotics

Claus Risager var robotingeniør ved Odense Staalskibsværft fra 1995 til 1999. Siden blev han robotkonsulent hos Teknologisk Institut og en af drivkræfterne bag dannelsen af kompetencenetværket RoboCluster. Han var stifter af Teknologisk Instituts Robotcenter i Odense i 2006 og leder frem til 2012. Han har ledet adskillige store tværfaglige forsknings-, udviklings- og innovationsprojekter fokuseret på at skabe automatiseringseffekter i industrien. I 2013 stiftede han sammen med to partnere Blue Ocean Robotics, der fungerer som en rugekasse for virksomheder, der udvikler servicerobotter. Blue Ocean Robotics har blandt fostret en virksomhed, UVD Robots, der markedsfører en robot, som desinficerer patientstuer på hospitaler.

Foto Jorgensen Engineering

Lokomotiverne i den danske robotindustri



Den danske robotindustri: Lokomotiver, integratorer og vækstlaget

Den danske automations- og robotklynge er kendetegnet ved tre kategorier af virksomheder.

Den første kategori er virksomheder, som producerer robotter og automationsløsninger som udvikler og producerer robotter og automationsteknologi til industrien. Det er klyngens lokomotiver.

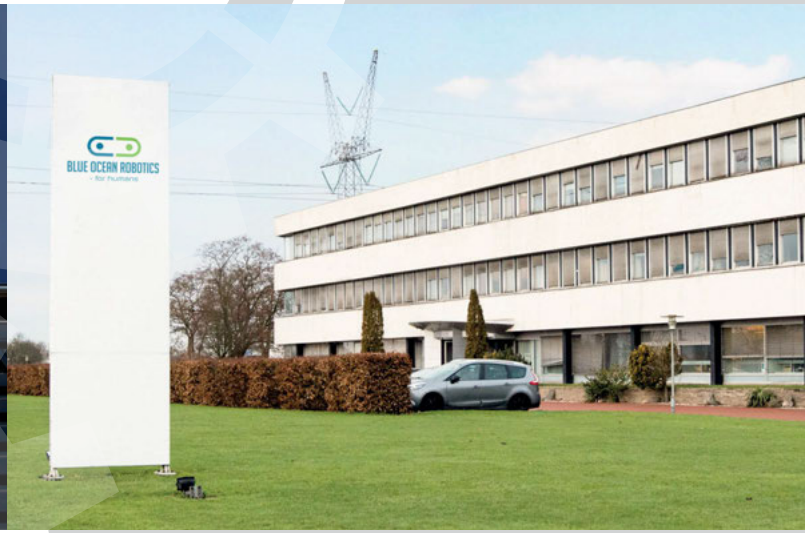
Den anden kategori er integrator-virksomheder og maskinbyggere, der installerer automationsløsninger til primært industrien.

Den tredje kategori er vækstlaget, som fortrinsvis består af mindre robotvirksomheder, som opdyrker nyt robot-land ved at udvikle nye typer robotløsninger til nye områder, også uden for fabriksgulvet.

Lokomotiverne

Klyngens lokomotiver, som producerer robotter og automationsteknologier.

robot


BLUE OCEAN ROBOTICS

Universal Robots har revolutioneret robotindustrien

Den danske virksomhed var først med en kommercielt brugbar kollaborativ robot. Mange konkurrenter er kommet til siden, men virksomheden har stadig halvdelen af verdensmarkedet.

Universal Robots sidder i dag på godt og vel halvdelen af verdensmarkedet for cobots, kollaborative robotter.

Universal Robots har revolutioneret robotindustrien ved at skabe en robotarm, der er fleksibel, let at programmere og relativt billig – ikke blot i store virksomheder, men også i de mindre, der fremstiller produkter i små serier. Den skal ikke som industrirobotter hegnes inde af sikkerhedshensyn.

Siden Universal Robots i 2008 installerede sin førte kommercielle seksaksede UR5-robot hos et lille dansk firma i København, har en lang række producenter meldt sig på markedet – først og fremmest de store producenter af industrirobotter som svensk-schweiziske ABB, japanske Fanuc, tysk-kinesiske Kuka, koreanske Doosan, japanske Kawasaki, amerikanske Yaskawa Motoman, italienske Comau med flere.

Men derudover er 50 andre producenter gået ind i markedet, heraf mange kinesiske, ligesom store e-handelsgiganter som Alibaba og Amazon er begyndt at udvikle og implementere deres egne cobots.

Analysebureauer vurderer, at markedet for cobots vil nå en værdi af 127 mia. kroner i 2027. I 2016 blev der solgt 10.100 enheder globalt. I de kommende år ventes markedet flerdoblet.

Hvad var det for en indsigt, der skabte de kollaborative robotter, som nu indtager fabriksgulvet over hele verden i rekordtempo?

Det begyndte med pizzadej og pølser

Det begyndte alt sammen på Syddansk Universitet i den danske by Odense, hvor forskere konstaterede et stigende behov hos mindre danske fødevarevirksomheder for at få installeret automationsløsninger baseret på robotter. I praksis havde det vist sig svært at bruge robotter, fordi man arbejdede med bløde og skrøbelige produkter som dej og kød, der ofte skiftede form og farve.

Samtidig var man i den danske fødevareindustri stillet overfor stigende krav fra kunderne om at fremstille produkter i stadig flere varianter og dermed produktion i mindre serier.

Foto: Universal Robots

Jürgen von Hollen, direktør, Universal Robots.

Gennem offentlig og privat finansiering blev der skaffet tre mio. kroner til et forprojekt "Fleksible robotter".

I sin foranalyse nåede projektleder Kristian Kassow frem til, at robotter i princippet kunne løse en lang række opgaver i de deltagende mindre virksomheder, for eksempel at placere kageforme på et bånd, at lægge poser med brød i papkasser og at lægge pølser på pizzadej. Men det kunne ikke betale sig at anskaffe stationære robotter til at løse hver enkelt af den type opgaver. Robotterne var simpelthen for dyre i forhold til, hvor små seriestørrelserne kunne risikere at blive.

Derimod var en flytbar, fleksibel robot interessant, da man på den måde kunne løse flere opgaver og omstille produktionen hurtigere.

Kristian Kassow og de andre deltagere i forskningsprojektet byggede en prototype på en sådan flytbar robot baseret på ABB's mest velegnede industrirobot. Men selvom robotten kun håndterede 1 kg lette emner, vejede selve robotarmen 98 kg. Robottens elektronikskab vejede 250 kg. Programmeringen foregik ved indtastning af kommandoer, lidt ligesom man gjorde i MS-DOS, det første programmeringssprog i IBM's pc'er fra midten af 1980'erne.

Robotprogrammering handler om at definere punkter og kurver i rummet. På baggrund af de nye grafiske brugergrænseflader, som var udviklet til professionelle 3D-tegneprogrammer, forekom det Kristian Kassow åbenlyst, at det ville være muligt at lave et mere grafisk orienteret programmeringssprog til robotter. Et sprog, som ikke krævede, at man lærte sig en syntaks med kommandoer.

En virksomhed fødes

Han vurderede samtidig, at det måtte være muligt at lave en industrirobot, som vejede mindre, koste-de mindre og var nemmere at anvende for folk, der ikke kunne programmere.

Kristian Kassow, selv civilingeniør med speciale i mekanik, fandt sammen med Esben Østergaard, verdensmester i robotfodbold i 1998 og assisterende professor i robotteknologi og med robotforsker Kasper Støy.

Sammen stiftede de Universel Robots. Et navn, der har en magisk klang i robotkredse, fordi det relaterer sig til den tjekkiske forfatter Karel Capeks berømte skuespil fra 1921 om robotbyggeren Rossums universelle robotter, der til sidst gør oprør mod de menneskeer, som de er sat til at arbejde for.

Sammen skabte de efter tre års arbejde, finansieret af et mindre statsligt dansk ventureselskab, Science Ventures Denmark, den første kommercielle Universal Robots-robot. Den roterede om seks akser og havde en løfteevne på 5 kg. Rotationshastigheden nåede op på 180 grader pr. sekund og præcisionen endte med at nå helt op på 0,1 millimeter. Dog kom robotten til at veje 19 kg. Fire kg mere end forventet, da udviklingsprocessen begyndte. Men langt mindre end de 35-100 kg, som typiske industrirobotter med tilsvarende rækkevidde og løfteevne dengang vejede.

Også prisen blev højere, end stifterne oprindelig havde forestillet sig. Frabriksprisen kom op i nærheden af 110.000 kroner. Den var dog væsentligt billigere end andre mindre robotter, som var tilgængelige på markedet i anden halvdel af 00'erne. Universal Robots-robotten var samtidig den første, der kunne betjenes via en touchskærm med en grafisk brugergrænseflade. På Teknologisk Institut havde Universal Robots gennem en omfattende testprocedure fået bekræftet, at robotten ville kunne fungere tilfredsstillende og sikkert uden afskærmning. Hvilket skulle vise sig at blive et afgørende salgsargument.

Resten er historie

Resten er historie, som man siger. Men en meget interessant en af slagsen.

Ude i det danske marked var man begejstret for den nye prisbillige fleksible robot. Den danske stats Vækstfond skød kapital i Universal Robots. En ny kommerciel ledelse med Enrico Krog Iversen som CEO blev sat ind. Fra begyndelsen kommunikerede Universal Robots, at virksomheden ikke solgte teknologi, men reducerede produktionsomkostninger. Der blev samtidig lagt en aggressiv PR-strategi, hvor Universal Robots konsekvent fortalte historien om, hvor virksomheden ville være om to år. Tilliden til robotterne som et nyt, uprøvet produkt på markedet blev opbygget gennem slutbrugerne, der ivrigt leverede case-historier om, hvordan de styrkede deres konkurrenceevne ved brug af de danske robotarme.

Produktudviklingen blev styret efter et teknisk roadmap, der skitserede vejen for udvikling af robotter frem mod selskabets 10-kgs robot UR10, der blev lanceret i 2012. To år efter kom en ny generation af Universal Robots' robotarme på markedet.

I løbet af processen fokuserede Universal Robots kun på robotarmen; implementeringen af robotterne i produktionen var en opgave for Universal Robots' forhandlere, heraf mange integratorer. Forhandlernettet blev udbygget til at blive globalt i 2015, hvor virksomheden blev solgt til amerikanske Teradyne, der havde besluttet at gå massivt ind i forretningsområdet "Industrial Automation". I mellemtiden havde ikke bare mindre virksomheder, men også store som den tyske bilkoncern BMW meldt sig som kunder.

Undervejs i udviklingen forlod den ene af de oprindelige stiftere, Kristian Kassow, Universal Robots, for senere at starte egen virksomhed, mens den anden stifter, Esben Østergaard, blev hos Universal

Shad, der er en spansk producent af tilbehør til motorcykler, bruger danske cobots for at optimere produktionen og forbedre arbejdsmiljøet.

Foto: Universal Robots

Universal Robots har massiv medvind i USA, hvor der stadig er kolossale muligheder for vækst. Det skyldes blandt andet, at det amerikanske marked bugner med mindre produktionsvirksomheder, der så småt begynder at bruge robotter – og fremover bliver nødt til det, hvis de vil overleve. Her er det RCM Industries, der tog cobots i brug for at tackle øget konkurrence fra tilsvarende producenter i Mexico.

Foto: Universal Robots

Robots som teknisk direktør indtil 2019, hvor han nedsatte sig om business angel og tech-entreprenør med virksomheden ReInvest Robotics.

Ved salget til Teradyne havde Universal Robots nået en årsomsætning 415 mio. kroner – et driftsoverskud 55 mio. kroner ansatte.

I 2018 var omsætningen tredoblet til 1,5 mia. kroner, driftsoverskuddet nåede op på 287 mio. kroner, og antallet af ansatte var steget til 489. Resultatet svarede til en overskudsgrad på 20 procent.

Ny platform baner vej for Universal Robots-produkterne

Mens opgaven i pioneårene især var at få udviklet robotterne og opbygge et salgs- og serviceapparat, handler det under Teradynes ejerskab om at udnytte det store globale salgs-potentiale for cobots, som alle analyser viser, er der.

I en verden, der i stigende grad præges af ustabilitet, sælger Universal Robots budskabet om, at cobots er svaret på det, som ustabile tider kræver af virksomhederne – et produktionsapparat med stor fleksibilitet.

Her spiller den særlige produktplatform, økosystemet UR+, som Universal Robots har etableret for applikationsudviklere, en afgørende rolle.

Universal Robots koncentrerer sig om at videreudvikle og forfine selve robotarmen, mens anvendelsen i vid udstrækning overlades til udviklere, præcis som Apple har gjort det med sin iPhone.

Hundredvis af produkter bliver testet og godkendt til at fungere med cobots fra Universal Robots. Fra gribere og tilbehør til vision-systemer og software. Disse UR+-produkter er samlet på en portal (https://www.universal-robots.com/plus/).

De store definerede cobots forkert

Universal Robots' direktør, Jürgen von Hollen, ser ikke Universal Robots' mange konkurrenter som Universal Robots' største udfordring.

"Vi har over 50 konkurrenter, men mange af dem er først begyndt inden for de seneste 18 måneder. De har kun et koncept. Vores største udfordring handler om kunder, der er i tvivl om de skal automatisere eller vente. Hvis man står med en gammel CNC-maskine, tænker man måske ikke på yderligere automation, med mindre man helt konkret kan se, hvad robotten kan gøre for en. Den indsigt skal vi bringe ud til kunderne. Vi skal sammen med vores forhandlere og integratorer hjælpe dem med at investere i automation," siger Jürgen von Hollen.

Han peger her på Universal Robots' forretningsmodel som en afgørende faktor. Man hjælper kunderne med at opnå proof of concept, hvor robotterne kommer i spil og gerne afsættes på låne- eller leasingvilkår. Det forhandlernet og det udvikler-community, som Universal Robots har bygget op, er ikke sådan bare lige at efterligne.

Mange har gennem årene undret sig over, at de store traditionelle producenter af industrirobotter overlod cobotsmarkedet til Universal Robots og først senere er kommet massivt på banen.

"Vi er så heldige, at de traditionelle spillere har defineret cobots forkert. Da de så, hvad Universal Robots havde lavet, sagde de: Det handler om sikkerhed. Sikkerhed får dig ind i spillet, men det er det intuitive design, det, at det bliver lettere at bruge robotter, der er afgørende. De traditionelle konkurrenter har gjort deres cobots sikre, men de bruger det samme software, som de har brugt til de store industrirobotter," fastslår Universal Robots' direktør.

Universal Robots arbejder i dag tæt sammen med Energid i Cambridge, Massachusetts i USA , som Teradyne har tilkøbt til forretningsområdet Industrial Automation (IA) i 2018. Energid har udviklet robot-kontrolsystemer, simulationssoftware og visionssystemer. Forventningen er, at der kan skabes synergi på tværs, ligesom der også kan det med den anden store Teradyne-ejede danske lokomotiv-virksomhed, Mobile Industrial Robots.

www.universal-robots.com

Mobile Industrial Robots optimerer logistikken i den globale industri

Den danske producent er i fuld gang med at erobre verdensmarkedet for intern transport.

Niels Jul Jacobsen er en af veteranerne i det danske robotmiljø. Han har gennem årene undervist og forsket i robotteknologi på Syddansk Universitet og været medstifter af pionervirksomheden, AMROSE, der leverede de første niaksede fleksible svejsesystemer til det nu hedengangne Odense Stålskibsværft.

Han kender alt til teknisk robotudvikling. Niels Jul Jacobsen lykkedes derfor i 2013 med at designe en mobil robot, som industrien kunne se en fornuftig forretning i at bruge til at automatisere intern logistik. I dag sidder han fortsat i topledelsen af Mobile Industrial Robots (MiR), der har erobret 60-70 procent af verdensmarkedet for mobile robotter til intern transport. I alt er 4000 mobile robotter blevet bygget i Odense og leveret ud til fabrikker i hele verden.

De mobile robotter kan erstatte både samlebånd, trucks og medarbejdere, der manuelt skubber vogne rundt i en produktion. Teknologien forbedrer arbejdsmiljøet og optimerer logistikken på én gang.

"Der findes mange mobile transportrobotter på markedet, men de fleste er ikke tilstrækkeligt brugervenlige eller rentable. Hvis robotter skal tjene sig selv hjem på interne transportopgaver, skal tilbagebetalingstiden være under to år. Og det er der, vi ligger med vores mobile transportrobotter. Hvis robotterne ikke kan lave nok arbejde i forhold til den samlede pris for dem, får man dem ikke solgt. Det er dén udfordring, vi har løst her i Mobile Industrial Robots," forklarer Niels Jul Jacobsen.

Robotten skal kunne bevæge sig autonomt og køre uden om forhindringer – hvad enten det er ting eller mennesker. Sikkerhedskravet er afgørende for, at robotten kunne køre blandt mennesker og samarbejde med dem. I praksis løste stifteren af Mobile Industrial Robots udfordringen ved at designe en mobil robot, baseret på standardkomponenter i en tid, hvor både computerkraft og visionsystemer tog store teknologiske tigerspring og samtidig faldt i pris. Til at navigere bruger MiR-robotterne laserscannere og 3D-kameraer, som hjælper robotten til at lokalisere sig selv og se forhindringer. Niels Jul Jacobsen og hans udviklerteam forstod desuden fra start at programmere effektive og robuste algoritmer, som kunne tolke alle de mange informationer, robotten indsamler på sin færd, og på den måde kører Mobile Industrial Robots robotterne selvstændigt og sikkert rundt.

Foto: MiR

Thomas Visti, CEO, Mobile Industrial Robots.

MiR100 var Mobile Industrial Robots' første robot, og siden er sortimentet af MiR-robotter udviklet yderligere – de har fået større løfteevne, rækkevidde, modeller i pallestørrelse, mulighed for at trække vogne med en krog samt en lasteevne fra 100 til 1000 kg.

Salget af Mobile Industrial Robots' robotter blev sat i gang, da Niels Jul Jacobsen i 2014 optog Thomas Visti, forhenværende næstkommanderende og salgsdirektør i Universal Robots, som ny CEO og medejer.

"Det er en del af vores virksomheds DNA, at vi er firstmovers. Vi opererer på et marked med ekstremt stort potentiale og sætter hele tiden nye standarder for robotter til intern logistik med innovative funktioner, der opfylder kundernes behov. Vi har valgt at tænke stort og at gå globalt lige fra begyndelsen, og derfor er vi i dag markedsledende på vores felt," oplyser CEO Thomas Visti.

Mobile Industrial Robots er således lykkedes med at blive leverandør til de helt store sværvægtere i den globale industri, som bruger den fynske teknologi til at optimere og automatisere deres interne logistik på fabrikker i hele verden. I dag flytter Mobile Industrial Robots' robotter rundt på komponenter i produktionsmiljøer i industrien, men de kører også på hospitaler, hvor de for eksempel transporterer steriludstyr og medicin.

"I Universal Robots var vi firstmovere på cobots. Mange kunder var små virksomheder, men de havde dog en forestilling om, hvordan de ville bruge en robot og til hvad, fordi den overtog helt specifikke arbejdsopgaver. Her er vi firstmovere på den måde, at vi skal lære forhandlere og slutkunder at gentænke og effektivisere hele deres interne logistik med de mange nye muligheder, vores teknologi åbner," forklarer Thomas Visti.

De store kunder har en klar business-case

I modsætning til Universal Robots' første kunder er mange af Mobile Industrial Robots' kunder store, multinationale virksomheder. De første virksomheder til at afprøve og implementere den nye transportteknologi var primært fra bil- og elektronikindustrien, men i dag dækker Mobile Industrial Robots en lang række andre segmenter, og har blandt andet store forventninger til logistik- og e-handels-segmentet. Mobile Industrial Robots' kunder tæller i dag virksomheder som hollandske

Hos grossistvirksomheden ICM i Odense, Danmark, er logistikken automatiseret med lokalt producerede robotter. Logistikken på højlageret kører nu i et mix af medarbejdere, mobile robotter og trucks. ICM's blandingsforhold er 3 mobile robotter, 3 bemandede højtrucks, 10 manuelle stablere og 26 dedikerede medarbejdere.

De mobile robotter har ikke kun øget effektiviteten hos ICM. De har også styrket arbejdsmiljøet for de ansatte, der slipper for at bruge sammenlagt 40 timer ugentligt på manuelt at køre paller på en stabler til og fra højlageret.

Foto: Mobile Industrial Robots

Unilever, japanske Toyota, amerikanske Ford, tyske DHL, britiske Honeywell og fransk-engelske Airbus for blot at nævne nogle få. Det skyldes ifølge Thomas Visti, at de store virksomheder har ressourcer til at være først med ny teknologi, ligesom de har store fabrikker med tilsvarende stort potentiale for optimering af intern transport. På sigt er Mobile Industrial Robots overbeviste om, at mellemstore virksomheder også vil adaptere teknologien for at kunne bruge deres medarbejderressourcer bedst muligt.

Potentialet er stort. Hos Mobile Industrial Robots peger man på, at der globalt bliver solgt 1,3 mio. gaffeltrucks om året. Det siger noget om, hvor stor en del af den interne transport, der kan automatiseres med mobile robotter.

Tempoet afhænger i nogen grad af, hvornår flere produktionsvirksomheder går over til fleksibel modulbaseret produktion. Forventningen er, at fremtidens fabrikker bliver bygget til mobile robotter. Analysehuset ABI Research spår en stejl vækst for mobile robotter; i 2030 vil det årlige salg være vokset til seks millioner mobile robotter.

"I dag bliver mobile robotter primært installeret i eksisterende produktionsmiljøer, og her installerer vi 15-20 mobile robotter i en fabrik. I fremtidens fabrikker forventer vi, at mobile robotter vil blive tænkt ind i layoutet, og så kan man sagtens forestille sig 75-100 på et site," mener CEO Thomas Visti.

I 2018 rundede Mobile Industrial Robots' omsætning 200 mio. kroner. I samme år købte amerikanske Teradyne, der også ejer Universal Robots, Mobile Industrial Robots for 1,7 mia. kroner.

Forinden havde blandt andet Esben Østergaard, stifter af Universal Robots og nu robotentreprenør, skudt penge i Mobile Industrial Robots, ligesom de to business angels Torben Frigaard Rasmussen og Søren Juul Jørgensen var trådt til.

Der er plads til yderligere udvikling i MiR-regi i takt med, at nye teknologier vinder frem.

"Vi skal derhen, hvor robotterne kan skelne mellem forskellige mennesker, for eksempel via stemme- eller ansigtsgenkendelse. For det kunne jo være, at robotten skulle levere noget til en bestemt person, for eksempel medicin på et hospital. Det handler om at give robotterne en forståelse for menneskernes intention: Skal den undvige eller interagere?" siger Mobile Industrial Robots' stifter Niels Jul Jacobsen.

Derfor introducerede Mobile Industrial Robots i 2019 kunstig intelligens som supplement til navigationssystemet i de mobile robotter. Det gør robotterne i stand til at kende forskel på forskellige dynamiske elementer, såsom en person og en gaffeltruck, og efterfølgende agere ud fra det. Dette er første skridt på vejen til mere intelligente mobile robotter, som interagerer endnu mere effektivt med deres omgivelser.

Mobile Industrial Robots har nu også samme ejer som virksomheden "AutoGuide" nær Boston, som Teradyne opkøbte i slutningen af 2019. AutoGuide fremstiller mobile robotter og andre køretøjer til transport af tungere emner, og disse kan supplere Mobile Industrial Robots' mobile robotter.

www.mobile-industrial-robots.com

Teradyne vil være en stor spiller inden for industriel automation

CEO Mark Jagiela: Det investeringsafkast, som vore danske virksomheder tilbyder kunderne, er attraktivt uanset de økonomiske konjunkturer.

Teradyne er en kendt amerikansk udvikler og producent af testudstyr til halvledere. Koncernen, der har hovedkontor i North Reading nær Boston, omsatte i 2018 for 14,1 mia. kroner med 5.000 ansatte.

Under CEO Mark Jagielas ledelse begyndte Teradyne i 2015 at se sig om efter nye forretningsområder, der kunne supplere Teradynes velkørende, men mere modne testforretning.

Blandt flere alternativer faldt valget på Industrial Automation (IA). Som led i etableringen af det nye forretningsområde har Teradyne købt to af lokomotiverne i den danske automations -og robotklynge Universal Robots og Mobile Industrial Robots.

Næsten 4,1 mia. kroner har Teradyne allerede investeret i de to danske virksomheder, der ovenikøbet ligger i den samme danske by, Odense. Teradyne forventer ifølge Mark Jagiela at kunne sælge cobots og mobile robotter fra de to danske virksomheder og deres søsterselskaber for omkring 13 mia. kroner i 2025.

For en amerikansk børsnoteret virksomhed er det afgørende at kunne leve op til aktionærernes forventninger – både på kort og langt sigt. Og kan man ikke det, forventer aktionærerne i stedet at få deres penge retur i form af for eksempel tilbagekøb af aktier eller ekstraordinære udbytter.

Så hvorfor kaste sig over Industrial Automation, når man har en velprøvet testbusiness, der giver gode afkast?

Mark Jagiela er ikke i tvivl:

"Vores testforretning har en vækstrate på niveau med GDP årligt. Det er ikke dårligt, men heller ikke vildt spændende for aktionærerne og de ansatte. Derfor tillader aktionærerne os at investere i forretninger, der ligger tæt op ad Teradynes kerneforretning, forudsat at vi kan levere og skabe succes. Sandheden er, at hvis vore investeringer i IA var mislykkedes, ville aktionærerne være meget tilbageholdende med at tillade os at forfølge disse muligheder. Men det forhold, at opkøbene af Universal Robots og Mobile Industrial Robots har været en spektakulær succes, har givet dem mere tillid og tilskyndet os til at gøre mere. De afkast, som vi har kunnet generere i denne forretning, er meget bedre, end det de selv kan opnå ved alternative investeringer."

Foto: Teradyne

Teradynes koncernchef ser på sigt flere synergimuligheder mellem koncernens virksomheder inden for IA.

Over tid vil der både ske en lokal integration og samarbejde over landegrænser. I den sammenhæng er det vigtigt, at Teradyne som moderselskab bidrager med andet end penge.

Her fremhæver Mark Jagiela virksomhedernes supply chain, hvor Teradyne har sikret, at de danske virksomheder får en højere status hos underleverandørerne, hvilket har givet fordele både på kvalitet og omkostninger. Samtidig har Teradyne hjulpet virksomhederne med lokal ekspansion, for eksempel bor MIR's japanske afdeling hos Teradyne i Tokyo

Vigtigt at sammensætte den rigtige portefølje

Strategisk peger han på, at Teradyne vil bistå de danske virksomheder ved at sammensætte den rigtige portefølje af IA-virksomheder, som kan hjælpe hinanden og skabe synergi.

Mark Jagiela er ikke bange for, at Teradynes IA-forretning lider nød under en recession.

"Det investeringsafkast , som Universal Robots og MIR tilbyder kunderne, er interessant uanset det makroøkonomiske klima, men jeg tror, at den menneskelige natur og den måde virksomheder agerer på, ikke altid fungerer logisk. Derfor vil en recession også have en indflydelse på Universal Robots' og Mobile Industrial Robots' forretning i form af en kortsigtet nedgang. Men når man kommer ud af den næste recession, vil deres forretning blive endnu bedre. Når kunderne skal øge aktiviteten igen, vil de være endnu mere interesserede i at automatisere. Det vil på langt sig gøre forretningsmodellen stærkere.

Mark Jagiela ser for sig, at Teradynes IA-business på sigt kan blive større end koncernens testbusiness.

"Det sker måske i 2025, hvis alt går godt. Vi vil købe flere IA-virksomheder, som vi tilfører mere værdi end de kan gøre hver for sig."

Han forudser, at de en dag vil opnå kritisk masse med en omsætning på 6,7 mia. kroner og afviser ikke, at der kan opstå en situation, hvor Teradyne ikke længere er den rette ejer.

"Det er altid muligt, selvom det følelsesmæssigt lige nu er svært at forestille sig. En businesscase for en ny ejer er svær at få øje på, men i forretningsverden kan alt ske. Udfaldet vil afhænge af, hvad der er bedst for Teradynes aktionærer, og hvad der er bedst for Teradyne selv," siger han.

OnRobot vil være totalleverandør i applikationer til robotter

Investorer har satset et stort beløb på at gøre en dansk virksomhed størst på robot-værktøjer til alle de førende brands

Den fleksible seksaksede dansk udviklede cobot fra Universel Robot har mange anvendelsesmuligheder.

Men skal den skabe værdi hos kunden, er det helt afgørende, at den bliver påmonteret effektive værktøjer – gribere, sensorer, visionsystemer, programmeringssoftware. Alt det, der gør at robotten løser sine opgaver i et produktionsflow.

Og sådan er det i øvrigt for alle andre cobots, uanset fabrikat.

Men hvor går kunderne hen og finder de værktøjer, der gør det muligt for cobots at skabe værdi?

Det nemmeste ville selvfølgelig være, hvis de kunne handle et sted - one-stop-shopping. Og det er lige præcis den løsning, som danske OnRobot A/S har sat sig for at kunne tilbyde sine kunder.

OnRobot er etableret i 2018 som en fusion af tre mindre og innovative robotvirksomheder, der hver især har arbejdet med værktøjer til fleksible robotter.

Det gælder danske OnRobot, som den nye koncern har taget sit navn efter, det gælder ungarske Optoforce, og det gælder amerikanske PerceptionRobotics.

Her har iværksættere med baggrund i robotindustrien udviklet henholdsvis en strømbaseret kabelfri griber, der kan indstilles, så den både kan løfte en flødebolle og en 2 kg tung metalklods, momentsensorer, som giver industrielle gribere følesans, og en såkaldt gekkogriber til store flade genstande, opkaldt efter gekkofirbenets unikke klæbeteknik, hvor millioner af små fibre sørger for at klæbe til glatte overflader.

Siden er flere virksomheder købt til. Det gælder danske Purple Robotics, hvor tidligere Universal Robots-ansatte har udviklet en dobbelt vakuum-gribearm med sugekopper. Desuden har OnRobot købt aktiver og håndplukket en dansk konkursramt virksomhed, Blue Workforce, der har opbygget en automationsplatform til håndtering og pakning i industrien. Flere opkøb ventes i de kommende år.

Erfaren direktør og investorer er ekspert i at eksekvere

Strategien bag OnRobot-koncernen er formuleret af Enrico Krog Iversen, igennem otte år CEO i Universal Robots. Han er nu CEO i OnRobot.

Foto: OnRobot

Takket være automations-løsninger fra OnRobot kan den hollandske industrivirksomhed, Donk Industries, der producerer i små serier, imødegå manglen på kvalificeret arbejdskraft. Medarbejderne har nu mere tid til at koncentrere sig om tekniske tegninger og kvalitetskontrol. Til at håndtere små individualiserede produkter har Donk Industries udviklet særlige griber tips, som de ansatte kan montere på en OnRobot-griper på få minutter.

Via salget til Teradyne indkasserede Krog Iversen-familien tæt ved 750 mio. kroner. En del af pengene er nu investeret i OnRobot, hvor den danske Vækstfond og den amerikanske venturefond Summit også har stemplet ind som aktionærer. Enrico Krog Iversen forventer, at der skal investeres op imod 560 mio. kr., inden OnRobot er der, hvor virksomheden gerne vil være.

I efteråret 2019 lancerede OnRobot systemet Weblogic, der på én platform gør det muligt at programmere robotter fra otte af de største producenter. Faktisk kan Weblogic bruges i simple applikationer med alle robotter – det kræver kun en digital styring i form af en digital input-output funktion, og det har de alle.

Den nye og fælles mekaniske og elektroniske grænseflade for alle OnRobots end-of-arm-værktøjer kan bruges sammen med et bredt udvalg af kollaborative og lette industrielle robotbrands. En ekstra Dual Quick Changer har de samme nye egenskaber, samtidig med at den giver mulighed for at benytte to værktøjer i en og samme cyklus.

Enrico Krog Iversen og de øvrige aktionærer i OnRobot er ejere, der tager høje risici, og derfor også forventer et stort afkast på sigt. Hvornår, det skal indkasseres, afhænger selvsagt af markedsudviklingen, men som investorer kigger de ind i en tidshorisont, der hedder 2024-25.

Til den tid skulle OnRobot gerne være placeret som en solid global spiller på markedet for end-of-arm-applikationer til robotter.

Troen på, at det lader sig gøre, næres af den store vækst i salget af kollaborative robotter på verdensplan. Der blev ifølge IFR solgt 14.000 cobots i 2018, en stigning på 3.000 i forhold til året før. Stadig kun en brøkdel af de i alt 419. 000 industrirobotter, der blev solgt på verdensplan samme år.

Men ifølge prognoser fra anerkendte analysebureauer vil verdensmarkedet for cobots vokse med 31 procent om året fra 4,7 milliarder kroner i 2018 til 82,6 mia. kroner i 2025. Det skyldes især den lave pris, som letter installationen af cobots i små og mellemstore virksomheder, stigende investeringer i større virksomheder i forbindelse med Industri 4.0, forbedrede interfaces mellem mennesker og maskiner og øget brug af kunstig intelligens til efterligning af menneskelig adfærd.

OnRobots mulighed for at udnytte dette potentiale handler især om eksekvering. På det punkt har Enrico Krog Iversen vist sine evner i Universal Robots.

En helt ny opgave

Han er dog godt klar over, at opgaven er anderledes her.

"I Universal Robots kunne vi gradvis bygge organisationen op – det var ét produkt, vi skulle ud at sælge. Her er det 50 produkter, vi skal ud at sælge, og vi skal samtidig opbygge en organisation af en række tilkøbte virksomheder og et stort globalt forhandlernet. Det er en kompleks opgave," siger Enrico Krog Iversen.

Det gør det ikke mindre komplekst, at der er flere spillere med den samme forretningsidé som OnRobots på markedet. Det gælder i særlig grad canadiske Robotiq, der også har et bredt udvalg af tilbehør til kollaborative robotter.

Robotiq har etableret sig med et europæisk hovedkontor i Lyon i Frankrig og har 190 distributører over hele verden. Bag den canadiske virksomhed, som har ti år på bagen, står nu også investorer i venturebranchen.

OnRobot har tilsvarende travlt med at udbygge sit globale forhandlernet - blandt dem også integratorer, som skal være med til at hjælpe små og mellemstore virksomheder med at indføre automationsløsninger ved brug af fleksible robotter.

"Opgaven er at skole forhandlere og integratorer, så de sælger værdi. Mange integratorer er teknikere – de er ordremodtagere – ikke sælgere. Men vi skal ud og sælge de her løsninger til slutkunderne. Vi skal gøre det forståeligt for dem, hvad de kan bruge de her nye teknologier til," siger Enrico Krog Iversen.

www.onrobot.com

Foto: OnRobot

Blue Ocean Robotics fungerer som venturefabrik for robotvirksomheder

Den danske virksomhed udvikler servicerobotter i tæt samarbejde med kunderne.

Det er ingen tilfældighed, at business-bogen "Blue Ocean Strategy" er blevet solgt i millioner af eksemplarer, siden den kom på gaden i 2005. De to forfattere, professorerne W. Chan Kim og Renée Mauborgne fra business-skolen INSEAD i Frankrig tilrådede virksomhederne at surfe uden om den hårde konkurrence på "det røde hav". I stedet skulle de ride på det blå oceans bølger og skabe deres eget marked i kraft af kreativitet og nye ideer.

Claus Risager, softwareingeniør, tidligere leder af Dansk Teknologisk Instituts robotafdeling og veteran i det danske robotmiljø, var en af dem, der tidligt tog budskabet til sig.

Det samme kan man sige om Rune K. Larsen og John Erland Østergaard. Også de er veteraner i det danske robotmiljø. Den første som tidligere direktør i robotvirksomhederne AMROSE og Scape Technologies og leder af robotnetværket Robocluster, den anden som fhv. professor og institutleder på Syddansk Universitets MMMI-institut.

Sammen har de stiftet Blue Ocean Robotics, som i dag er blevet til det, de selv kalder for verdens første "Robot Venture Factory". Virksomheden udvikler professionelle servicerobotter fra problem, idé og design til kommercialisering og skalering.

Hver robot er placeret i sit eget datterselskab, som står for salg, kundeservice, support og alt andet rettet mod markedet og kunder globalt. Moderselskabet varetager al udvikling og produktion af robotterne på tværs og ejer IP-rettighederne til teknikken bag.

Disinfektion, mink og Beam

Via dette koncept er der foreløbig udviklet, produceret og markedsført en såkaldt UVD-robot til ultraviolet desinfektion på eksempelvis hospitaler. Robotten har indbragt Blue Ocean Robotics robotindustriens Oscar; the IERA Award 2019. Sammen med en dansk virksomhed, Hedensted Group, har Blue Ocean Robotics desuden udviklet en fodringsrobot, der kan automatisere fodring af mink på minkfarme og give minkfarmerne en øget indtjening på 20 kroner pr. skind.

Nok så væsentligt har Blue Ocean Robotics erhvervet alle aktiver og rettigheder til robotten Beam fra Suitable Technologies, Inc. i Silicon Valley. Ved udgangen af 2019 afventede man dog endnu en formel godkendelse af handlen fra en amerikansk domstol.

Beam er en fjernstyret mobil robot, der gør det muligt at kommunikere via skærm, kamera og mikrofon, samtidig med at robotten kan navigeres

og være mobil selv i de fjerneste afkroge af kloden – en såkaldt "telepresence-robot."

Yderligere en række serviceerobotter er under udvikling sammen potentielle kunder.

De tre stiftere har bygget deres virksomhed op på den indsigt, som de har opnået i kraft af mange års arbejde med robotter: Det svære er ikke at designe og udvikle robotter. Det svære er at få kunderne i gang med at bruge dem.

Og det sidste er mere et spørgsmål om organisation end om teknik. Derfor skal robotterne skabes med udgangspunkt i kundernes behov og medfinansiering. Derefter kan man sælge en succesfuld robot til et bredere marked.

Det handler om at industrialisere den meget svære proces, der ligger i at gå fra idé over design, udvikling, kommercialisering frem mod en moden virksomhed med overskud.

Alle Blue Oceans mobile robotter udvikles og produceres ved at genbruge et sæt af generisk anvendelige moduler/komponenter. Også metoder, IT-systemer, og sågar kontrakter med forhandlere, systemer til kundeservice, købs-/salgs-/leasing- og RaaS (Robot as a Service)-modeller er genbrugelige fra robot til robot.

Dette gør hele fabrikken effektiv, men sikrer også en betydeligt lavere risiko for hver ny robot, der skal udvikles. 2018 var det værste år nogensinde for robotindustrien. Aldrig før er så mange robotvirksomheder gået konkurs. Dette skyldes, at der aldrig før har været startet så mange nye robotvirksomheder. Men det viser også, at uanset hvor meget kapital man har til rådighed, skal der en høj grad af kompetence, teknologi og skridsikker strategi

ROBOTPROFIL

Foto: Blue Ocean Robotics

Rune K. Larsen (født 1965), medstifter af og direktør i Blue Ocean Robotics

Rune K. Larsen er omdrejningspunkt for mange aktiviteter i det danske robotmiljø, hvor han har været aktiv både som leder, ejer, rådgiver og forretningsudvikler. Han har blandt andet været direktør i AMROSE, den første virksomhed i Odense, der arbejdede med svejserobotter til skibsværfter. Han har desuden været direktør for netværksorganisationen, RoboCluster, ligesom han har været i ledelsen hos bin-picking-virksomheden Scape Technologies. I en årrække var han rådgiver på Teknologisk Instituts robotafdeling.

Telepresence-robotten Beam gør det. Muligt for mennesker at interagere naturligt med hinanden lige meget hvor de befinder sig rent fysisk. Blue Ocean Robotics købte af amerikanske Suitable Technologies alle aktiver og rettigheder til robotten Beam. Aftalens endelige gennemførelse sker efter en formel godkendelse i USA, hvorefter forretningen overdrages til den danske robotvirksomhed.

Foto: Kristoffer Juel Poulsen

til, før end forretningen bliver til en succes. Og det er denne industrialisering af robot-iværksætteriet, som Blue Ocean Robotics tilstræber.

Den oprindelige ide var at opbygge en portefølje af produkter for at mindske risikoen og samtidig sikre sig markedsadgang via kunderne.

Siden har Blue Ocean Robotics tiltrukket venture-kapital og justeret sit koncept. Det bygger stadig på kundernes involvering i udviklingsfasen og som testpartner, men nu i mindre grad på kundernes medfinansiering. Blue Ocean Robotics har fået råd til at påtage sig en større del af risikoen og får dermed også mulighed for at hjemtage en større del af fortjenesten, hvis robotudviklingen bliver en succes.

Eksplosiv vækst i servicerobotter

Blue Ocean Robotics' forretningsmodel er etableret på baggrund af den eksplosive vækst i efterspørgslen på servicerobotter. Ifølge IRF blev der i 2018 solgt 100.000 servicerobotter. I 2021 vil afsætningen vokse til 200.000. Det er den vækst, Blue Ocean Robotics vil trække på.

Især satser selskabet på sektorer som sundhed, byggeri og landbrug. I disse sektorer er der en lav produktivitetsvækst, og de er pressede af udviklingen på løn, arbejdsmiljø og kvalitet.

Til sundhed har Blue Ocean Robotics eksempelvis udviklet PTR Robots, der er en robot til at lave sikker forflytning og genoptræning af patienter på sygehuse, plejecentre, rehabiliteringscentre, og lignende. PTR-robotten er fordelagtig i kraft af sin mobilitet, men også fordi den kombinerer forflytning og rehabilitering og er den første af sin art på markedet.

"Vi kommer i kontakt med mange kunder, der henvender sig om at få lavet en robot til et specifikt formål. Vi har løbende 100 ideer. Men vi må vælge ud – satse på en håndfuld - vi har ikke ressourcer til at løfte dem alle," forklarer Claus Risager.

Blue Ocean Robotics producerer alle sine robotter selv, dog med en stor grad af outsourcing af underliggende moduler og komponenter. Omkring hver robot er stiftet et selskab, som kan sælges fra, når robotten og det marked, den henvender sig til, er blevet mere modent.

Produktionsstrategien i Blue Ocean Robotics er "Asset Light." Virksomheden monterer, tester og pakker. Al lagerstyring sker hos underleverandører.

Skruer, bolte, printplader, controller-systemer og motorer er basiskomponenter og insources, det samme sker med mindre moduler, som ikke er platformsbaserede. Hovedmodulerne er unikke for hvert produkt.

Med venturekapital i ryggen, er hovedopgaven for Blue Ocean robotics, at fokusere på servicerobotter med stort globalt vækstpotentiale, som for eksempel steriliserings-robotten UVD, som der er behov for på ethvert hospital verden over.

"Det handler om at skabe robotopfindelser, som har værdi i kraft af det, de gør for kunderne," siger Claus Risager.

www.blue-ocean-robotics.com

Foto: Gibotech

Integratorer

Integrator-virksomheder og maskinbyggere leverer automationsløsninger til primært industrien.

Gibotech bygger blandt andet anlæg til norske fiskefabrikker, hvor robotter forbedrer arbejdsmiljøet og nedbringe sygefraværet i fiskeindustrien. Tidligere skulle de ansatte sammen håndtere sække på 25-75 kilo med frossen fisk. Nu klarer robotterne de tunge løft.

Jorgensen Engineering automatiserer for verdens største fødevarekoncerner

Stram projektstyring, skandinavisk ledelse og stor erfaring har banet vejen for dansk integrator-virksomhed.

Fyn er kendt for sin produktion af grøntsager og frugt. Sådan har det været i århundreder.

Plantageejerne skulle have plukket, målt, vejet og pakket deres produkter, og det skulle de have hjælp til fra maskiner.

Rasmus Bøg Jørgensen, dansk ingeniør med et udlandsophold i USA, kom i 1933 hjem til Fyn. Han så behovet og stiftede sin egen virksomhed.

I dag er Jorgensen Engineering en førende leverandør og integrator af produktionslinjer og emballagestyringssystemer. Virksomhedens kunder er verdensledende aktører inden for mælkepulver, fødevarer, farmaceutiske artikler og dyrefoder. Europa er det største marked med virksomheder som Danone, Arla og Nestlé som nøglekunder.

Jorgensens ordrer opnås i konkurrence med store maskinbyggere som tyske Krones og andre, der har mange tusinde ansatte.

Kursen blev lagt om

Hos Jorgensen i Odense er de 140 medarbejdere, som alle er specialiseret i automation. Virksomhedens vækst kom for alvor i gang efter 2003, hvor en ny ledelse med CEO Jens Nyeng i spidsen lagde kursen om.

Der skulle ikke længere bygges maskiner til mindre lokale kunder. I stedet skulle Jorgensen være projektleverandør og kun fremstille særlige nøglemaskiner. Ekspertisen blev i stedet udviklet til at fokusere på styringen af anlæggene og integration af blandt andet robotter.

Den strategi har vist sig at føre til vækst og udvikling – så meget, at den svenske XANO-koncern i 2016 besluttede sig til at købe Jorgensen, der i dag omsætter for omkring 302 mio. kroner

Jens Nyeng lægger vægt på, at Jorgensen er en virksomhed med skandinavisk ledelse præget af åbenhed og et fladt hierarki. Alle har noget at bidrage med, og virksomheden er transparent, hvad man også bemærker, når man kommer ind ad døren i hovedkontoret, hvor næsten alle rumadskillelser er i glas.

Jorgensens dagsorden er i disse år præget af tankegangen omkring Industri 4.0, hvor den digitale og den fysiske verden smelter sammen. Alle de anlæg, Jorgensen laver, simuleres og emuleres først i computeren, så kunden kan se en model af, hvordan anlægget kommer til at virke i praksis.

"Vi udvikler en hel masse maskiner - men faktisk sælger vi ikke maskiner, vi sælger tryghed og tillid.

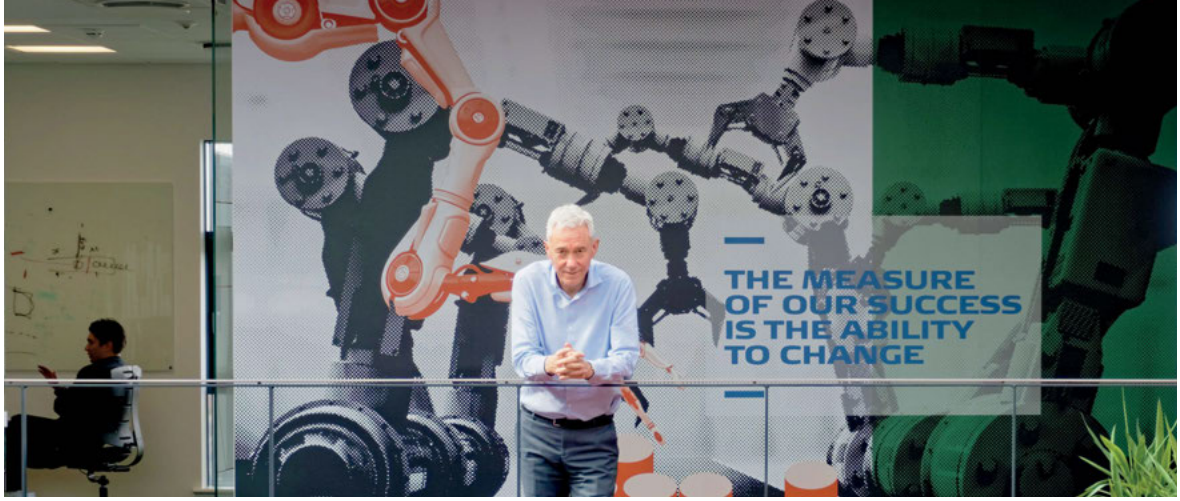


Foto: Jorgensen Engineering

CEO Jens Nyeng omlagde Jorgensens strategi i 2003. Siden er der skabt stærk vækst.

Vi sælger løsninger baseret på en dyb og bred viden og erfaring med automation," siger Jens Nyeng.

Det giver god mening for kunden, men også for Jorgensen, der har givet overskud i alle år siden 2003.

Projektstyring er nøglen til succes

Nøglen til Jorgensens succes som integrator er projektstyring. Alle projekter styres i en agil stage/gate-model. Hver fredag gennemgår ledelsen de 20-30 projekter, som Jorgensen til enhver tid har i gang i.

I den proces ser Nyeng sig selv som kundens repræsentant, finansdirektøren har ridepisken og de involverede ingeniører vurderer løbende de tekniske udfordringer, der viser sig i de løsningsforslag, projektlederen præsenterer.

For Jorgensen og kunderne handler det om kvalitet og sikkerhed, herunder sporbarhed. Mælkepulverskandalen i Kina i 2008, hvor mellemhandlere tilsatte melanin til mælkepulver, kom til at koste Danone, Arla og andre store fødevareproducenter millionbeløb, selvom de intet havde med skandalen at gøre.

Nu kommer skandalen til gengæld Jorgensen til gode, fordi producenter, også kinesiske, efterspørger europæiske maskinleverandører, der er med til at give de kinesiske forbrugere tryghed.

Som maskinbygger og integrator ser Jorgensen sig som en del af den danske robotklynge. De uddannelser, som er skabt i Danmark på området, kommer Jorgensen til gode i rekrutteringsprocessen.

Jens Nyeng lægger dog vægt på, at klyngen fokuserer mere på automation end på robotter som sådan.

Robotterne er kun en komponent – om end en væsentlig en – i en produktionslinje. Værditilvæksten skaber man ved levere til hele den værdikæde, der er i automation.

www.jorgensen.dk

Foto: ProInvent

I 2019 markerede ProInvent sig igen som pioner ved at udvikle produktionssystemer, som på en gang kan undersøge op til 400 små glasampuller til et lægemiddel, for skår og revner. Glasampullerne ankommer fra glasproducenterne i standardiserede æsker på paller. Det tunge og monotone inspektionsarbejde er afløst af fuldautomatiske robotiserede processer.

ProInvent kører integreret produktudvikling og produktionstekniske udviklingsprojekter i et integreret forløb

Store internationale virksomheder, så som producenter af medicinsk udstyr og de farmaceutiske industrier henvender sig til ProInvent, når de ønsker hjælp til "Progressive Inventions" inden for innovativ produktudvikling og tilhørende produktionsteknisk udvikling. Målet er bedre produkter fremstillet fuldautomatisk ved brug af ProInvents anlæg, bl.a. med produktions-droider.

Leif Dalum, civilingeniør, stifter og hovedejer af produkt- og teknologiudviklingsvirksomheden ProInvent A/S, viser et smalt plastikprodukt frem, som munder ud i en meget speciel form i begge ender.

Hvad han i realiteten præsenterer, er et medicoteknisk produkt, som ProInvent har været med til at produktudvikle for en stor kunde. Det er mere hygiejnisk, praktisk og privat end ældre udgaver på markedet.

Når han viser produktet frem med stolthed, er det fordi, det er et godt eksempel på, hvad ProInvent er i stand til at udføre.

Målet er sammen med kunden at udvikle et innovativt produkt, som kan produceres i en fuldautomatisk proces. Hvis det skal lykkes, skal produktudvikling og produktionsteknisk udvikling foregå i en parallelproces, og det er netop sådan, det er foregået i dette tilfælde.

"Jeg har gennem ProInvent i mange år haft den mission at hjælpe danske virksomheder med at automatisere selv de vanskeligste processer – bl.a. for at bevare dele af produktionsindustrien og vores velfærd i Danmark. Nu ser jeg det som ProInvents opgave at bistå med innovativ og hurtig udvikling af nye danske produkter, som kan produceres fuldautomatisk der, hvor de markedsføres og sælges", siger Leif Dalum.

Et kvantespring i teknologiudvikling

ProInvent er stiftet af Leif Dalum tilbage i 1994 og fejrede sit 25 års jubilæum i 2019. Virksomheden har gennem årene udviklet mange innovative produkter og bygget en lang række automatiske produktionslinjer til danske og udenlandske virksomheder. ProInvent står for progressiv innovation og er pioner i avanceret produktionsteknologi, herunder visionstyrede robotter.

Eksempelvis udviklede ProInvent i 2004 et anlæg til den danske toiletsædeproducent Pressalit, en dansk producent, der producerer mange hundrede produktionsvarianter. Montagelinjen kom til at bestå af ti robotter, 12 komponentfødere, 36 kameraer og et gennemgående transportsystem, der er uden fiksturer. I stedet for kostbare fiksturer sker positionsbestemmelse af sæder og låg på båndet med vision- systemer, og tilfødningen af komponenter foregår via fleksible fødere – også med vision. Montagelinjen var et kvantespring både for ProInvent og kunden Pressalit.

"Det lykkedes, fordi Pressalit lod os ændre på komponenterne i en design for manufacture-proces, og fordi de var dygtige til at bruge en ny vision- og robotteknologi, som vi var i gang med at udvikle. Vi

Foto: ProInvent

Leif Dalum (født 1958), CEO, ProInvent

Leif Dalum er uddannet civilingeniør og har beskæftiget sig med integreret produktudvikling, automation og robotter det meste af sit professionelle liv. Han stiftede i 1994 teknologiudviklings-virksomheden ProInvent og var formand for automations- og robotnetværket DIRA fra 1996 til 2010.' Dalum og ProInvent har stået for implementeringen af flere hundrede automationsprojekter i danske og udenlandske industrivirksomheder.

var pionerer og lykkedes med den fremmeste vision- og robotteknologi på daværende tidspunkt", fortæller Leif Dalum. Den dag i dag er produktionslinjen stadig velfungerende og genstand for stor interesse fra både produktionsfolk og teknologer verden over.

I 2019 markerede ProInvent sig igen som pioner ved at udvikle produktionssystemer, som på en gang kan undersøge op til 400 små glasampuller til et lægemiddel, for skår og revner. Glasampullerne ankommer fra glasproducenterne i standardiserede æsker på paller. Det tunge og monotone inspektionsarbejde er afløst af fuldautomatiske robotiserede processer.

Ofte foregår samarbejdet mellem robot og menneske således, at mennesket udfører den tungeste og sværeste opgave. Men i glasampulprojektet arbejder robotterne sammen med andre robotter i 3D-koordinerede bevægelser. Vision guidance muliggør, at robotterne kan løse opgaven, så det hele foregår fuldautomatisk.

Satser på produktions-droider

Mens andre integratorer og maskinbyggere arbejder på at få nye fleksible robotter til at samarbejde med mennesker, satser Proinvent på fuldautomation. Leif Dalum peger på, at selv vanskelige og udfordrende opgaver, der er svære at automatisere, i dag kan automatiseres. Det sker med fler-armede robotter, som har avancerede vision systemer, taktile sensorer, Deep Learning software og er selvkalibrerende, så de præcist ved, hvad de skal tage fat i hvor, og kan arbejde med stor præcision og gentagelsesnøjagtighed.

ProInvents kunder og Leif Dalum kalder disse robotter, som ProInvent udvikler til den farmaceutiske industri, for "produktionsdroider". Behovet for menneskers indsats ser de først og fremmest i udvikling af produkter og produktionssystemer samt i vedligeholdelse.

ProInvent har 62 ansatte og udvider stadig medarbejderstaben. ProInvent er en one-stop-shop, der gennemfører store projekter med både produktudvikling og design af produktionsudstyr i en integreret proces, for førende danske og udenlandske virksomheder.

ProInvents konkurrenter er hovedsageligt store tyske maskinudviklere /robotintegratorer.

ProInvent ser sig selv som en vigtig del af den danske robotklynge, som ifølge Leif Dalum især skal satse på at dække de automationsbehov, som store ledende spillere i dansk industri har.

www.proinvent.dk

Picca / København

Automationshuset Picca med hovedkontor i Søborg nær København og afdelinger over hele Danmark er i dag en veletableret virksomhed. Picca udvikler styringssoftware til automation hos en lang række proces- og produktionsvirksomheder indenfor energi-, pharma-, industri- og fødevaresegmenterne. Virksomheden blev grundlagt i 1988 og har i dag 100 medarbejdere.

www.picca.dk

Visionsteknologi fra Trivision halverer fødevarespild i produktionen, og dermed en afgørende faktor i opfyldelsen af FN's verdensmål om at nedsætte madspild hele vejen fra jord til bord. Trivisions teknologi sparer hvert år omkring 10.000 tons madspild globalt, fordelt på over 25 lande. Visionsteknologien tager og analyserer billeder ud fra forud bestemte karakteristikker, så fejl i fødevarer, emballage eller etiketter opdages med det samme og produktionen straks kan rettes til.
Det betyder væsentligt mindre madspild, ikke mindst fordi tilbagekaldelser undgås. Samtidig opsamler teknologien data, der gør, at fødevarevirksomheder på én gang optimerer produktionen og samtidig gør den langt mere bæredygtig.

TriVision arbejder med kamerabaseret kvalitetskontrol

TriVision A/S er et industrielt softwarehus, som udvikler og leverer kamerabaserede kvalitetskontrolløsninger.

TriVision har mange års erfaring i at arbejde praktisk med teknologien på et avanceret niveau. Ekspertisen er opnået ved gennemførelse af en lang række avancerede installationer hos store danske virksomheder. Virksomheden, der er stiftet i 1999, har nu fået venturekapital til at udvikle og markedsføre en række standardbaserede kameraløsninger globalt.

www.TriVision.dk

Foto: Trivision

Technicon vokser ved at overflødiggøre sig selv

Ny dansk integrator satser på robotceller, hvor produktionslinjer erstattes af fleksibel modul-baseret produktion.

Kan man forestille sig en integrator og maskinbygger, der ser det som sit formål at overflødiggøre sig selv?

Stifter og CEO i den danske automations-virksomhed Technicon, civilingeniør Casper Hansen, kan godt.

Han ser det faktisk som sit ultimative mål.

Sammen med sin forretningspartner Jakob Goul Rømsgaard stiftede han Technicon i 2014. I dag er de over 30 ansatte og leverer fleksible automatiserings- og robotløsninger til nogle af landets største virksomheder, plus mange af de mindre.

Casper Hansen peger på en undersøgelse fra den danske ingeniørforening, der viser, at hvis man automatiserede alle projekter i Danmark, der har en tilbagebetalingstid (ROI) på to år eller mindre, ville man skabe en samfundsmæssig gevinst til en værdi af 67 mia. kroner.

De danske integratorer og maskinbyggere omsætter ifølge Casper Hansen i alt for næsten 5 mia. kroner.

"Den flaskehals, vi har til en værdi af 62 mia. kroner, kommer vi ikke ud af, hvis vi ikke gennem moduler og fleksibel automation får virksomhederne til selv at lave integrationerne," siger Casper Hansen.

"Teknologierne bliver mere demokratiserede. For ti år siden kunne du finde på at få din smartphone repareret ved et IT-servicecenter. Det gør man ikke mere. Man ringer heller ikke til softwareingeniør for at få appen på telefonen til at virke. Vi skal have gjort det ligeså nemt for en operatør at lade sit arbejde berige af en robot, som det er, at han kan starte Spotify, når han kommer hjem og skal høre noget musik," forklarer Casper Hansen videre.

Maskiner skal være ligeså omstillingsparate som mennesker

Han peger særligt på den unge generation og deres intuitive tilgang til teknologi:

"De, der kommer ud i produktionen i dag, har kunnet lave 3D-modeller på deres iPad, før de har kunnet stave deres eget navn. De kan finde Pokemons ved at gå rundt med et kamera. De går til opgaveløsningen på en fundamentalt anderledes måde. Det bliver vi maskinbyggere og integratorer også nødt til at gøre. Vi forlanger af mennesker, at de konstant skal være omstillingsparate, men det skal vi også forlange af maskinerne."

For Casper Hansen er svaret på udfordringerne *fleksibel produktion i moduler.* Det sker helt lavpraktisk ved at bygge produktionsceller, som kan flyttes rundt på fabriksgulvet alt efter, hvor der er brug for dem.

Sammen med andre virksomheder i partnerskabet MADE har Technicon blandt andet udviklet en ny fleksibel robotcelle, som nemt og enkelt kan

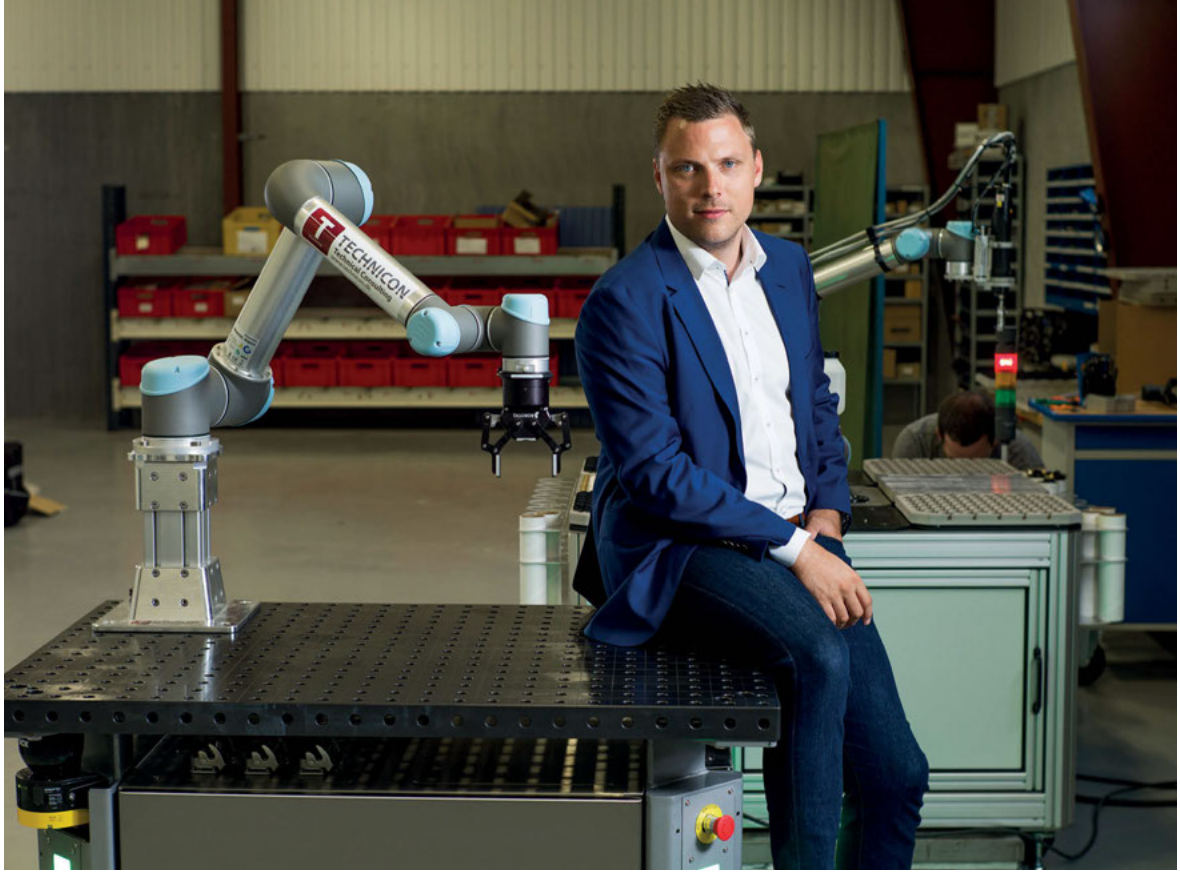


Foto: Bo Amstrup/Ritzau Scanpix

Casper Hansen, Technikon: "Vi forlanger af mennesker, at de skal være fleksible og omstillingsparate. Det skal maskinerne også."

konfigureres på fire forskellige måder, så den kan skifte mellem at udføre fire forskellige processer i produktioner, alt efter hvad der er brug for.

Denne celle, der består af en platform og en Universal Robots-robot, er foreløbig blevet brugt i store danske industrivirksomheder, som har automatiseret processer, hvor styktallet førhen var for lavt til at gøre automation lønsom. Men konceptet kan også med fordel bruges i mindre virksomheder, der producerer med lavt styktal i mange varianter.

Produktionscellerne sættes sammen som produktions-øer – hvor de delkomponenter, som fabrikeres, transporteres mellem hver ø af mobile robotter. Væk med transportbåndet.

"Man skal se for sig, at øerne af produktionsceller står op ad væggen i fabrikshallen om morgenen, når du møder. Derefter stykker du øerne sammen alt efter, hvad du har behov for at producere den pågældende dag," siger Casper Hansen.

www.technicon.dk

I 2011 begyndte Gibotech at introducere robotter til brug i hospitalernes sterile arbejdsflow. Ved at anvende robot-teknologi kan hospitalerne forbedre deres produktivitet med det samme antal med-arbejdere, samtidig med at kapaciteten udenfor normal arbejdstid øges.

Foto: Gibotech

Gibotech automatiserer hospitalslogistikken

Dansk integrator er verdensførende med sterilcentraler til hospitaler.

På Gentofte hospital i det nordlige København har de op til 100 operationer om dagen. Derfor er det vigtigt, at læger og sygeplejersker lynhurtigt kan samle alle de instrumenter sammen, som de har brug for til deres arbejde.

Ved hjælp af tryk på nogle få computerknapper modtager de instrumenterne af robotter, som henter dem i hospitalets fuldautomatiske sterilcentral. Robotterne samler simpelthen "en pakke sammen" til hver enkelt operation. Efter endt brug hentes instrumenterne tilbage og steriliseres i vaskemaskiner og autoklaver, inden robotterne lægger dem på deres rette plads.

Den fuldautomatiske sterilcentral er udviklet af Gentofte Hospital og den danske maskinbygger- og integrator-virksomhed Gibotech, der har sterilcentraler og automatisering af hospitalslogistik som sit kerneområde.

Den første central på Gentofte Sygehus blev færdiggjort i 2011. Det var et stort og afgørende spring for Gibotech. Udviklingsopgaven var krævende. Og projektet gav ikke Gibotech overskud. Men det blev afsæt til en forvandling af virksomheden.

"Det var i projektet på Gentofte Hospital, at vi lærte branchen og de krav, den kræver opfyldt, at kende. Vi fik mange øretæver undervejs. Men vi fik også en drejebog til at lave de logistikløsninger, som hospitalerne efterspørger, og det har vi siden udviklet på," fortæller CEO i Gibotech Henrik Anker.

Fra forhandler til projekt-virksomhed

I mange år var Gibotech forhandler af automationsudstyr og robotter. Oprindeligt med træindustrien som målgruppe. Der blev installeret maskiner og robotter på punkter i produktionslinjen, men det kneb med rentabiliteten og sourcingen var meget lokal.

Henrik Anker og hans kollega, salgsingeniør Mikkel Bjerregaard, var drivende kræfter i udviklingen af sterilcentralen. I 2013 overtog de sammen Gibotech i et generationsskifte. I det nye ejerskab gik Gibotech fra at være en forhandler til at blive en projektvirksomhed.

"Vi designer det, kunderne har brug for. Vi har ikke noget standardprojekt. Vi tegner og produktionsmodner alting selv, ligesom vi selv står for eltavler og styringer. Resten sourcer vi."

Henrik Anker, CEO, Gibotech: "Logistikløsninger til hospitaler har skabt et gennembrud for Gibotech."

Foto: Gibotech

Projektmængden - både af sterilcentraler og produktionslinjer til industrien – er siden vokset dramatisk.

Hvor der førhen kun var en enkelt teknisk tegner ansat, er der nu 14. Hvor der i 2013 var 26 medarbejdere er der i dag 106. Heraf 40 ingeniører.

"Vi leverer projekter så langt væk som i Australien," fortæller Henrik Anker.

"Sterilcentraler efterspørges nemlig over hele verden. Det er svært for hospitaler at skaffe medarbejdere til hospitalslogistik, det er kedeligt arbejde. Og jo flere menneskehænder, der er inde over, jo mindre sterilt bliver det."

På industrisiden har Gibotech gjort sit kundesegment smallere og dybere.

Vokseværket kræver nye standardiserede processer. Det er ikke nok at automatisere for kunderne. Gibotech automatiserer også sig selv. Målet i 2019 var at fordoble omsætningen inden for tre-fem år.

www.gibotech.dk

BILA finder industriens uudnyttede produktivitets-gevinster

Dansk automationshus satser på yderligere global ekspansion.

Trods en positiv holdning til robotter og automation blandt danske virksomheder er automationspotentialet i den danske industri fortsat stort. Det viser analyser foretaget af det danske automationshus BILA. Med BILA Data Power kortlægger BILA via big data optimeringsmuligheder i en produktion.

En af mønstervirksomhederne til at spotte automationspotentiale er aktuatorproducenten Linak. Her har man metodisk screenet produktionslinjerne og analyseret sine processer og herefter udarbejdet teknologivejkort og investeringsplan - en fokusering på implementering af automatiseringspotentialerne har medført succes og sikret løbende udvidelse af kapaciteten i produktionen i blandt andet Danmark

Foto: BILA

"Når de uforløste automationspotentialer er fundet, skal de realiseres. Det sker bare ikke i alle danske virksomheder; nogle virksomheder drukner i ressourcekrævende tilbudsprocedurer og udbudskrav. Travlheden i industrien betyder, at mange i praksis føler sig nødsaget til at agere meget kortsigtet, eller at projekter sander til. Det er så ærgerligt at iagttage, når kun 1 af de 10 potentialer, der er, rent faktisk bliver realiseret," konstaterer Jan Bisgaard, CEO i BILA.

BILA er grundlagt som et projekthus i 1988 og har siden leveret 2.000 automatiseringsløsninger til det europæiske og amerikanske marked inden for forskellige industrier. Selskabet forhandler og installerer Kawasaki-robotter, cobots fra Universal Robots, selvkørende trucks, automatiserede pallemagasiner og sælger automatisering, produktionsoptimering og teknisk service til en lang række industrier.

BILA beskæftiger knap 400 medarbejdere fordelt på flere forskellige adresser i Danmark samt Norge og Sverige. Automationshuset servicerer også Danmarks internationale koncerner på flere kontinenter, og senest har virksomheden lagt en ambitiøs international ekspansionsstrategi.

BILA er både integrator og forhandler. I de senere år er BILA begyndt at leje automationsudstyr ud, og det har skabt en ny dynamik på markedet.

Virksomheden er i dag ledet af Jan Bisgaard Sørensen, hvis bror Per Bisgaard oprindeligt stiftede den sammen med Jørn Larsen.

www.bila-automation.com

Egatec har fokus på arbejdsmiljø og leverer blandt andet dette exoskelet MATE, som gør en medarbejder i stand til at udføre de samme opgaver, men med mindre træthed og belastning. Exoskelettet fungerer nemlig sådan, at det fordeler vægten fra arme til bækken under tunge og gentagne opgaver.

Foto: Egatec

Egatec afskaffer ensidigt gentagent arbejde

Egatec A/S er en ingeniørvirksomhed med speciale i udvikling, produktion og integration af kundetilpassede automations- og robotløsninger. Der leveres løsninger til fødevareindustrien, medicinalindustrien og til anden industribrug, hvor kundekredsen blandt andet omfatter store danske virksomheder som Arla (fødevarer) og Velux (vinduer).

Virksomheden har leveret over 300 forskellige projekter til industrien - alt fra simple automationsanlæg til komplette turnkey-løsninger. Bogstaverne E G A i Egatec står for Ensidigt Gentaget Arbejde - hvilket betyder, at virksomhedens automatiseringsløsninger er med til at fjerne EGA - dvs. afskaffe fysisk belastende og manuelle arbejdsfunktioner.

www.egatec.dk

Vækstlaget

Vækstlaget består af mindre robotvirksomheder, som opdyrker nyt robot-land ved at udvikle nye typer robotløsning til nye områder.

De danske robotvirksomheder har vokseværk

En underskov af automations- og robotvirksomheder er vokset op i de senere år. Nogle har fokus på cobot-applikationer, men stadig flere er på vej med nye servicerobotter.

Hovedparten af de danske automations- og robotvirksomheder er små. Mange af dem har under ti medarbejdere, men vækstlaget er blevet tykkere inden for de seneste ti år.

Virksomhederne vokser især op omkring de større danske universitetsbyer som København, Odense, Aarhus, Aalborg og Sønderborg, hvor en del virksomhedsideer opstår i læringsmiljøerne.

Andre nye robotvirksomheder er stiftet af robot- og automationskyndige, som har arbejdet i større danske automationsvirksomheder og her har fået nye ideer, som de vil afprøve.

En del opererer inden for industriel automation, hvor især applikationer til Universal Robots cobots og Mobile Industrial Robots' mobile robotter skaber grundlag for nye virksomheder.

Andre iværksættere fokuserer på udvikling af servicerobotter, der løser behov udenfor fabriksgulvet.

Andre igen er optaget af, hvordan droner kan udvikles til talrige inspektionsformål. De kan bruges inden for landbruget, hvor afgrøders udvikling overvåges. Men de kan også anvendes til miljø-undersøgelser og vandstandsmålinger og mange andre formål.

Danmark har et avanceret og mekaniseret landbrug, ligesom der i Danmark altid har været en veludviklet industri, som fremstiller landbrugsredskaber og staldløsninger.

Det danske landbrug efterspørger i høj grad nye automationsløsninger, og det har skabt grundlag for nye virksomheder, der udvikler landbrugsrobotter. Desuden udvikles en lang række nye digitale løsninger - primært softwarerobotter og apps.

En del af de nyere danske virksomheder er modnet i Odense Robotics StartUp Hub beliggende hos Teknologisk Institut i Odense, hvor der p.t er plads til otte virksomheder.

Her befinder de sig i 12-18 måneder, hvor de får hjælp til teknisk udvikling, forretningsmodeller og kapitaltilførsel. Herefter skal de være klar til at flytte ud og stå på egne ben.

StartUp Hubben screener ca. 100 nye robotvirksomheder om året. Hovedparten er danske, men der kommer også en del ansøgere fra udlandet.

Eneste betingelse for, at et udenlandsk robotfirma kan få adgang til StartUp Hubben, er, at de placerer sig i Danmark og indregistrerer virksomheden her.

I det følgende giver vi en oversigt over væsentlige nye virksomheder i vækstlaget af danske startups.

Først kommer de to virksomheder, som er noteret på den danske vækstbørs, First North.

Dernæst kommer de øvrige. Oversigten er inddelt geografisk i forhold til Danmarks fem regioner – Hovedstaden, Sjælland, Syddanmark, Midtjylland og Nordjylland.

Børsnoteret

Scape leverer den præcise aflevering

Dansk børsnoteret producent bin-picker for de store bilfabrikker.

Når man spørger CEO Søren Bøving, hvad det helt præcis er, hans virksomhed sælger, er han klar i spyttet.

"Vi kan bin-picking. Vi har den fulde løsning. Det er ikke kun det, at vi kan genkende emnerne nede i kassen med et kamera. Vi har også tænkt over, hvordan griberen skal udformes, hvordan vi håndterer robotten, når det skal gå hurtigt. Desuden er det ikke bare at få emnet fra A til B, men at lave en præcis aflevering."

SCAPE er en forkortelse for Smart Classifier and Pose Estimator. Det er et stykke software, der styrer et kamera og analyserer billederne, så man for eksempel kan bestemme en komponents position i en kasse med 800 styk og få en griberobot til at flytte komponenten over på et transportbånd eller præcisionsaflevere i en maskine. Hele døgnet rundt med sekunders mellemrum uden nedbrud.

Det lyder enkelt, men det er faktisk svært. For hver gang robotten har fjernet en komponent og vender tilbage, skal den bevæge sig i en ny bane. Det kræver et minimum af intelligens, et veludviklet syn og en god motorik. Det har mennesker. Men det kniber for robotter. Deres kameraer ikke ligeså gode som det menneskelige øje, og de tænker ikke forskelligt, hver gang de skal foretage en bevægelse.

Nu afdøde professor Ivar Balslev og ph.d. Rene Dencker Eriksen fra Syddansk Universitet har arbejdet med problemstillingen siden 2004, hvor de stiftede Scape Technologies. De blev oprindeligt introduceret til opgaven, da de sammen med andre roboteksperter arbejdede med at automatisere skibsbygning i Odense i 90'erne.

I dag er Scape Technologies en dansk børsnoteret bin-picking-virksomhed, hvis systemer er i brug i bilindustrien, i den industri, der producerer hårde hvidevarer, og i mange andre brancher. Løsningen integrerer gribeenheder, sensorer, kameraer og egenudviklet software til hurtig, driftssikker og præcis opsamling, kontrol og placering af delkomponenter og emner, der leveres ustruktureret i kasser. Scapes software kan interfaces med alle robotmærkers styresystemer.

Gik på børsen

I 2018 gik Scape på den danske vækstbørs, Nasdaq First North Growth Market, hvor alle siden har kunnet købe aktien i forventning om en gunstig udvikling på sigt. Det skete for at hente frisk kapital til global ekspansion.

Som forudset ved børsintroduktionen var 2019 en underskudsforretning hos Scape. Der investeres

i et globalt forhandlernet blandt integratorer og yderligere udvikling af systemerne. Det koster. Men i de kommende år regnes der med overskud.

Når Scape virkelig kan bin-picking, er det blandt andet fordi, de ansatte har arbejdet med problemstillingen i 16 år.

"Det er ingen i Europa, der har implementeret så mange bin-picker-installationer, som vi har. I mange år var det svært. Ude hos kunderne måtte vi tage ansvar - ikke blot for bin-picking, men for hele robotcellens implementering. Nu har vi i højere grad standardiseret vores løsninger, så de kan implementeres af partnere. Vi har gjort det hele mere enkelt og intuitivt. Det er markedet ved at få øjnene op for," forklarer CEO Søren Bøving.

Blandt Scapes konkurrenter er Fanuc, som har egne bin-picker-løsninger, men ellers består konkurrenterne af mindre virksomheder som Scape selv.

"Man kan sagtens se en bin-picker på en messe, der klarer 95 procent af arbejdspresset, men det er de sidste fem procent, der er de svære og de vigtige. Produktionen må ikke gå i stå. Vi kører med 99 procent oppetid hos de store virksomheder i Tyskland, der producerer 24 timer i døgnet," siger Søren Bøving.

Scapes forskellige løsninger sælges dog også så langt væk som i Kina, hvor Scape har en kinesisk partner, der også er aktionær. Her er det især Scapes "mini-picker," der sælges.

En typisk Scape-kunde er den globale producent af hængsler til køkkenindustrien, Hettich Holding

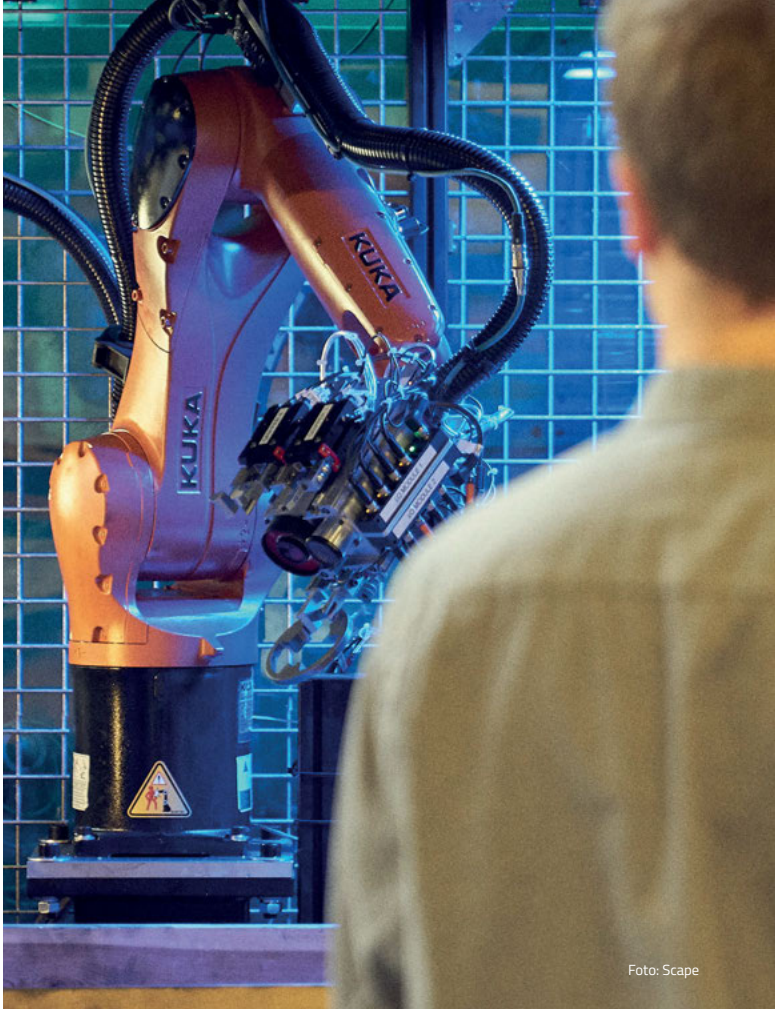


Foto: Scape

Scape bin picking-systemer sikrer en "præcis aflevering".

i Hannover i Tyskland. Virksomheden producerer dagligt en million hængsler og beslag.

Delene ankommer fra underleverandører uordnet i store containere. Her er den løntunge sorteringshånd nu erstattet af automatisk bin-picking.

www.scapetechnologies.com

Børsnoteret

ODICO vil revolutionere byggebranchen

Specialbyggede robotter skal gøre byggeriet billigere og mere bæredygtigt.

Ud mod fjorden i Vejle ligger "Fjordenhus". Det 28 meter høje byggeri, der er hovedkontor for en dansk familieejet kapitalfond, er tegnet af den verdensberømte islandske arkitekt og designer Olafur Elisasson.

Huset indeholder ikke en eneste ret linje. Bygningen består af en stor mængde komplekse geometrier og har ikke været nem at opføre.

Når det alligevel lod sig gøre, var det blandt andet fordi den børsnoterede danske teknologi- og robotvirksomhed Odico leverede 4500 kubikmeter støbeforme, som blev skåret af robotter på virksomhedens værksted i Odense.

Sammen med en anden verdenskendt nordisk arkitekt, Bjarke Ingels, har virksomheden sat sig for at revolutionere byggeriet med hjælp fra robotter.

Målet er blandt andet at få mere træ ind i byggeriet, hvor det skal erstatte beton, som er en af verdens helt store CO2-syndere. Robotterne skal producere de avancerede og ofte tidskrævende trækonstruktioner baseret på arkitekternes tegninger.

Odico blev etableret i 2012 af maskiningeniør Anders Bundsgaard og arkitekt Asbjørn Søndergaard.

Virksomheden udvikler robotløsninger til byggebranchen, der kan skære og fræse i forskellige materialer i tre dimensioner.

Samtidig har virksomheden udviklet "Factory on the Fly", som er en mobil robotplatform, der kan stå på en byggeplads. Den kommer i en tyve fods container.

Virksomheden gik på den danske vækstbørs, Nasdaq First North, i juli 2018.

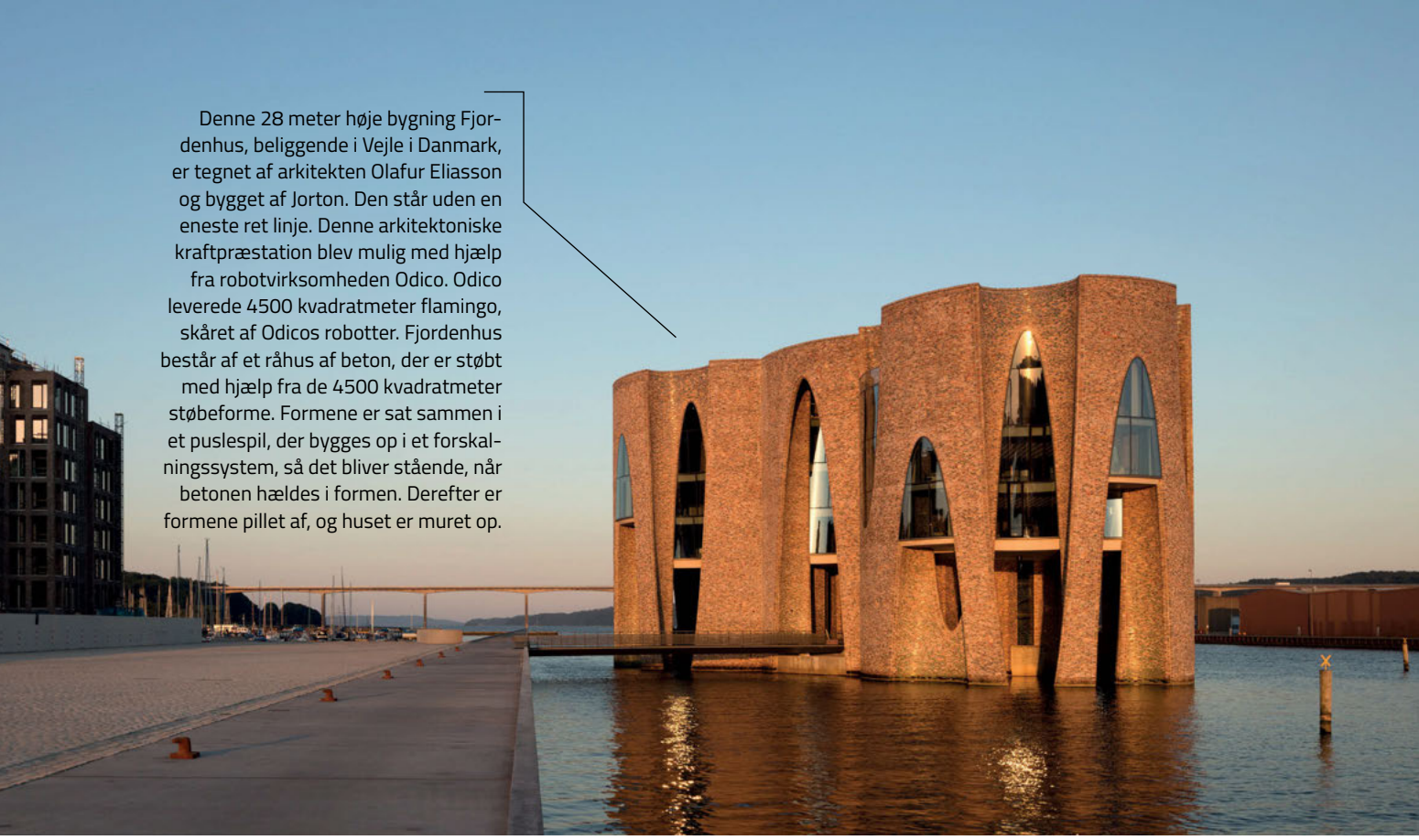
Stor opgave i konservativ branche

"Der er ikke to operationer på en byggeplads, der er ens, så det, vi arbejder med, er at interface menneskelige behov til industrirobotter på en ny måde," forklarer Anders Bundgaard.

ABB-robotter, som Odico har programmeret, har eksempelvis gjort det muligt for byggearbejdere at skære fliser i runde former, styret fra en Ipad.

Odico består af en udviklingsafdeling, der udvikler robotløsninger til byggeriet og en anvendelsesafdeling, der løbende tager sig af opgaver, som eksempelvis støbeformene til det spektakulære hovedkontor i Vejle.

CEO Anders Bundsgaard peger på, at mange arkitekter gerne vil lave nyskabende byggerier med runde former. "Men bygherrer og entreprenører tøver. De første fordi de tror det er for dyrt – de



Denne 28 meter høje bygning Fjordenhus, beliggende i Vejle i Danmark, er tegnet af arkitekten Olafur Eliasson og bygget af Jorton. Den står uden en eneste ret linje. Denne arkitektoniske kraftpræstation blev mulig med hjælp fra robotvirksomheden Odico. Odico leverede 4500 kvadratmeter flamingo, skåret af Odicos robotter. Fjordenhus består af et råhus af beton, der er støbt med hjælp fra de 4500 kvadratmeter støbeforme. Formene er sat sammen i et puslespil, der bygges op i et forskalningssystem, så det bliver stående, når betonen hældes i formen. Derefter er formene pillet af, og huset er muret op.

Foto: Anders Sune Berg

sidste fordi de ikke mener, det kan lade sig gøre. Vores ambition er at være dem, man kontakter, når løsningerne på de krævende opgaver skal findes."

Opgaven er stor. Byggebranchen er yderst konservativ. Det er en af de brancher i verden, hvor produktiviteten er vokset mindst.

- Vi har løsninger, der kan tilfredsstille arkitekters vilde drømme, men når arkitekterne sælger deres projekt til en bygherre, er omkostninger en designparameter. Når bygherren går til entreprenøren, får de at vide, at hvis en væg ikke er krum men lige, kan de bygge inden for budgettet. I det spil er det svært at komme ind med ny teknologi, hvis entreprenøren ikke vil bruge den, siger Anders Bundsgaard

Det afgørende for bygherrerne er økonomien. De vil faktisk gerne bygge spændende. Robotløsninger, som dem Odico udvikler, skal gøre de spændende byggerier økonomisk rentable.

www.odico.dk

REGION HOVEDSTADEN

Kassows robotter roterer om syv akser

Cobot-pioner skaber nye muligheder med en robot, der virker ligeså godt som menneskets arm.

Den gængse kollaborative robotarm har seks roterende akser. Den minder på mange måder om en menneskearm, men den akse, som albuen roterer om, mangler.

Det gør den ikke på de robotter, som Kristian Kassow, oprindeligt medstifter af Universal Robots, i dag producerer i sin egen virksomhed, Kassow Robots i København. Hans cobot har syv akser.

"De gamle industrirobotters konkurrenceparameter har altid været hastighed, løfteevne og rækkevidde. Da jeg besluttede igen at arbejde med robotarme, vurderede jeg, at de kollaborative robotter kommer til at nærme sig de gamle industrirobotter, når det gælder performance. Derfor skulle vi lave en cobot, der var stærk, hurtig og enkel," fortæller Kristian Kassow.

"Da jeg godt kan lide at lave robotter, ville jeg simpelthen også gerne lave et fedt produkt," erkender Kristian Kassow.

Efter en lang og krævende udviklingsproces fremstår resultatet nu i form af en serie af KR-robotter, som Kassow Robots har markedsført siden 2018.

Serien består af tre robotter med en payload på op til 10 kg og en rækkevidde på op til 1.800 millimeter. De vejer mellem 25 og 45 kg.

Kristian Kassow (født 1976), medstifter af Universal Robots

Kristian Kassow er uddannet civilingeniør fra DTU. Han havde igennem hele sin studietid fokus på robotter. Kristian Kassow blev involveret i forskning i anvendelsen af robotter i fødevareindustrien i forbindelse med sit første job efter studiet på Syddansk Universitet. Han fik ideen til små fleksible robotter og stiftede Universal Robots (UR) sammen med Esben Østergaard og Kasper Støy. Han forlod UR i slutningen af 2009 og blev derefter udvikler og teamleder i NKT Flexibles. Fra 2013 var han som projektleder for den franske virksomhed Aldebaran med til at udvikle en 1,4 meter høj humanoid robot, kaldet Romeo. I dag er han CEO og medstifter af virksomheden Kassow Robots, der har udviklet og markedsfører en ny syvakset cobot.

KR-robotterne er især beregnet til små og mellemstore virksomheder, der arbejder med mindre serier og gerne vil automatisere produktionen med redskaber, der kan anvendes til en lang række opgaver – for eksempel bin-picking, maskinfødning, maling, kvalitetskontrol, sprøjtestøbning, pakning, palletering og meget andet.

Robotten kan komme rundt om hjørner

"Vores robot har nogle fordele, som man for eksempel kan se, når den bruges sammen med en CNC-maskine. Her er det en fordel, at den kan komme rundt om hjørner," forklarer Kristian Kassow.

I disse år arbejder Kassow Robots på at opbygge et forhandlernet. Europa er ved at være dækket. I de kommende år gælder det blandt andet om at få fodfæste på det amerikanske marked.

Forhandlerne er typisk maskinbyggere, som anvender KR-robotterne i deres egne løsninger til kunderne.

Som UR-robotterne er også KR-robotter nemme og intuitive at programmere via en grafisk brugergrænseflade.

De kan da også ses som en konkurrent til Universal Robots robotarme, som Kristian Kassow stod i spidsen for at udvikle i samarbejde med Esben Østergaard, inden Kassow forlod Universal Robots ved udgangen af 2009. Men han arbejder på, at Kassow Robots finder sin egen plads i markedet for cobots, som udvikler sig markant i disse år.

www.kassowrobots.com

Foto: Cobod

COBOD har udviklet en "bygningsprinter".

COBOD / København

I 2017 3D-printede COBOD den første bygning i Europa - BOD (Building On Demand). Cobod demonstrerede, at det var muligt at 3D-printe en bygning efter europæiske bygningskoder. Siden er en 2. generation BOD-printer - den modulopbyggede printer BOD2, udviklet.

Den tyske PERI Group, verdens største producent og leverandør af forskalnings- og stilladssystemer, erhvervede en betydelig andel af COBOD i 2018.

Den hurtige vækst er fortsat i 2019. Den nye BOD2-printer er stor nok til at printe tre etagers bygninger på mere end 300 kvadratmeter pr. etage og er blandt andet solgt til saudarabiske virksomheder.

www.cobod.com

Cliins rengøringsrobot er anvendt med succes hos en række danske rederier. Den har halveret den tid, det normalt tager at rengøre et lastrum.

Foto: CLIIN

Cliin / København

Højtryksrensere, kemikalier, enorme mængder vand og mange timers krævende og til tider farligt arbejde er hverdagen for mandskabet ombord på verdens bulk skibe. Opskriften på et rent lastrum har været den samme i årtier, men det vil danske CLIIN ændre på, med en fjernstyret renserobot til de store tørlastrum på skibe.

Virksomhedens CEO, Thomas Jørgensen, ser stort potentiale i at få den rullet ud til den globale bulk-flåde på omkring 15.000 skibe, der typisk en håndfuld gange om året får rengjort lastrummet inden en ny last.

Robotten kan fjernstyres af én person. Magnetiske bælter gør robotten i stand til at køre på de lodrette vægge. En klassisk rengøring af lastrum kræver ifølge Cliin typisk et markant større mandskab på fem til syv personer. CLIIN's renserobotter er udviklet i tæt samarbejde med det danske rederi J. Lauritzen.

Danske rederier, der har anvendt rengøringsrobotten fra Cliin, er Lauritzen, Norden, Oldendorff og Ultrabulck.

www.cliin.dk

Flow Robotics / København

Det slider hårdt på arme, hænder og håndled, når laboranter suger væske op i en pipette og tømmer den igen, når de skal dosere medicin.

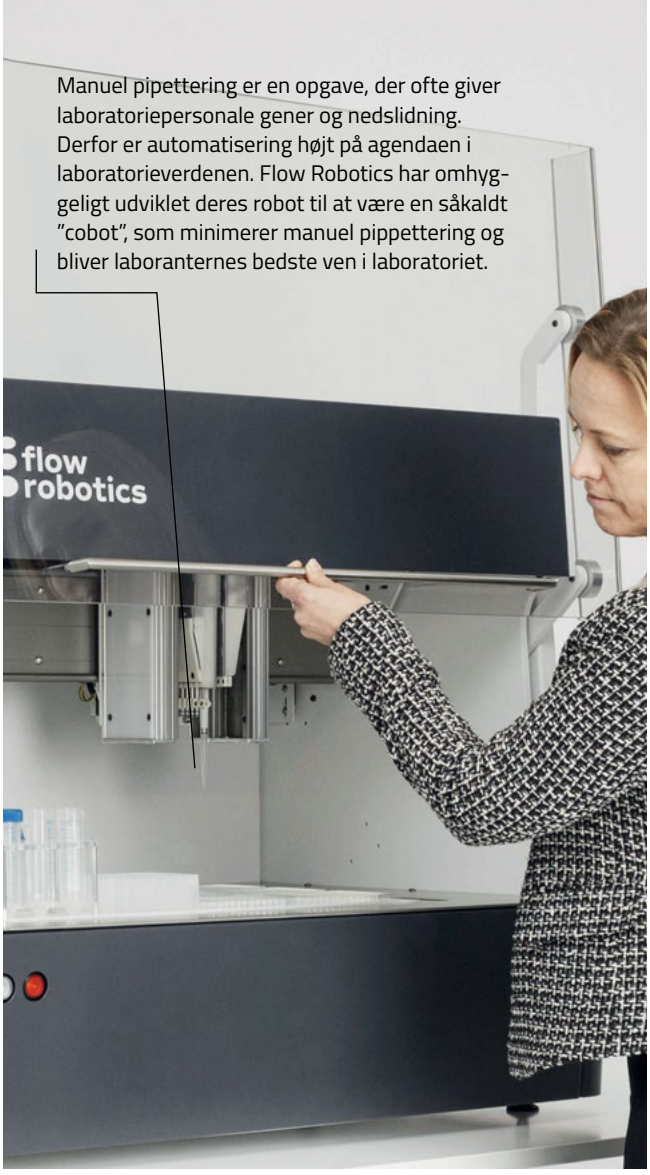
Derfor har det danske firma Flow Robotics i samarbejde med laboranter udviklet en patenteret cobot, der kan løse opgaven. Robotten koster 200.000 kroner og kan ifølge grundlægger Kasper Støy, der sammen med Kristian Kassow og Esben Østergaard var med til at udvikle den første cobot fra Universal Robots, tjene sig hjem på seks måneder.

Støy er i dag professor ved IT-Universitetet i København, og virksomheden er et spinoff herfra.

Den nye robot kan bruges til de mange små pipetteringsopgaver, som fuldautomatiske pipetteringsrobotter til flere millioner kroner ikke egner sig til. De store robotter skal programmeres særskilt, og det kan tage op til 12 måneder.

Flowbot ONE er ligeså intuitiv at betjene som en smartphone. Ved hjælp af patenteret teknologi kombineres livevideo fra robotten med en grafisk brugergrænseflade. Det betyder, at alle er i stand til at sætte robotten i gang, uden at der er behov for nogen form for programmeringsekspertise.

www.flow-robotics.com



Manuel pipettering er en opgave, der ofte giver laboratoriepersonale gener og nedslidning. Derfor er automatisering højt på agendaen i laboratorieverdenen. Flow Robotics har omhyggeligt udviklet deres robot til at være en såkaldt "cobot", som minimerer manuel pippettering og bliver laboranternes bedste ven i laboratoriet.

Foto: Flow Robotics

Robotize / København

Robotize fremstiller en mobil pallerobot, GoPal, som er installeret i en lang række danske industri-virksomheder. GoPal opererer fra et antal stationer, hvor den henter og placerer paller. Virksomheden ejes af private investorer.

www.robotize.com

Shape Robotics / København/Farum

Fable er et modulært robotbyggesæt, som gør det muligt for enhver at skabe sine egne robotter på få minutter. Forskellige moduler kan klikkes sammen på et utal af måder for at skabe robottens krop, sanser og bevægelser. Fable bruges i skoler til at lære børn at programmere, innovere og udvikle deres kompetencer inden for kritisk tænkning og kompleks problemløsning.

Fable fremstilles af Shape Robotics, et spinoff fra Danmarks Tekniske Universitet, DTU. Bag Shape Robotics står Moises Pacheco og David Johan Christensen. Fable blev udviklet på Center for Playware, en sektor på DTU der arbejder på grænsefladen mellem spil, læring, robotteknologi og kunstig intelligens under et 4-årigt forskningsprojekt sammen med LEGO.

Fable-robotsystemet er siden blevet listet i toppen af Microsoft Education Apps-liste og er blevet lanceret hos partnere i Storbritannien, USA, Rusland, Italien, Holland og Mexico med flere. Undervisnings-robotterne kan både købes og lejes.

www.shaperobotics.com

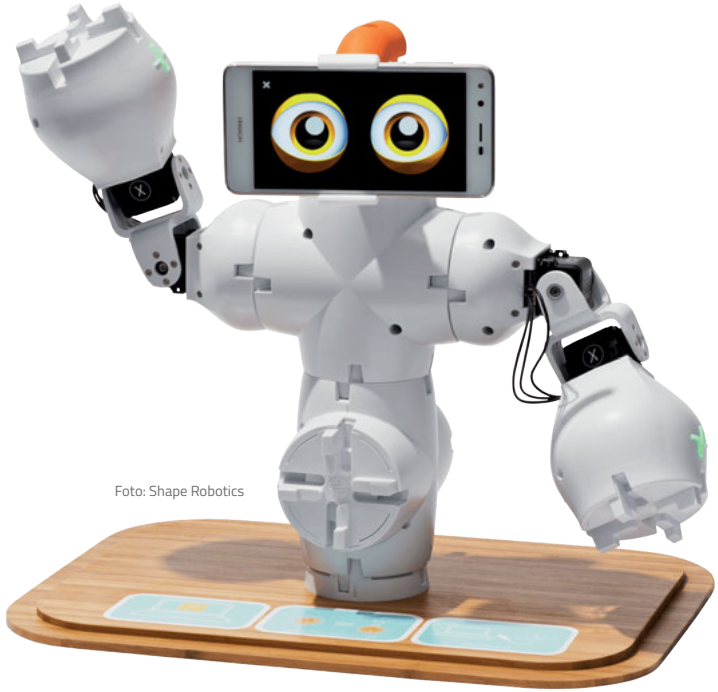


Foto: Shape Robotics

Dana Lims fabrik i Køge producerer i dag mere end 400 forskellige typer lim og fugemasse. En løsning fra Cobot Lift hjælper palleterer 15-20 kg tunge sække med sprøjtespartel, ialt 250 tons om ugen.

Foto: Cobot Lift

REGION SJÆLLAND

Cobot Lift / Slagelse

Cobot Lift kombinerer en vakuumløfter og robotarm i en løsning, der øger en cobots løfteevne med faktor 2,5. Den mere muskuløse robot kan dermed sættes ind, hvor normale UR-robotter må give fortabt.

Ideen er at gøre den velkendte robotarm fra Universal Robots langt stærkere end i dag, hvor den maksimalt kan løfte 16 kg. Men ved at koble robotarmen op på en traditionel vakuumløfter er det lykkedes at gøre UR-robotten i stand til at løfte 25 kg. Maskinmester og iværksætter Flemming Bischoff Truelsen står bag virksomheden.

www.cobotlift.com

Foto: Cobot Lift

Robot At Work / Sorø

Robot At Work er stiftet i 2015 af Finn Christensen og Anders Geleff Martiny. Finn Christensen begyndte på elektrikeruddannelsen, men blev siden tømrer og havde sin egen entreprenørvirksomhed indtil finanskrisen, mens Anders Geleff Martiny har en automationsvirksomhed.

Oprindeligt brugte Robot At Work en robotarm fra Universal Robots til at lave en byggerobot monteret på en platform. Robotten kunne bruges til udvendig efterisolering, hvor den kunne sprøjte et isoleringsprodukt på en facade. Desuden kunne den udfræse fuger, sprøjte puds og beton samt male. Nu er selve robotarmen droppet til fordel for en rammeløsning, hvor robotten kan bevæge sig frit over et større område.

Robotten er god til det slidsomme ensformige arbejde med at bearbejde store flader. Virksomheden har en kendt dansk business angel, Torben Frigaard Rasmussen, som medinvestor og bestyrelsesformand.

www.robotatwork.com

REGION SYDDANMARK

AIM Robotics
/ København/Odense

AIM Robotics leverer en række dispenseringshoveder, der kan monteres på automatiserede robotter for at sikre nøjagtig levering af væsker med høj viskositet i en produktionsopsætning. Når de først er tilsluttet, kræver de ifølge virksomheden ikke tid eller teknisk ekspertise at installere.

Alle dispenserløsninger er designet i Danmark og kan tilpasses til brug med enhver robotløsning. Virksomheden er udsprunget fra Danmarks Tekniske Universitet i København.

www.aim-robotics.com

Creative Sight / Odense

Oppe i skyerne og helt nede på jorden er den bedste beskrivelse af Creative Sight. Virksomheden er stiftet af piloterne Sebastian Duus og Benjamin Mejnertz. Inklusive piloter og specialister tæller virksomheden i dag otte ansatte.

Creative Sight er en drone-konsulentvirksomhed med speciale i inspektion og termografi for energiselskaber og byggepladser samt videomateriale til både film og kommercielle reklamer.

www.creativesight.eu

Foto: Creative Sight

EasyRobotics / Sønderborg

EasyRobotics startede som et afgangsprojekt på SDU, Sønderborg. Per Lachenmeier grundlagde firmaet tilbage i 2015 sammen med Syddansk Innovation. Virksomheden er specialiseret i at lave robotceller, der bruges til at automatisere industriprocesser.

EsayRobotics har bygget flere robotceller. hvor robotter kan føde CNC-maskiner med emner. Robotcellen har en emnebakke placeret i en mover.

Bakken indeholder de dele, der skal bearbejdes. Når bearbejdningen er afsluttet, køres delene fra robotcellen og erstattes med en ny emnebakke fuld af uforarbejdede dele. ProFeederen leveres med to mobile skuffer, så emneskift kan ske hurtigt og effektivt. EasyRobotics har solgt mere end 400 robotceller til 37 lande og har over 70 partnere.

www.easyrobotics.biz

EffiMat Storage Technology / Odense

Effimat producerer og leverer automationsløsninger til håndtering, plukning og lagring af varer. Virksomhedens navn stammer fra nøgleproduktet, lagerrobotten EffiMat. EffiMat Storage Technology blev grundlagt i 2011. Den nuværende ledelse består af Jørgen Flemming Ladefoged, grundlægger og CEO, samt Karl Hvingelby, direktør og CFO. Virksomheden er ejet af ledelsen, den statslige danske Vækstfond og Danfoss-aktionær, Peter Mads Clausen.

EffiMat Storage Technology har over årene udviklet flere lagerrobotter og solgt systemerne til store kunder som Audi, Airbus og Novo Nordisk. Virksomheden har i dag 40 mand ansat.

www.effimat.dk

Foto: EffiMat Storage Technology

EffiMats løsninger bliver anvendt både i industrien på lager og montagelinjer men også af autoværksteder og i detailbranchen af webbutikker.

FarmDroid / Rødding

FarmDroid er en selvkørende letvægtsrobot til brug i landbruget. Den automatiserer såning og lugning. Ved at bruge robotten kan landmanden dyrke afgrøder økologisk, CO2-neturalt og uden at ødelægge jordens mikrostrukturer som følge af robottens beskedne vægt. FarmDroid er grundlagt af brødrene Jens og Kristian Warming. Blandt investorerne er Esben Østergaard, grundlægger af Universal Robots.

www.farmdroid.dk

Foto: FarmDroid

Fishi Robotics / Odense

Det danske robotudviklermiljø er blevet en markant spiller på den internationale scene, som er attraktivt for internationale iværksættere. Det er australske Carl Chatfield fra iværksættervirksomheden Fishi Robotics et bevis på. Han har nemlig flyttet virksomheden fra Silicon Valley til Odense for at deltage i Odense Robotics StartUp Hub, hvor virksomhedens vækst skal accelereres de næste 12 måneder.

Carl Chatfield udvikler en undervandsdrone, der kan overvåge og rapportere, hvordan skibe eller havvindmøllers tilstand er under havoverfladen, hvilket hidtil ikke har været muligt. Han finansierer selv udviklingen af virksomheden.

www.fishirobotics.com

Foto: Fishi Robotics

Inrotech / Odense

Automatiserede svejserobotter fra det nu lukkede Odense Stålskibsværft er udgangspunktet for Inrotech, der er stiftet i 2010, men for alvor er vokset i de senere år. Virksomheden er grundlagt af ingeniør Flemming Jørgensen, der arbejdede med svejserobotter på værftet i 90'erne. Medstifter er hans bror Gert Jørgensen, der tidligere har arbejdet for A.P Møller-rederierne med produktion af containere. Gert Jørgensen er nu adm. direktør.

Inrotech fremstiller fire forskellige typer automatiserede svejserobotter samt kundetilpassede løsninger, som kan arbejde på alt fra skibsbyggeri på skibsværfter og vindmøllefundamenter i olie- og gasindustrien til broer og energianlæg. Robotterne er udviklet sammen med virksomhedens kunder.

Blandt investorerne er Peter Mads Clausen, en del af dynastiet bag den store kendte danske energiteknologi-virksomhed, Danfoss.

Virksomheden ekspanderer kraftigt globalt med automatiserede svejserobotter til den tunge industri.

www.inrotech.com

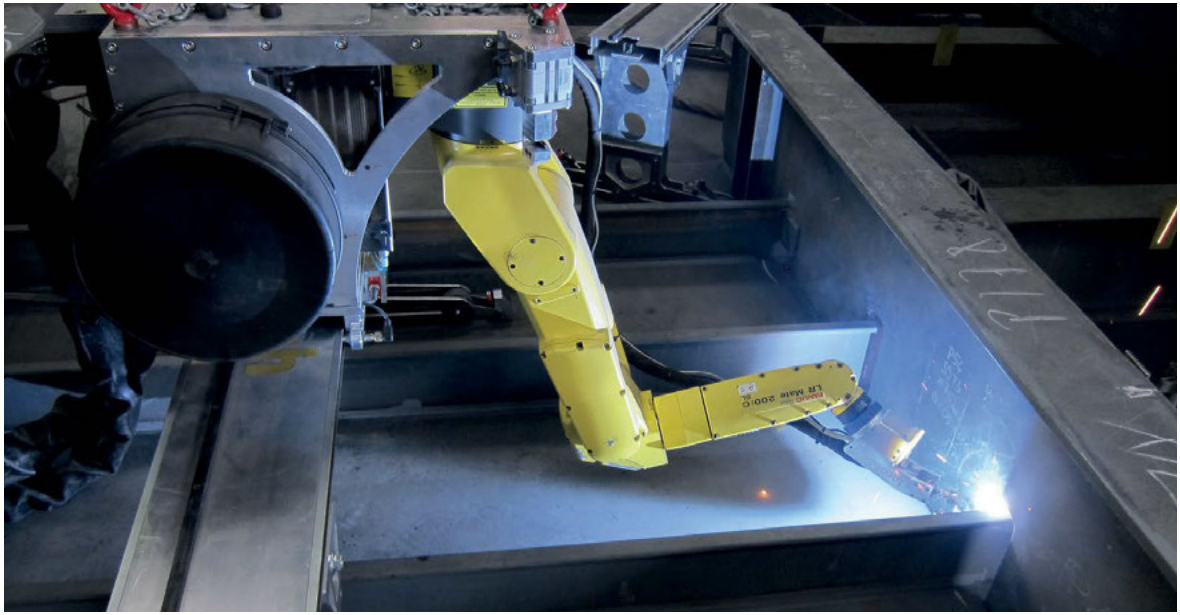
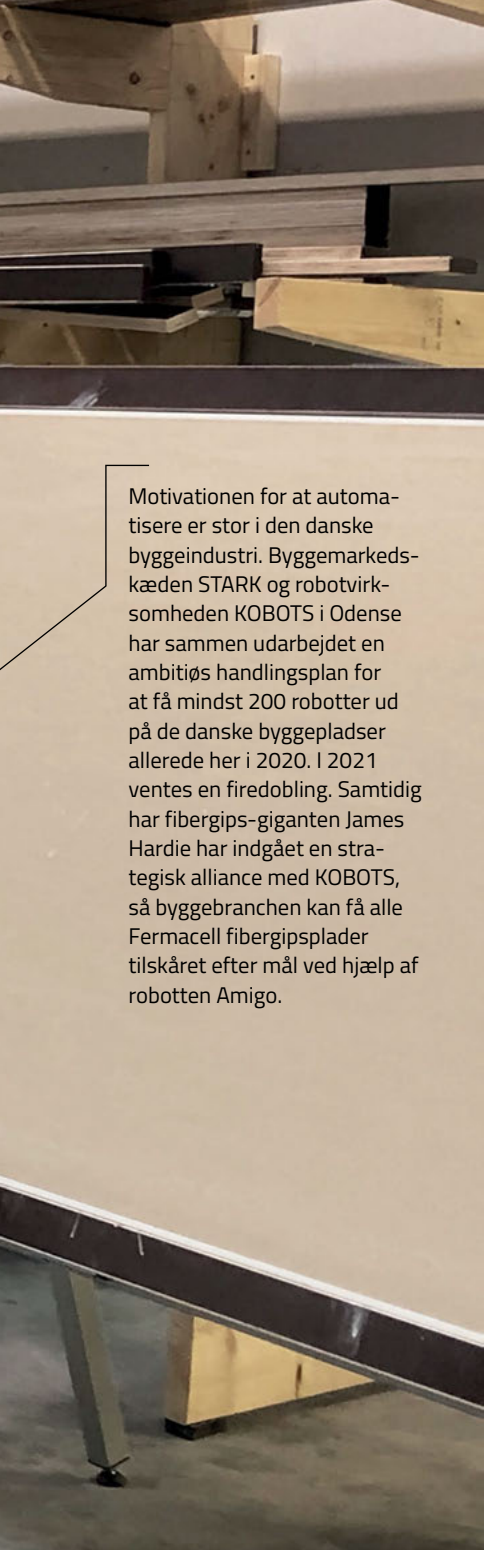


Foto: Inrotech

Foto: Malene Grouleff



Motivationen for at automatisere er stor i den danske byggeindustri. Byggemarkedskæden STARK og robotvirksomheden KOBOTS i Odense har sammen udarbejdet en ambitiøs handlingsplan for at få mindst 200 robotter ud på de danske byggepladser allerede her i 2020. I 2021 ventes en firedobling. Samtidig har fibergips-giganten James Hardie har indgået en strategisk alliance med KOBOTS, så byggebranchen kan få alle Fermacell fibergipsplader tilskåret efter mål ved hjælp af robotten Amigo.

KOBOTS – Voice Responsive Robots / Odense

Det er nødvendigt at forbedre arbejdsmiljøet og gøre byggeri mere effektivt. Produktivitetsudviklingen i denne branche er beskeden, og tidlig tilbagetrækning fra arbejdsmarkedet koster samfundet dyrt. En af måderne at automatisere er at udvikle en automatisk sav, der kan skære i alt fra gipsplader til fliser. Det kan skærerobotten Amigo, som er stemmestyret

Ud over at gøre arbejdsprocessen op til tre gange hurtigere, mindsker den også belastningen fra støv, støj og dårlige arbejdsstillinger. Amigo indsamler alle data og registrerer materiale, som kan genbruges. Det er godt for økonomien og miljøet. KOBOTS intelligente software gør selv opmærksom på, at den gipsplade, du skal til at skære, kan være på en rest fra tidligere og fortæller, at den for eksempel ligger som nr. tre i en bunke af fraskær," fortæller Peter Hartvigsen, CEO i KOBOTS –Voice Responsive Robots i Odense, der har udviklet den patenterede Amigo-robot.

Bag virksomheden står desuden grundlæggeren af Mobile Industri Robots, Niels Jul Jacobsen og hans hustu, Charlotte Hybschmann Jacobsen, der sammen driver ventureselskabet Hybsch Connect Holding.

Amigo består af en mobil og adskillelig ramme og en værktøjs-adapter til forskellige typer elværktøj; vinkelslibere, overfræsere, dyksave og lignende samt et avanceret stykke software med talegenkendelse og -gengivelse.

Med sin stemme snakker tømreren med robotten på samme måde, som hvis han havde en makker med. Det gør, at han har hænderne fri til andre opgaver, måle op og montere. Amigo spørger løbende efter de oplysninger, den skal bruge. Den siger for eksempel: Hvor vil du skære i pladen "side?", "top?", "bund?" eller "angiv mål", hvorefter tømreren styrer robotten verbalt med sine instruktioner.

www.kobots.dk

Læringsrobotten KUBO giver børn en meget konkret forståelse af, hvad programmering handler om.

Foto: KUBO

KUBO / Odense

Læringsrobotten KUBO hjælper børn i alderen 5-11 år med at lære at programmere. Ved hjælp af puslespilsbrikker sammensætter barnet en sekvens, som robotten så kører efter. Robottens hoved kan udskiftes, så den kan bruges til forskellige aktiviteter, for eksempel til træning af stavefærdigheder, hvor robotten kører af sted over brikkerne, men stopper og lyser rødt, hvis den møder et forkert bogstav.

KUBO er stiftet i 2015 af Tommy Otzen og Daniels Lindegaard. Blandt investorerne er Vækstfonden, som ejes af den danske stat. I ledelsen sidder blandt andet en tidligere LEGO-chef og en tidligere direktør fra en større dansk virksomhed inden for elektronikindustrien. Der er investeret et større millionbeløb i markedsføring og salg af robotten. Læringsrobotten har vundet et væld af startup-priser.

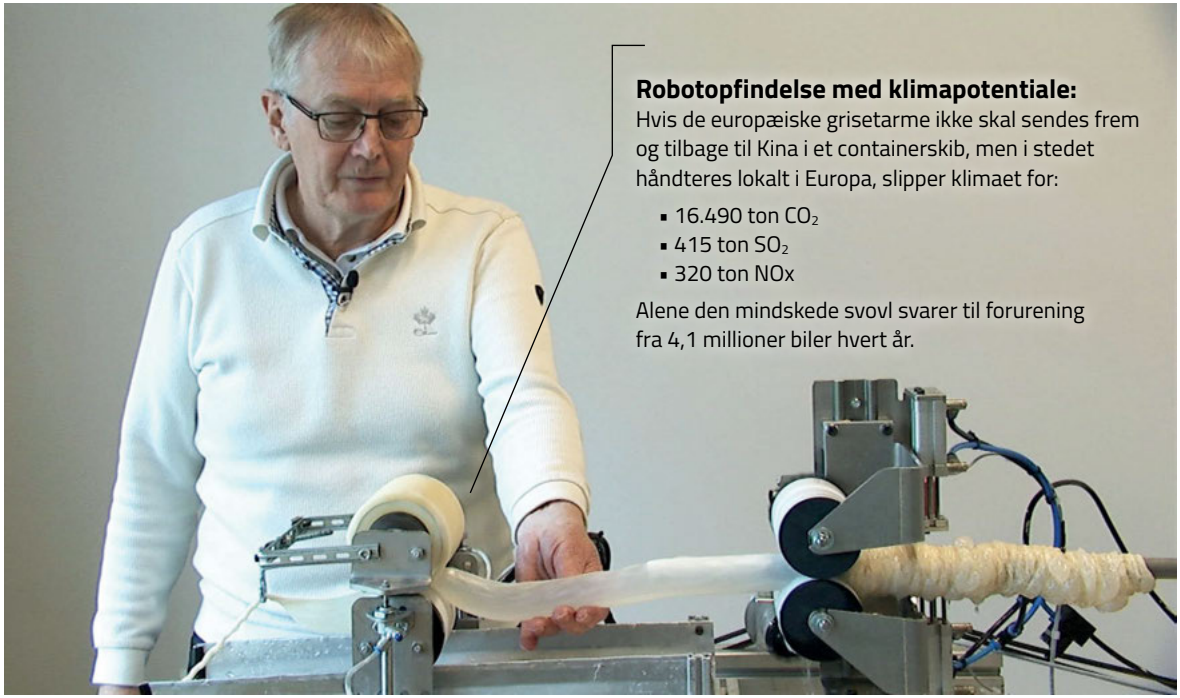
www.kubo.education

Proxima Centauri / Odense

Proxima Centauris patenterede maskiner er udviklet til at automatisere sortering af naturtarme til produktion af pølser. Tarmene skal sorteres efter størrelse, og det foregår manuelt. Opgaven er for løntung i Europa til at være rentabel, og derfor transporteres tarmene til lavlønslande og senere tilbage igen. Denne transport udgør en årlig miljøbelastning svarende til forureningen fra fire millioner biler. Proxima Centauris teknologi gør det muligt at løse sorteringsopgaven lokalt i Europa 65-78 % billigere og med kun en maskinoperatør frem for 16 medarbejdere.

Bag opfindelsen står den 73-årige pensionerede slagteridirektør Jan Pedersen. Hans firma leverede de første tarmsorteringsmaskiner til slagteribranchen i 2019.

www.proxima-centauri.dk



Robotopfindelse med klimapotentiale:
Hvis de europæiske grisetarme ikke skal sendes frem og tilbage til Kina i et containerskib, men i stedet håndteres lokalt i Europa, slipper klimaet for:

- 16.490 ton CO_2
- 415 ton SO_2
- 320 ton NOx

Alene den mindskede svovl svarer til forurening fra 4,1 millioner biler hvert år.

Foto: Proxima Centauri

Kilde: Beregning, Syddansk Universitet har lavet for Proxima Centauri.

Foto: QuadSAT

QuadSAT / Odense

QuadSAT arbejder på en ny teknologi, som kan nedsætte støjen fra den store mængde af satellitter i rummet, samt de navigationssystemer, der findes i fly, skibe og biler, således at sø- og luftfartsindustrierne, der er afhængige af korrekt og hurtig satellitkommunikation, kan fungere optimalt.

QuadSAT's teknologi gør det slet og ret muligt at bruge droner til at teste og kalibrere antenner til satellitkommunikation autonomt for dermed at sikre et konstant flow af højhastighedsinternet.

Blandt investorer er den danske stats Vækstfond

www.quadsat.com

Nordbo Robotics / Odense

Nordbo Robotics, der er stiftet i 2015, leverer software, sensorer og værktøj til robotvirksomheder. Kernekompetencerne er applikationssoftware til industrielle robotter og avanceret computervision-teknologi. Administrerende direktør og medstifter Leo Zhou har studeret på MMMI-instituttet i Odense. Nordbo Robotics satser især på det kinesiske marked, hvor der er stort behov for at implementere automationsløsninger. Virksomheden har også fået kinesiske aktionærer.

www.nordbo-robotics.com

Foto: Nordbo Robotics

Tendo / Odense

Tendo står bag en robot-handske til personer, som har nedsat styrke i fingre og hænder blandt andet forårsaget af hjerne-blødninger, ulykker og gigt. Handsken er nået til tredje udviklingstrin - det fjerde bliver tæt på den endelige version, som skal være klar i løbet af 2020.

Tendo er stiftet af tre svenske iværksættere med administrerende direktør Sofie Woge i spidsen. De arbejder dels fra Odense, dels fra Lund i Sverige.

www.tendoforpeople.se

Foto: Tendo

Foto: ROEQ

ROEQ / Vissenbjerg

ROEQ udvikler udstyr til mobile robotter, der effektivt bygger bro mellem lageret og produktionslinjerne, så industrien kan opnå en fuldautomatiseret intern logistik mellem lager og produktion. Robotvirksomheden startede i år 2017, og er en 100% dansk ejet virksomhed hvor største dele af komponenterne til robotudstyret leveres fra danske virksomheder. I 2020 udvikler, producerer og sælger ROEQ sine produkter i 28 lande igennem 76 distributører. ROEQs sortiment af topmoduler og cart løsninger gør det muligt at få en MiR-robot til uden menneskelig involvering at afhente/aflevere vogne eller paller med emner til f.eks. et transportbånd. Brugere af ROEQs udstyr findes både i industri og logistikbranchen samt sundhedssektoren. I Danmark er det eksempelvis Velux, Sjællands Universitetshospital, mens giganter som Visteon, Google, Toyota, Procter & Gamble, Stryker, Unilever, Faurecia, British Aerospace, Repsol og Volvo også figurerer på referencelisten.

www.roeq.dk

REGION MIDTJYLLAND

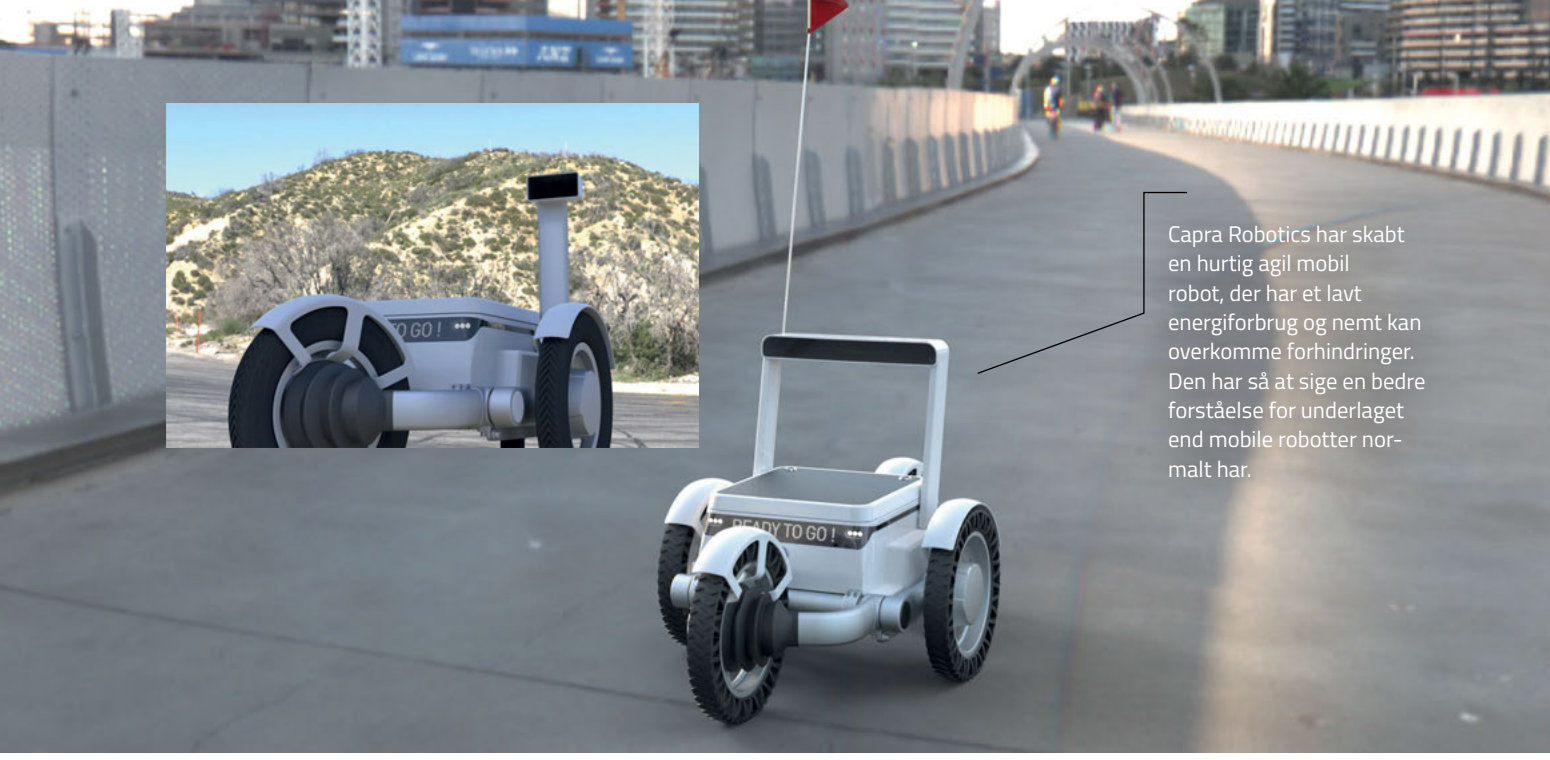
Agrointelli / Aarhus

Agrointelli er et dansk udviklingsselskab, som udvikler bæredygtige automatiserings-teknologier og produkter til planteproduktion. Virksomheden kombinerer den seneste tekniske forskning inden for sensorer, dataopsamling, intelligent automatiseret databehandling, beslutningsstøttesystemer og automatisering med agronomisk specialviden inden for planteproduktion, jord og miljø. Virksomheden, der har 26 medarbejdere, er stiftet i 2015 af professor ved Aarhus Universitet, Ole Green og landbrugsmaskinvirksomheden Kongskilde. Virksomheden ejes nu af en række private investorer. Agrointelli har til huse i Agro Food Park nær Aarhus. Agrointelli har blandt andet udviklet "Robotti ," som er designet med et standard trepunktsophæng, så de fleste typer redskaber kan monteres mellem to hjulmoduler.

Robotti har firehjulstræk og en hastighed på op til otte kilometer i timen. Den er udviklet til at kunne køre på elektricitet. Robotti kan styres fra en smartphone eller en tablet.

www.agrointelli.com

Foto: Agrointelli



Capra Robotics har skabt en hurtig agil mobil robot, der har et lavt energiforbrug og nemt kan overkomme forhindringer. Den har så at sige en bedre forståelse for underlaget end mobile robotter normalt har.

Foto: Capra Robotics

Capra Robotics / Aarhus

De fleste mobile robotter er udstyret med differentiale-styring (styring af retning ved at differentiere hjulenes hastighed og retning), hvilket er med til at skabe problemer, når en mobil robot for eksempel skal køre hurtigere eller på glat eller og ujævnt underlag.

Capra Robotics har skabt en ny patenteret platform for mobile robotter, så de kan køre inden- og udendørs, uden at robotten stopper ved forhindringer såsom ledninger, kantstene, mindre trapper og dørkarme. Den nye platform kan køre over forhindringer på op til 40 procent af hjulets højde, hvor dem, vi kender i dag, kun klarer 10-12 procent.

Platformen er skabt af civilingeniør Mads Bendt, der er kørestolsbruger efter en ulykke. Han har selv skabt sin egen kørestol, og erfaringerne herfra er brugt til at udvikle den nye platform. Capra forventer at kunne levere den første mobile platform til kunderne i starten af 2020. Blandt sine investorer har Capra Niels Jul Jacobsen, Mobile Industrial Robots, og hans hustru Charlotte Hybschmann Jacobsen , som har et ventureselskab, der investerer i mobile robotter.

www.capra.ooo

Foto: Turf Tank

Der er millioner af sportsanlæg i verden, som Turf Tank kan opstrege. Her ligger der et gigantisk potentiale af manuelt arbejde, som verdens første opstregningsrobot med millimeterpræcision kan automatisere. Løsningen frigør tid og sikrer, at sportsanlæggenes linjer står skarpt og nøjagtigt hver gang, der skal spilles på banerne.

REGION NORDJYLLAND

Turf Tank / Hjørring

Hvis man skal gøre det manuelt, tager det to mand to en halv time at strege en foldboldbane op fra bunden. I dag kan den opgave klares på kun 20 minutter ved hjælp af en robot. Operatøren skal blot lægge banen ind på den tablet, som han styrer robotten med, så klarer robotten resten.

Robotten kommer fra den danske virksomhed Turf Tank, stiftet af Anders Ulrik Sørensen og Andreas Ydesen. Virksomheden er nu overtaget af private investorer, der har sat sig for at indtage og automatisere et globalt milliardmarked af sportsanlæg, der i dag opstreges manuelt.

Virksomheden har tiltrukket kendte danske business angels som investorer og etablerede sig i 2019 i et nyt hovedkvarter på 3.000 kvadratmeter. Virksomheden forventer at skulle investere 100 mio. kroner i markedsopbygning og salg. Turf Tank er allerede repræsenteret på tre kontinenter, men satser især på USA, hvor NFL-klubberne New England Patriots og Tampa Bay Buccaneers er blandt de største kunder.

www.turftank.com

Foto: Life Science Robotics

Life Science Robotics / Aalborg

Genoptræningsrobotten ROBERT's formål er at reducere komplikationer for patienter, så deres indlæggelse på hospitaler og deres efterfølgende rehabiliteringsforløb bliver kortere.

Robotten kan udføre passiv og aktiv træning og fungerer ved, at personalet først med bevægelse viser robotten, hvordan den skal træne den enkelte patient. Robotten gentager derefter den ønskede bevægelse på præcis samme måde et indtastet antal gange. Ved den mindste modstand fra patienten stopper robotten straks. Behandleren kan således bruge tiden til at tale med patienten eller til at træne andre patienter i samme rum. Ligeledes kan behandleren lade robotten foretage de tunge og gentagne bevægelser og selv fokusere på de lettere og mere komplekse opgaver. Robotten kan også måle en række konkrete parametre, blandt andet patientens kraft i benene. Hermed kan patientens styrke nøjagtig måles og rapporteres. Bag genoptræningsrobotten står virksomheden Life Science Robotics. Der er indgået aftale med forhandlere i Europa, USA og Korea. Blandt investorerne er business angel Søren Juul Jørgensen, som var blandt de første, der investerede i Mobile Industrial Robots.

www.lifescience-robotics.com

Robotto / Aalborg

Robotto har udviklet droner, der kan overvåge og analysere skovbrande. Virksomheden er udsprunget af et projekt på Aalborg Universitet.

www.robotto.dk

Illustration: Robotto

Syddansk Universitet i Odense og Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet er vigtig del af det øko-system, som omgiver robotindustrien.

Foto: Kirstine Mengel

KAPITEL 5

Stærkt økosystem understøtter klyngen

Anvendelsesorienteret forskning, nye uddannelser, samarbejde i netværk og let adgang til kapital har været afgørende for væksten i den danske robotklynge.

Virksomhederne - både lokomotiverne i bestemte brancher, integratorerne, vækstlaget og ikke mindst den samling af ildsjæle, som har skabt dem, er fundamentale for udviklingen af den danske automations- og robotklynge.

Men systemet udenom. Forsknings- institutionerne, de netværk forskningsinstitutionerne og virksomhederne arbejder sammen i, uddannelserne og adgang til risikovillig kapital og kompetent arbejdskraft spiller også en afgørende rolle.

Uden dette stærke øko-system var der ingen klynge.

Forskningen indenfor automation og robotics foregår på Danmarks Tekniske Universitet, (DTU), i København, Syddansk Universitet, (SDU) i Odense og Sønderborg, Aalborg Universitet. (AAU) og Aarhus Universitet. Desuden assisterer Dansk Teknologisk Institut, DTI, Danmarks pendant til tyske Frauenhofer, i udstrakt grad virksomhederne med at tage ny automationsteknologi i brug. Senest har DTI åbnet et decideret Cobot Lab i 2019 i Odense.

Lang tradition for samarbejde med virksomheder om automation

På den ældste af læreanstalterne DTU, er der en lang tradition for at forske og samarbejde med danske virksomheder omkring automation og control.

I disse år er forskningen især koncentreret om tre emneområder.

- Monitorering af beslutningsystemer og systemer, der er kritiske med hensyn til sikkerhed.
- Selvlærende systemer
- Opfattelse af situationsbevidsthed under usikre omstændigheder.

Fællesnæveren for DTU's forskning er i dag autonome systemer af enhver art. DTU har i 2019 åbnet

ROBOTPROFIL

Foto: SDU

Kasper Hallenborg (født 1976), institutleder, Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, MMMI

Kasper Hallenborg er cand.polyt. og associate professor ved MMMI-instituttet, som han har været leder af siden 2014. Han har blandt andet beskæftiget sig intensivt med pervasive computing og multi-agent systems. Under Kasper Hallenborgs ledelse er instituttet vokset markant både i forskningsomfang og antallet af medarbejdere, studerende og dimittender.

Centre for Collaborative Autonomous Systems, CCAS. Ideen er at trække mere på tværs blandt de mange kompetencer, der er på universitetet, bl.a. med det formål at udvikle intelligente autonome systemer, der kan samarbejde med mennesker.

I centret indgår DTU's institutter for compute, space og electical engineering. Samtidig er en ny test-arena – en air dome - for autonome systemer under opbygning. Den gør det muligt at teste droner og undervandsrobotter. Den nye arena er med til at gøre DTU mere attraktiv, når der skal søges forskningsbevillinger, nationalt og internationalt.

Et konkret eksempel på den forskning, som foregår på DTU vedrører autonome skibe. DTU har en vision om at få skibe til at sejle med en periodevis ubemandet kommandobro, eller i særlige tilfælde - uden at navigatøren er om bord. Det kan først gøres, når man har lært computeralgoritmer at være lige så dygtige som en erfaren skibsfører.

Arbejdet med at bringe algoritmerne på niveau med erfarne skibsførere bygger blandt andet på elektronisk udkig fra skibene. Med kameraer og radarenheder overvåges skibets omgivelser. Via information om afmærkninger og vanddybder skal computeren prøve at forudse, hvordan nærtliggende fartøjer vil sejle i de næste minutter. Ud fra dette vurderer computeren risici for kollision eller grundstødning, som den undgår ved at planlægge og udføre egne manøvrer i tide. En af komplikationerne er , at det for en computer kan være svært at kende forskel på et sømærke og kajak.

Forskningen vil have fokus på at påvirke internationale standarder, så det efterfølgende bliver muligt for danske leverandører at byde ind med specialiserede delsystemer, certificere disse og sikre mulighed for at kunne eksportere løsninger til resten af verdenen.

Projektet gennemføres sammen med den danske maritime industri. Danmark er en stor søfartsnation med A. P. Møller Maersk som det globalt bedst kendte rederi.

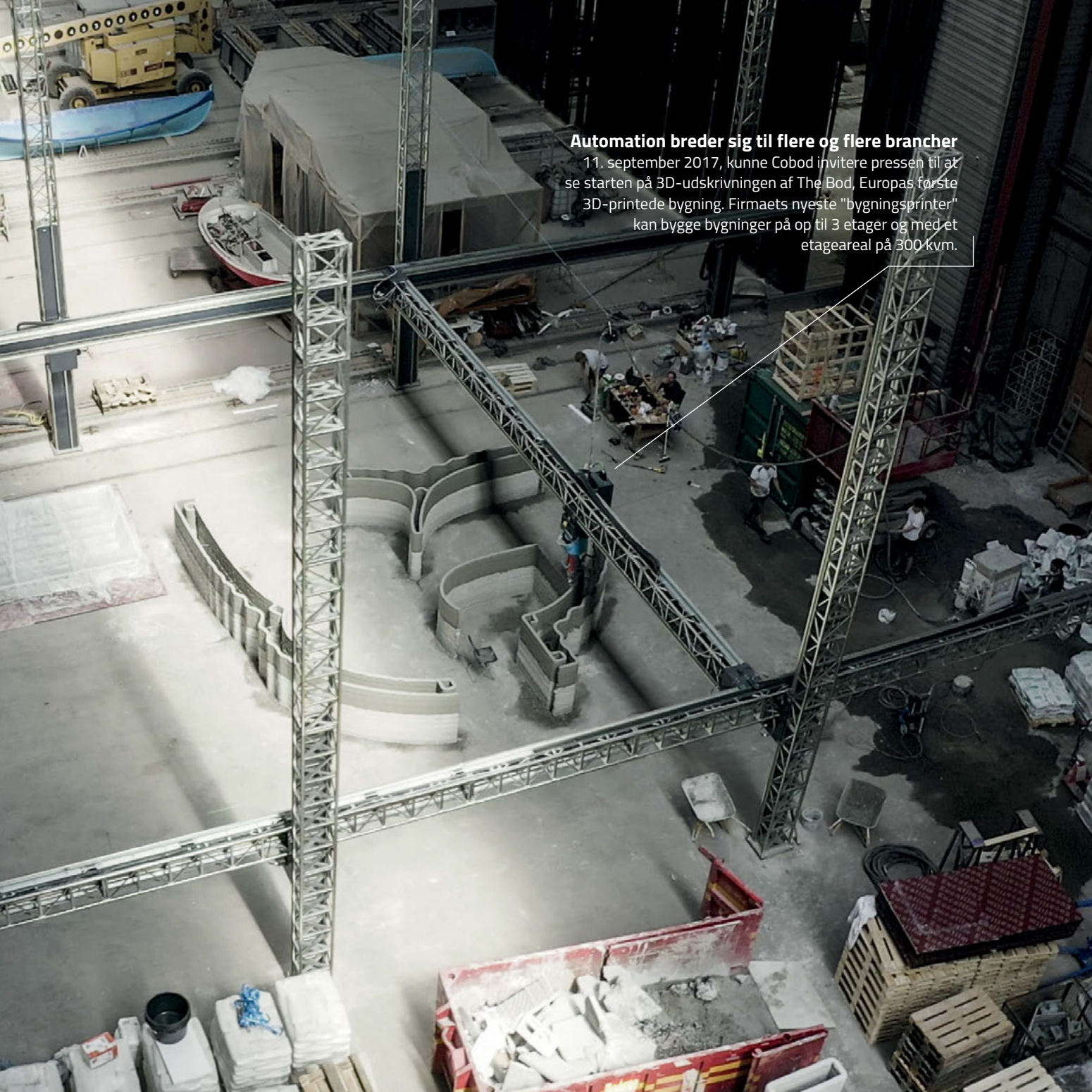
På DTU etableres løbende en lang række phd-projekter indenfor robotteknologi. F.eks. forskes der i, hvordan de afisningsmaskiner, som bruges i lufthavne, kan styres af en robot. Hos Cliin har man udviklet en skibsrensningsrobot, der kan bidrage til at gøre en sort industri markant grønnere og sundere at arbejde i også.

Helt ny forksningsinfrastruktur på SDU

På Syddansk Universitet Odense (SDU)har man i 2019 indviet en af verdens mest avancerede forskningsinfrastrukturer for udvikling af robotteknologi og automatisering. Det er sket med et 4.0-laboratorium. SDU investerer henover de kommende fire år 140 millioner kroner i laboratoriet, der bliver Nordens mest avancerede.

Det giver forskere og studerende mulighed for at arbejde med nogle af markedets nyeste og mest avancerede fleksible robot- og automationsløsninger. De kommer også til at arbejde med teknologierne virtuelt i et digitalt design-lab med virtual reality- og augmented reality-udstyr. Dertil kommer et nyt forskningscenter i softrobotics-teknologier.

Forskningen i automation og robotics er koncentreret på Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, MMMI



Automation breder sig til flere og flere brancher

11. september 2017, kunne Cobod invitere pressen til at se starten på 3D-udskrivningen af The Bod, Europas første 3D-printede bygning. Firmaets nyeste "bygningsprinter" kan bygge bygninger på op til 3 etager og med et etageareal på 300 kvm.

som blev etableret i 1997 som en del af Det Naturvidenskabelige Fakultet under Syddansk Universitet. I 1999 rykkede instituttet ind i egen bygning, som blev doneret af A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til Almene Formål. I 2019 har fonden doneret yderligere 100 mio. kr. til en udvidelse af instituttet, der har fastholdt en ledende global position inden for robotteknologi i mere end to årtier.

Instituttet var blandt de første, der startede robotforskning i Danmark og er tæt knyttet til robotvirksomhederne på Fyn, herunder Universal Robots (UR) og Mobile Industrial Robots (MiR), der begge er grundlagt af medarbejdere og studerende ved instituttet.

På baggrund af MMMI's indsats inden for robotteknologi og software har det også været muligt at skabe forskningscentre inden for beslægtede områder såsom kunstig intelligens, sundhedsinformatik og energiinformatik. I de senere år er også droneforskning inkluderet i instituttets udviklingsportefølje, ligesom robotteknologi inspireret af insekters anatomi har fokus.

Ifølge MMMIs instituttets leder, Kasper Hallenborg, er formålet med det nye industri 4.0 laboratorium især at arbejde med modulbaseret produktion og automatik.

"Vi kigger ikke bare på en enkelt arbejdscelle med en robot i, vi kigger på hele produktionslinjer. Vi kan arbejde med modularisering og imødekomme de høje krav til kundetilpasning, som tilstræbes i moderne produktion", forklarer Kasper Hallenborg.

ROBOTPROFIL

Henrik Gordon Petersen (født 1960), professor i robotteknologi, sektionsleder, ph.d., Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, SDU Robotics

Henrik Gordon Petersen skrev sin ph.d. under vejledning af John Perram. Han blev hurtigt en bærende kraft på Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet, hvor han siden blev professor i robotteknologi. Han har udviklet adskillige af de algoritmer, som de nye robotteknologier i det danske miljø er bygget på, og han har uddannet mange af miljøets ingeniører. Henrik Gordon Petersen var medinvestor og aktiv i AMROSE. Han fik i 2015 Grundfosprisen på 1 mio. kroner for sin mangeårige forskning inden for robotteknologi. Han er desuden stærkt engageret i etableringen af Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttets nye Industri 4.0-laboratorium, der åbnede i 2019.

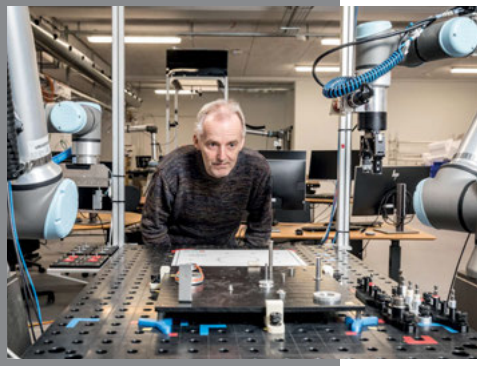


Foto: SDU

Professor ved instituttet, Henrik Gordon Pedersen tilføjer, at instituttet nu kan prøve ting i at virksomhedsnære omgivelser uden at skulle forstyrre produktionen.

"I dag har industrien ikke alle de teknologier, som der er behov for, men her kan vi teste ting af, som vi ved kommer til at blive dagligdag i virksomhederne på sigt", siger han.

SDU er især kendt for at arbejde anvendelsesorienteret, men prøver samtidig at bryde nye grænser.

Det gælder bl.a. indenfor softrobotics. Typisk arbejder robotter med hårde ting, men der er i stigende grad brug for automationsløsninger, der kan håndtere bløde ting, f.eks. fødevarer, tekstiler, eller andre bløde materialer.

Et eksempel på det sidste er et projekt, som SDU kører sammen med den danske Aerospace-producent Terma, der er en betydelig underleverandør til flyindustrien bl.a. til Lockheed Martins F35-fly.

I årevis har man fra forskellig side forgæves forsøgt at udvikle teknologiske løsninger, der kan reducere produktionsomkostningerne ved at sikre, at kompositlag i form af fibermåtter bliver placeret korrekt og hurtigt. Hidtil har bestræbelserne været forgæves.

Men nu har et gennembrud på automationsområdet løst den komplicerede udfordring. På SDU's laboratorier er gennemført et demonstrationsforløb, der dokumenterer, at det er muligt at producere komposit-komponenter til luftfartsindustrien fuldautomatisk. Førhen har de dyre kompositlag skulle lægges manuelt.

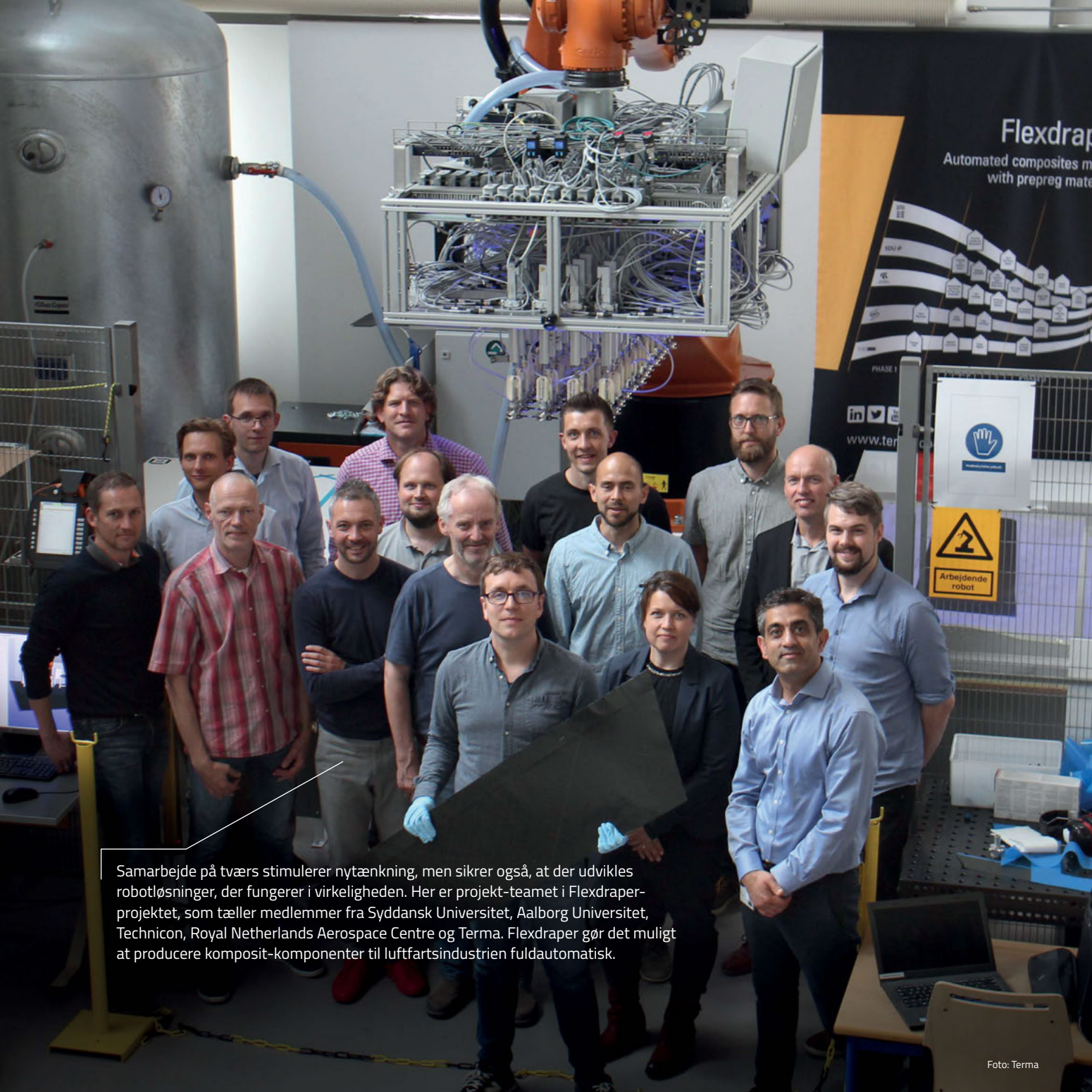
Flexdraper som løsningen hedder, er en robot med tilhørende sofistikeret software Flexdraper har 120 sugekopper, der kan styres individuelt. Dermed sikrer løsningen, at fibermåtterne placeres helt korrekt på formene.

Projektet har vakt international opsigt. Bl.a er de to store flyproducenter Airbus og Boeing interesseret i mulighederne for at anvende den nye produktionsteknologi.

Målet med det nye softrobotics institut er at udvikle nye måder at håndtere emner på, eksempelvis ved at simulere muskelstrukturer. Desuden skal der opbygges en forskningsinfrastruktur inden for aktive og intelligente materialetyper, hvor SDU blandt andet skal undersøge, hvordan elektriske påvirkninger af materialer kan gøre materialer aktive.

Det sidste kommer til at ske på SDU's afdeling i den syddanske by Sønderborg., hvor SDU har et center for Center for industriel Elektronik. Dette center omfatter forskere og udviklere fra universiteter og virksomheder på begge sider af den dansk-tyske grænse. Det fungerer i tæt samspil med store danske virksomheder som Danfoss og Linak. Den første virksomhed er verdenskendt for termostater til varmeregulering. Linak producerer elektriske aktuarer og løftesøjler.

Også på servicerobotter er SDU aktiv. Det gælder f.eks. plejerobotter. De skal ikke ligne mennesker, men løse simple opgaver, så der bliver mere tid til menneskelig kontakt, siger professor i robotteknologi Norbert Krüger fra SDU Robotics. Han er sammen med et team i gang med at udvikle en servicerobot til plejehjem



Samarbejde på tværs stimulerer nytænkning, men sikrer også, at der udvikles robotløsninger, der fungerer i virkeligheden. Her er projekt-teamet i Flexdraper-projektet, som tæller medlemmer fra Syddansk Universitet, Aalborg Universitet, Technicon, Royal Netherlands Aerospace Centre og Terma. Flexdraper gør det muligt at producere komposit-komponenter til luftfartsindustrien fuldautomatisk.

Foto: Terma

'Robotten skal følge de ældre til for eksempel frokost, servere vand og transportere vasketøj og skrald. Robotten skal blandt andet lære at føre korte samtaler og være i stand til at opfatte, når de ældre er trætte eller tørstige. 'Den største udfordring, når vi udvikler velfærdsrobotter, er at få interaktionen mellem menneske og robot på plads. Vi skal lave modeller for, hvordan mennesker agerer og reagerer,' siger Norbert Krüger.

"Lille hjælper" er i fuldt sving på AAU

Aalborg Universitet i den nordlige del af Danmark er også aktive på forskningsfronten. Universitets robotcenter blev stiftet tilbage i 2007. I dag består Aalborg U Robotics, som centeret hedder, af godt 70 forskere.

En pæn stor del af dem arbejder med reinforcement learning.

Her giver man systemet et problem, som det skal forsøge at løse. Undervejs tester systemet forskellige måder, det kan løse problemet på, og bliver belønnet alt afhængig af, hvor godt det udfører opgaven.

Reinforcement learning bruges typisk til opgaver, hvor robotter skal interagere med den virkelige verden. Det kan f.eks. være en skrueproces, hvor robotten selv udforsker, hvor hurtigt skruen skal skrues på og prøver sig frem, indtil den har fundet det rette tempo og den rigtige styrke.

Ligesom Syddansk Universitet har Aalborg Universitet (AAU) en tværfaglig tilgang med robotics og automation. Studenterne tilbringer halvdelen af deres tid på projekter i virksomhederne.

Hvor virksomhedsnært instituttet arbejder afspejler sig i flere af AAU's projekter. Det gælder eksempelvis "Lille hjælper", inspireret af Disneyfiguren Georg Gearsløs trofaste assistent.

Lille hjælper er en næsten helt igennem dansk robot. Den består af en MIR robotplatform hvor der er monteret en UR5-robot. Derudover er robotten udstyret med en griber og en række kameraer.

Robotten et godt eksempel på fremtidens robotteknologi. Den er mobil og kan selv navigere rundt uden streger eller magnetbaner i gulvet. Den kan bruges til en række forskellige opgaver, idet den er nem at re-programmere. Derudover er den modulær, så den hurtigt kan re-konfigureres, og den kan operere uden gitter. Der er en lang række applikationer til en sådan robot, som eksempelvis at indføde emner, lave simple montager eller hente emner til en operatør

Et andet projekt i AAU regi handler om at gøre industri 4.0 tilgængeligt for mindre virksomheder. Projektet hedder Factory North.

Det skal hjælpe produktionsvirksomheder på vej til en smartere produktion. Det sker ved at kortlægge, teste, kompetenceudvikle og implementere en række af de mange teknologier, der er til rådighed, men som ofte har svære betingelser for at finde vejen helt frem til produktionslinjen. Projektet inddrager 10 teknologivirksomheder og 60 leverandører.

Det består af tre hovedaktiviteter:

- Awareness: Hvilke teknologier er der, og hvordan udnytter man dem i virksomhederne.

Innovation Factory North på Aalborg Universitet arbejder med tre hovedaktiviteter:

- Awareness: Hvilke teknologier er der, og hvordan udnytter i dem i vores virksomheder.
- Demonstrationer: Sammen med partnere, leverandører og produktionsvirksomheder bygges der demonstrationer af nye løsninger.
- Forankring: At få flyttet innovationen tilbage til den oprindelige produktionsvirksomhed, og opbygge virksomhedens kompetence til at omsætte innovationen til nyt potentiale.

Foto: Factory North

- Demonstrationer: Sammen med partnere, leverandører og produktionsvirksomheder bygges der demonstrationer af nye løsninger.
- Forankring: At få flyttet innovationen tilbage til den oprindelige produktionsvirksomhed, og opbygge virksomhedens kompetence til at omsætte innovationen til nyt potentiale.

Et tredje fokusområde i AAU er exoskeletter. Det er bærbare mobile maskiner, som drives af kombination af teknologier, der giver mulighed for bevægelser af lemmer med øget styrke og udholdenhed. Der er et stort behov for at få apparater, der kan øge menneskers styrke, f.eks. til at løfte og derved reducere nedslidning.

I ti år har man i AAU-regi forsket i exoskelletter. De nuværende er mekaniske og dermed "dumme," men AAU arbejder med at bygge intelligente, kundetilpassede exoskelletons. Man kan bruge algoritmer til at måle bevægelser og på den måde finder man ud af, hvordan bevægelserne skal styres og styrkes.

Som i andre sammenhænge er man i Aalborg i sin forskning og sine projekter især fokuseret på en dyb forståelse af processer for at finde ud af, hvordan de kan omsættes til en præsentation, som en robot kan forstå og agere på.

AU satser på klassiske robotdiscipliner

I Danmarks næststørste by ligger Aarhus Universitet (AU). Her er det særligt inden for de klassiske

ingeniørdiscipliner mekanik, elektronik og it, man finder relevante forsknings- og udviklingsaktiviteter. Og det er også inden for disse discipliner, der uddannes diplom- og civilingeniører med viden om robot- og automationsteknologi.

I undervisningen er der fokus på generel robotprogrammering, robotkinematik, autonome mobile robotter, visionteknologi, motion planning og navigation. Studerende har bl.a. i samarbejder med virksomheder været med til at udvikle robotmanipulatorer til telemedicinske løsninger og droner til monitorering af el-nettet.

Robotics er i højsædet hos det danske Frauenhofer

Det har på flere felter været afgørende for udviklingen af robotics i Danmark, at Dansk Teknologisk Institut, (DTI) en pendant til dem tyske forskningsinstitution Frauenhofer, etablerede sit eget robotcenter i 2007.

Næstefter Frauenhofer er DTI blandt de største i Europa på robotics og automation. DTI's robotafdeling i Odense har godt 50 robotspecialister, som til dagligt forsker i nye måder at automatisere på og som hjælper virksomhederne med at løse automationsopgaver, som ikke kan løses af integratorer og andre kommercielle automationsleverandører. DTI's robotafdeling råder over testfaciliteter på 3.000 kvm., 50 robotter og har 500 kontrakt kunder. DTI er løbende involveret i omkring 60 udviklingsprojekter.

DTI har en række fokusområder. Kurt Nielsen, leder af DTI Robotcenter, peger på computervision og robotsikkerhed som nogle af det væsentligste.

Kurt Nielsen er leder af Teknologisk Instituts robotcenter

Photo: DTI

"Vi bruger kameraer i styring af mange processer - f. eks limning, svejsning, og kvalitetskontrol, men der er mange uløste problemer. Det ved vi fra virksomhederne, der efterspørger specialløsninger på området.

Robotsikkerhed er ligeså stor en udfordring. De samarbejdende robotter, som er en styrkeposition i den danske robotklynge, skal ganske vist ikke indhegnes. Men cobots skal jo alligevel være sikre, når de bevæger sig mellem mennesker.

"Skal vi have flere robotter udenfor fabriksgulvet, er det afgørende at finde de rigtige måder at tilgodese sikkerheden", siger Kurt Nielsen.

DTI er desuden vært for p.t. 8 startupvirksomheder i en ny særlig robot incubationshub. De nye unge robotfirmaer får fri adgang til alt DTI's udstyr og til den rådgivning og ekspertise som findes på stedet.

Flere af virksomhederne er siden kommet op at flyve og solgt til nye investorer, som tager dem de næste skridt op i værdikæden.

DTI driver samtidig automationsnetværket DIRA, hvor mere end 170 større virksomheder er med. DIRA arbejder målrettet for at forbedre danske virksomheders konkurrenceevne på de internationale markeder gennem indførelse af automatisering og robotteknologi. Netværket har en historie helt tilbage til 1982.

Netop det at netværke er karakteristisk for den tilgang, som danske virksomheder og forskningsinstitutioner har til automation og brug af robotter.

Netværket MADE introducerer ny teknologi i virksomhederne

Et af de vigtigste netværk på dette område er MADE, Manufacutring Akademy of Denmark, som blev etableret i 2014. I forlængelse af den outsourcing bølge, som danske industrivirksomheder havde været igennem i 90'erne og nullerne, indgik universiteter, videns institutioner, virksomheder og andre sammen om at skabe alliance, der skal gøre Danmark til en de ledende produktionsnationer i verden.

MADE havde i 2019 184 medlemmer – her af mange vidensinstitutioner og virksomheder.

De tre vigtigste udfordringer, som MADE adresserer, er, hvordan man hurtigt introducerer nye produkter og udstyr i industrien, hvordan man optimerer produktionen med digitale simulationsmodeller og hvordan man håndterer den komplikation i produktionen, som udfordringerne udgør. Det skal bl.a. ske ved at benytte sig af de fordele som Danmark har i kraft af god samarbejdskultur og praktisk tilgang på tværs af virksomheder og videns institutioner.

Udfordringerne danner grundlag for forskningsplatformen MADE SPIR.

I MADE går videns-institutioner og store og små virksomheder sammen i såkaldte arbejdspakker. Hensigten er at udvikle nye metoder og produktionsformer og løse de problemer, der opstår i produktionen. Det, der kommer ud af arbejdet, kommunikeres bredt til medlemmerne. Der var i 2019 ni arbejdspakker i Made., hvor projekter har en varighed af i gennemsnit tre år.

Et eksempel på det man arbejder med, er emne-fødning. Dvs. at få emner hen til en robot og gøre en løsning på denne udfordring så billig som muligt. At føde en robot med emner på den rigtige måde er nemlig svært.

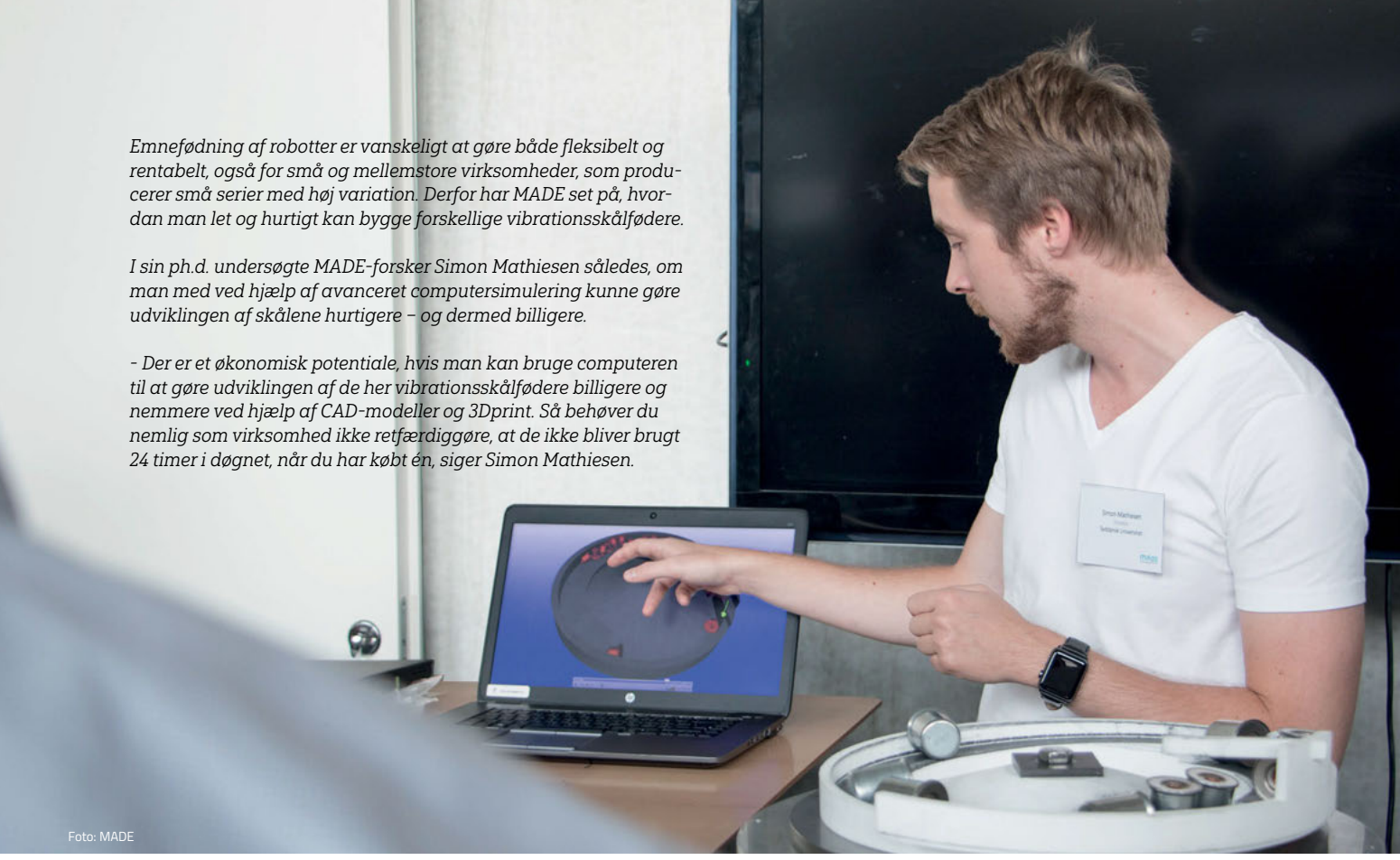
Den klassiske løsning på dette problem er de såkaldte vibrationsskålfødere.

Her putter man en masse af det samme emne, f.eks. skruer, ned i en skål, hvor der på indersiden løber et speciallavet spor.

Ved at sætte skålen under vibration kan man få emnerne til at hoppe langs sporet og få dem til at lægge sig på en bestemt måde afhængig af deres tyngdepunkt og geometri

Undervejs bruges så mekaniske afvisningsmekanismer for at sikre, at emnerne kun når forbi et vist punkt på skålen, hvis de ligger på en bestemt måde.

Derved kan man eksempelvis sikre, at en skrue kun kommer frem til robotten i en position, hvor den på



Emnefødning af robotter er vanskeligt at gøre både fleksibelt og rentabelt, også for små og mellemstore virksomheder, som producerer små serier med høj variation. Derfor har MADE set på, hvordan man let og hurtigt kan bygge forskellige vibrationsskålfødere.

I sin ph.d. undersøgte MADE-forsker Simon Mathiesen således, om man med ved hjælp af avanceret computersimulering kunne gøre udviklingen af skålene hurtigere – og dermed billigere.

- Der er et økonomisk potentiale, hvis man kan bruge computeren til at gøre udviklingen af de her vibrationsskålfødere billigere og nemmere ved hjælp af CAD-modeller og 3Dprint. Så behøver du nemlig som virksomhed ikke retfærdiggøre, at de ikke bliver brugt 24 timer i døgnet, når du har købt én, siger Simon Mathiesen.

Foto: MADE

korrekt vis, kan blive grebet og skruet fast i et andet emne eller produkt af robotten. Men denne løsning er dyr. Det tager tid at udvikle hver enkelt skål som i udgangspunktet kun kan bruges til et formål

Ved hjælp af computer-simuleringer, hvor man også tager højde for det dynamiske i en proces, f.eks. friktion mellem emner – kan man måle ret præcist, hvor god en løsning vil være. Man kan således lave alle tilpasningerne som en digital twin, indtil man har en løsning, som det er værd at fremstille i virkeligheden.

Derved billiggør man vibrationskålsføderne. De behøver ikke blive brugt 24 timer i døgnet for at betale sig.

Forskerne har samarbejdet med blandt andre en stor dansk elektronikproducent, Danfoss. Virksomheden har leveret test-eksempler til forskerne, og

forskerne har fået feedback på deres software fra Danfoss.

Det store endegyldige mål er, at man som virksomhed blot skal komme med en præcis CAD-model af sit emne, trykke på en enkelt knap på computeren, og så får man samme dag det færdige design af en vibrationsskålføder, som eventuelt kan 3D-printes.

Nigel Edmonson, leder af MADE forklarer den type samarbejder sådan:

"Vi prøve ofte at sætte forskere sammen med en applikationsvirksomhed plus maskinbyggere og underleverandører. Det skaber et frirum til at udvikle nye produkter med en minimal risiko. De større virksomheder vil gerne have en løsning. De mindre er interesseret i at udvikle og sælge den. De store medfinansierer projektet, de små investerer deres tid. I vores forskningsplatforme er halvdelen af de virksomheder, der er med, små og mellemstore.

Han tilføjer, at det i de mindre virksomheder ofte er sådan, at ejerledere eller direktøren kommer til at arbejde tæt sammen med forskerne og lærer dem at kende.

Det forkorter vejen til en strategisk beslutning – f.eks. om at investere mere i automation og robotløsninger.

Nøglen til succes i de arbejdspakker og projekter som MADE gennemfører, er stærk projektstyring, alignment of interest og forventnings-afstemning mellem de deltagende parter.

Men netop dette er nemt i Danmark, hvor de fleste store virksomhede arbejder i nicher og hvor de færreste virksomheder konkurrerer direkte med hinanden.

Det letter også opgaven, siger Nigel Edmonson, at man i det danske uddannelsessystem ofte går til

ROBOTPROFIL

Foto: MADE

Nigel Edmondson (født 1974), direktør i MADE

Nigel Edmondson er direktør i MADE – Manufacturing Academy of Denmark. Han er ph.d. i robotteknologi fra Loughborough University i England, hvor han arbejdede sammen med Grundfos. Nigel har tidligere arbejdet otte år hos Grundfos og syv år hos Maersk Line, begge steder med ledende stillinger inden for områder som kvalitetssikring og procesoptimering. Han har været den drivende kraft i opbygningen af MADE-netværket og arbejdet med at gøre foreningen brugbar for både små og store virksomheder samt videninstitutioner.

fælles eksamener og løser opgave sammen. I England, hvor han selv kommer fra, går man til eksamen hver for sig i indbyrdes konkurrence og i Kina deler man ikke ideer med hinanden.

"I Norden er vi bedre til kreativ tænkning og til at stille spørgsmål ved næsten alt. Den tilgang befordrer innovation," fremhæver Nigel Edmonson.

Allerede nu viser analyser, at den samfundsøkonomiske gevinst af de automatiseringstiltag som er sat i gang via MADE, når op på 6,1 mia. kr. i form af omkostningsbesparelser i virksomhederne.

Det syddanske innovationsprogram AutomationsBoost forventer at have skabt 66 nye jobs, 162 millioner kroner i øget omsætning og en øget eksport på 30 millioner kroner allerede om fem år.

Gennem AutomationsBoost har RoboCluster og Erhvervshus Syd i samarbejde med forskere og andre partnere boostet en række mindre virksomheder med spændende automatiseringsløsninger, så de er klar til fremtiden.

Et eksempel på en lille virksomhed, der er blevet "automationsboostet" med succes, er virksomheden AmiNIC. De har udviklet en helt ny måler, som opfanger fordærvelse i madvarer mere nøjagtigt end nogensinde før.

Måleren bygger på nanoteknologi og gør det muligt på få sekunder at måle præcis friskhed for fisk og kød - og dermed også en nøjagtig holdbarhedsdato. Sensoren er baseret på patenteret teknologi, som er udviklet i samarbejde med flere af landets største universiteter og spås allerede nu en stor fremtid.

"AmiNICs løsning vil ændre kvalitetskontrollen i hele værdikæden indenfor fødevareindustrien og være banebrydende for fremtidens distribution og behandling af ferske fødevarer", vurderer Jens Peter Klausen, adm. direktør hos fiskeproducenten J.P. Klausen.

Mere kvalificeret arbejdskraft på vej

En ting er den forskning og det udviklingssamarbejde som sker mellem forskningsinstitutioner og virksomheder i Danmark. Den har selvsagt stor betydning.

Men ligeså afgørende er det, at læreanstalter leverer den kvalificerede arbejdskraft som sektoren har brug for. Der er relevante uddannelser indenfor alle de højere læreanstalter.

Generelt er der tale om stigende optag på disse robotics-relevante uddannelser

På Danmarks Tekniske Universitet i København DTU, er der i 2019 oprettet en ny kandidat uddannelse i autonome systemer.

Uddannelsen er lagt op til, at der kan tages personer ind med forskellige bachelorer grader indenfor elektronik, mekanik og software. 35 bachelorer er netop optaget på denne uddannelse. I forvejen leverer DTU omkring 70 ingeniører om året med kandidatspecialer relevante for robotics.

På Syddansk Universitet (SDU) har man i flere år haft både en civilingeniør og en diplomingeniør uddannelse indenfor robotics. Den sidste uddannelse er knap så lang, men har til gengæld et praktikforløb hos en virksomhed.

Samlet optages der ca. 150 om året. Outputtet er dog noget mindre, men anslås til 50-60 året og stadigt stigende.

På Aalborg Universitet (AU) er man i 2019 begyndt med en kandidatgrad i robotteknologi, - her har man haft en bacheloruddannelse i robotteknologi i de sidste fem år.

Det er dog ikke blot ingeniører og andre højtuddannede specialister, der er brug for i robotindustrien. Også industriteknikere, elektrikere og andre faglærte er efterspurgte.

Det har man bl.a. taget højde for på Syddansk Erhvervsskole i Odense. Hvor man for et par år siden indviet nyt center for automation og robotteknologi. Centeret er et samarbejde mellem tre erhvervsskoler på Fyn og har en ambition om at uddanne lærlinge fra alle landets erhvervsskoler til fremtidens arbejdskraft til robotindustrien.

- Hidtil har de fleste måske haft en forestilling om, at robotbranchen først og fremmest består af ph.d.-er og ingeniører, men robotter skal også bygges. Det skal man bruge håndværkere til, og dem vil vi gerne levere, fortæller Lars Bregnehøj, direktør for Syddansk Erhvervsskole.

Med udsigt til en vækst i antallet af ansatte i den danske robotklynge på 17.000 indenfor de næste fem år, vil outputtet fra de højere læreanstalter erhvervsskolerne næppe være nok.

Derfor ser man også danske robot-virksomheder i stigende grad rekruttere i udlandet i takt med at virksomhederne bliver mere globale.

Let adgang til kapital

Den sidste vigtige faktor som betyder noget for udvikling af den danske automation og robotklynge er adgang til risikovillig kapital. Over de sidste fem år er der tilført den danske klynge af robotvirksomheder mere end 6 mia. kr. i frisk kapital. Pengene kommer private investorer, som amerikanske Teradyne, danske og udenlandske kapital- og venturefonde, som f.eks. amerikanske Summit Partners og den danske venturefond, Nordic Eye.

ROBOTPROFIL

Ole Ravn (født 1959), professor, gruppeleder, DTU Elektro

Ole Ravn er professor i intelligente robotter og har været gruppeleder på Danmarks Tekniske Universitet, Automation and Control. Er oprindeligt uddannet som civilingeniør i elektronik. Han har omfattende undervisnings- og forskningserfaring inden for området.

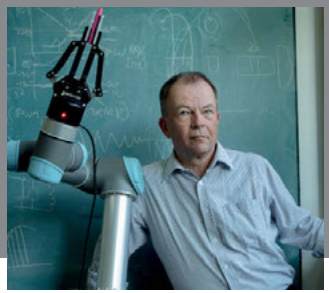


Foto: Mikal Schlosser

Men også den statslige Vækstfonden, der på statens vegne investerer i vækstlaget i danske virksomheder, har igennem en årrække spillet en afgørende rolle.

Det var statens væsktfond (www.vf.dk) og et lokalt offentligt ejet ventureselskab, der i midten af nullerne hjalp Universal Robots på benene. UR blev senere solgt til amerikanske Teradyne for 2,3 mia. danske kroner.

Vækstfonden har senest investeret i end-of-arm-leverandøren OnRobot, der ligesom UR har globale ambitioner

Fonden, der går ind med kapital, hvor markedet tøver, har også investeret i en række andre virksomheder.

Det gælder f.eks. Kubo, der fremstiller en læringsrobot, der kan lære indskolingselever at kode.

Det gælder også Quadsat, der hjælper med at kalibrere skibes modtagesatelitter fra luften. Og det gælder EffiMat Storage Technology, der producerer en lagerrobot, som Vækstfonden har investeret i sammen med familien bag ejerskabet af den verdenskendte danske termostatproducent, Danfoss.

Lars Rønn, partner i Vækstfonden, forklarer, at der ikke længere er behov for, at fonden er pioner, når det gælder investeringer i den danske robot- og automationsindustri

"Vores opgave er ikke at kæmpe vældig hårdt om hvert projekt. Vi skal være der, hvor det er svært. Robotics er blevet pænt hot. Er prisen for høj, så går vi ud, så har vi spillet vor rolle", siger han og peger på et stort deal flow, som nu tilgår venturefonde og business-engle.

Han forklarer, at businessengle nu i høj grad interesserer sig for industrien. En af de business – engle, Vækstfonden samarbejder med, er Torben Frigaard Rasmussen, der har investeret i 10 starts up indenfor robotindustrien.

En af investeringerne er sket sammen med Vækstfonden, der har oprettet en Matchningsfond for business-engle, hvor fonden dobler englenes investeringer op.

Denne form for kapitaltilførsel sker i tæt samarbejde med den europæiske investerings fond. Vækstfonden er desuden kapitalgiver til en lang række robotvirksomheder via softloans og andre særlige statsstøttede finansiering-ordninger.

Søren Bøving, adm. direktør i den børsnoterede danske producent af bin-picker-systemer, Scape, peger på at. børsføring nu også er blevet en mulighed for nogle robotvirksomheder.

"Børsnoteringen giver en blåstempling i udlandet. Som lille virksomhed har vi lettere ved at overbevise kunder om vores eksistensberettigelse, når de kan se, at investorerne bredt har tillid til vores virksomhed", fortæller han.

Foto: PR-foto

Business-angel satser på dansk robotteknologi

Torben Frigaard Rasmussen har indrettet iværksættermiljø, hvor de virksomheder han har investeret i, har til huse.

Torben Frigaard Rasmussen er investor og business-angel. I epicentret for den danske robotklynge , Odense, har han i en tidligere bank-bygning indrettet sit eget iværksættermiljø, hvor 10 af de virksomheder han har investeret i, har til huse.

Torben Frigaard Rasmussen har i en årrække været direktør i ERP-virksomheden E-conomics.dk, som 2013 blev solgt til en kapitalfond for godt 100 mio. Euro. Desuden har Torben Frigaard Rasmussen været medinvestor i en tidlig fase i MiR, som senere blev solgt til Teradyne for 225 mio. Euro. I hans portefølje af vækstvirksomheder indgår bl.a. "Robot At Work", - se side 111.

Torben Frigaard Rasmussen investerer desuden sammen med statens Vækstfond i fondens såkaldte Business-Angel Matchningsfond, hvor fonden fordobler de investeringer, som private investorer gør.

Hans ekspertise vedrører ikke nødvendigvis robot-koncepter, men til gengæld kan han hjælpe med skalering og med at træffe de rigtige beslutninger på virksomhedernes vækstrejse.

Torben Frigaard Rasmussen peger på, at mange beslutninger i en vækstfase er vigtige, fordi de ikke kan gøres om.

Det gælder f.eks. platform, softwaresprog og standarder. Her trækker han på sine erfaringer fra e-conomics.dk, som i dag er et ERP-system med en stærk global position blandt mindre virksomheder.

Torben Frigaard Rasmussen var CEO i e-coomics i 2008, da finanskrisen kom og rev tæppet væk under mange virksomheder.

"Kunderne ville pludselig ikke bruge 5.000 Euro på installere et ERP-system. Derfor introducerede vi software as a service, hvor software kunne lejes. Det viste sig at være den rigtige model", fortæller han.

Torben Frigaard Rasmussen, der i 2018 blev kåret som "Årets Business-angel" i Danmark, ser det som en fordel at samle de virksomheder han investerer i under samme tag.

Han peger på, at det for små virksomheder er vigtigt at være i miljø, hvor man kan blive inspireret og selv kan inspirere andre. Han trækker bl.a. på sin e-economics-tid, hvor han slog firmaets mange forskellige filialer sammen i hovedkvarteret i København. Det skabte en helt ny kreativ dynamik.

Erhvervspolitikken spiller med

Frygten for at robotterne overtager jobfunktioner har ingen grobund. I Danmark efterspørger fagforeninger flere robotter og erhvervspolitikken er en aktiv medspiller i robotklyngens udvikling.

Foto: Kirstine Mengel

Hvordan har det kunnet lykkes at få en automations- og robotindustri op af stå i Danmark, som har vakt international opsigt og synes at skulle vokse kraftigt i de kommende år.

Det skyldes naturligvis først og fremmest en række af dygtige og ihærdige ildsjæle og iværksættere, som har skabt de virksomheder den danske automations- og robotklynge består af.

Uden deres afgørende indsats havde der ikke været nogen levedygtig klynge.

Men for at en klynge kan vokse og trives skal rammebetingelserne være i orden. Rammebetingelserne handler om de overordnede samfundsmæssige vilkår, som virksomhederne eksisterer på.

Det gælder f.eks. retssikkerhed, omkostningerne ved at etablere virksomhed, administrative byrder, økonomisk og politisk stabilitet, et velfungerende arbejdsmarked og et godt uddannelsessystem, adgang til bredbånd og smidig regulering.

De fleste af disse forhold bestemmes af den overordnede politik i et land og handler i høj grad om makroøkonomi, mens virksomhedernes specifikke forhold handler om mikro-økonomi og erhvervspolitik.

Konsensus om den økonomiske politik

Regeringerne i Danmark skifter mellem centrum-højre og centrum-venstre, men der er en overordnet konsensus om, at den private sektor skal have internationalt konkurrencedygtige erhvervsvilkår for at kunne klare sig i den globale konkurrence og tilvejebringe grundlaget for den velfærdsmodel, som Danmark og de øvrige i nordiske lande bekender sig til.

I Norden ses en eksportorienteret effektiv privat sektor og en velfungerende offentlig sektor, der skaber gode rammer for arbejdsstyrken i form af lave priser på børnepasning, gratis uddannelse og sundhed ikke som modsætninger, men som hinandens forudsætninger. Et relativt højt beskatningsniveau har ikke hindret, at Danmark i mange internationale undersøgelser fremstår som et af de lande i verden, hvor det er nemmest at drive virksomhed.

Danmark er ifølge Verdensbankens årlige "Doing Business-rapport" verdens tredje bedste land at starte virksomhed i. Rapporten rangerer verdens lande efter, hvor nemt det er at drive virksomhed i de enkelte lande målt når det gælder skattebetaling, lånemuligheder, adgang til elektricitet og mulighed for at handle på tværs af landegrænser og flere andre parametre.

Samtidig er der i Danmark en tradition for at arbejdsgivere og lønmodtagere uafhængigt af staten forhandler sig frem til enighed om løn og arbejdsvilkår. De overordnede overenskomster forhandles nationalt hver tredje år, men de udfyldes i vid udstrækning lokalt på virksomheder. Derfor er der sjældent konflikter på det danske arbejdsmarked.

Ingen frygt for jobløs fremtid

Som i andre lande diskuteres det jævnligt om automation og robotter på sigt vil overtage de fleste arbejdsfunktioner og gøre danskerne arbejdsløse. Men i modsætning til i andre lande er frygten for robotterne ikke særlig udbredt i Danmark.

Velkommen til Danmark

Danmark vinder priser for sit erhvervsklima.

Af et lille land at være har Danmark relativt mange serieiværksættere. Evnen til samarbejde i netværk har fremmet den danske iværksætterkultur

IT-kompetencer og brug af IT gør, at danskerne er blandt de bedste i verden til at udnytte digitaliseringen.

Evnen til at tage nye teknologier til sig er drevet af forskning i verdensklasse og en omstillingsparat arbejdsstyrke.

Ifølge OECD er den danske arbejdsstyrke en af verdens mest produktive.

- Det mest fleksible arbejdsmarkedssystem for ansættelse og afskedigelser i EU.
  IMD World Competitiveness Yearbook 2016
- Danmark er nr. 10 I verden, når det gælder erhvervsklima målt I forhold til rammebetingelser, lovgivning og faktorer, der bestemmer produktiviteten.
  The Global Competitiveness Report 2018
- I 2018 kårede FN Danmark som ledende i verden til digitalisering af den offentlige sektor.
- København anses for at være en af de byer i verden, hvor livsbetingelserne er bedst.
  CNN Travel 2018

Danmark er det bedste land i Europa at drive virksomhed i.

Danmark rangerer som det 3. bedste land i verden at drive virksomhed i.

Kilde: Verdensbanken, Doing Business 2019

Da det store internationalt anerkendte konsulentfirma McKinsey i 2017 analyserede globalt, hvilke arbejdsfunktioner, der kunne automatiseres, kom Danmark ind blandt de lande, hvor de færreste funktioner – godt 40 pct. – umiddelbart kunne udføres med kendte teknologier. I andre europæiske lande var procenten tæt på 60. Hovedforklaringen er, at automationen i de andre lande ikke er gået lige så stærkt i Danmark.

Selvom 40 pct. af arbejdsfunktonerne i princippet kan automatiseres, var der i Danmark i 2019 fuld beskæftigelse

Især en ekspanderende privat sektor har i årene efter finanskrisen formået at skabe nye job til danskerne uagtet, at automationen, navnlig i industrien, er pågået med betydelig intensitet.

Amerikaneren Martin Ford, der skrev bogen "The Rise of the Robot " har forudsagt, at robotterne og automationen vil fjerne job i en sådan grad, at der må indføres borgerløn og andre tiltag for at sikre befolkningen et udkomme.

Behandlingen med robotten ROBERT bidrager til arbejdet med at genoptræne patienter og forebygger samtidig stive led, liggesår, nedbrydning af muskler og andre skader. Robert imødekommer samtidig terapeuter og plejepersonales ønske om mindre nedslidende arbejde. Ideen til genoptræningsrobotten kommer fra en dansk sygeplejerske, som i sit daglige arbejde kunne se, at patienterne ofte ikke fik tilstrækkelig genoptræning.

Men det er et scenarie, som ikke har stor gennemslagskraft i Danmark, uagtet at ideen om det jobløse samfund, hvor robotter løser alle opgaver, på en gang fremstår skræmmende og fascinerende

F.eks. er Danmark ret langt med digitalisering af landets store offentlige sektor. Det er ikke sket uden fejl og betydelige omkostninger, men digitaliseringen har også skabt mange job i de private virksomheder, som har udviklet systemerne. Dertil kommer, at det, der er muligt rent teknisk , ikke altid slår an, fordi det også skal være økonomisk rationelt.

Et godt eksempel er overlyds-passagerflyet Concorde, der kan tilbagelægge rejser fra Europa til USA på under tre timer. Men flyet blev ikke nogen kommerciel succes og kom aldrig til at erstatte de store, men langsommere flytyper som Boeing 747.

Robotkøbere får flere ansatte

Man kan komme langt med automatisering. Men fuldautomatisering, hvor også de sidste 20 procent af arbejdsopgaverne udføres af automatiske systemer, er ikke altid profitabelt.

Historien har vist, at ny teknologi nok har erstattet jobfunktioner i bestemte industrier, men udløst merbeskæftigelse i andre. Sådan har det været siden industrialiseringens barndom for 200 år siden.

Esben Østergaard, stifter af Universal Robots, henviser til, at mange af de virksomheder som i tidens løb har købt UR-cobots får flere ansatte.

Industri 4.0 tankegangen handler om optimering, fejlreduktion, omkostningsreduktion. Derved kan

I Danmark og ikke mindst på Fyn tæt på "robothovedstaden" Odense, er der en opblomstrende ny industri inden for produktion af medicinsk cannabis, hvor automatisering også spiller en central rolle. I forvejen har landbrugslandet qua sit kølige nordeuropæiske klima en stærk tradition for gartnerierhverv, som hermed forenes med Danmarks styrke inden for udvikling af automation og robottteknologi.

Foto: Spectrum Therapeutics, Canopy Growth Denmark

der spares 10 pct. eller 20 pct. af produktionsomkostningerne. Det betyder meget i f.eks. en bilfabrik.

Men ifølge Esben Østergaard efterspørger forbrugerne i dag mere individuelle produkter, og de er også villige til at betale for dem. De vil ikke have den samme dørmåtte som naboen. Vores kopper skal være specielle, ligesom vores møbler.

"Hvis man kan gøre produktet fem gange mere værd ved at producere det forbrugerne efterspørger, så har det jo en helt anden værdi. Men den værdi kan man ikke skabe med automation – jo mere du automatiserer på industri 4.0 maner – jo mere dræber du kreativiteten", siger han

Ifølge Esben Østergaard vil det, som han kalder Industri 5.0, udløse nye jobs og nye funktioner. Her handler det om at forbrugeren skaber sit eget produkt sammen med en ekspert. Til det formål er der brug for en lang række kompetencer. Viden om materialerne, processer og et fleksibelt produktionsapparat er forudsætningen for at kunne levere kunden hendes eget særenge produkt, eksempelvis et dørhåndtag. Der skal være personer tæt ved maskinerne, der kan forstå, hvad kunden vil.

Esben Østergaard peger på at fleksibel automation med cobots vil give magten tilbage til dem, der arbejder på fabriksgulvet.

Med fleksibel automation er der ikke længere brug for, at en metalarbejder skal stå i fem timer og bore noget ud. Det klarer robotten. Derimod er der brug for hans erfaring, viden og kunnen. Hvis en kunde er træt af en bestemt overflade på et produkt, er det ham, der ved at eksperimentere med sin CNC-maskine og måske bruge en anden skæreolie, viser, hvordan man kan opnå den finish, som kunden er villig til at betale for.

Fagforening efterlyser flere robotter

Denne tilgang til fleksibel automation er man helt på linje med i den danske fagbevægelse.

I et udspil fra 2019 fra Dansk Metal, der organiserer industriteknikere som metalarbejdere i dag kaldes, argumenteres der for, at automations-tempoet i

danske virksomheder, navnlig de mindre, bør øges yderligere for at sikre deres konkurrenceevne.

Der peges på skattemæssige incitamenter som forbedrede afskrivningsregler for at stimulere virksomhedernes investeringer i automation. Desuden bør det offentlige oprette "robot-biblioteker" og dermed give mindre virksomheder adgang til viden om automation.

Der peges endvidere på behovet for flere konsulenter i offentlige og private videns-organisationer, som kan hjælpe de mindre virksomheder med at komme i gang med automation.

"Danske virksomheder skal være konkurrencedygtige internationalt for at skabe det velfærdsbidrag, som den danske velfærdsmodel bygger på. Det fordrer yderligere automation. Vi er ikke bekymrende for jobbene. De historiske erfaringer har vist, at ny teknologi udløser nye jobs. Dem, der producerede tællelys, da vi fik elektriciteten, blev selvfølgeligt ramt. Men elektrificeringen satte gang i samfundet og skabte en masse andre nye jobs", forklarer cheføkonom i Dansk Metal, Thomas Søby.

Hen peger på, at man i den danske arbejdsmarkedsmodel beskytter arbejderen, ikke jobbene. Det et let at fyre og hyre i Danmark. Til gengæld er arbejderne sikret en relativ høj ledighedsunderstøttelse og adgang til omskoling og efteruddannelse, så de kompetencer, der efterspørges på arbejdsmarkedet kan i mødekommes. Modellen kaldes også "flexicurity".

En del af efteruddannelsen foregår i virksomhedsregi og betales af arbejdsgiverne. Cheføkonomen erkender, at ikke alle danske arbejdsgivere er lige villige til at betale for opkvalificering, fordi de på sigt risikerer at miste nogle af de medarbejdere, hvis efteruddannelse de har betalt.

"Men omvendt", forklarer Thomas Søby, så er det jo heller ikke i arbejdsgivernes interesse, at alle medarbejdere bare bliver". Det kan enhver HR-direktør skrive under på. Der skal løbende ske en fornyelse af arbejdsstyrken, hvis en virksomhed vil være innovativ og effektiv.

Der kan også peges på lønudviklingen som en indikator for, at danske arbejdere, der er beskæftiget i job, som i princippet kan automatiseres, hidtil ikke har mærket nogen negativ effekt heraf. En undersøgelse gennemført af den danske tænketank DEA, der beskæftiger sig med uddannelse og forskning, viser, at det at være en potentielt teknologiudsat uddannelsesgruppe ikke er ensbetydende med at blive presset ud eller ned i løn. Godt to ud af tre danske udsatte faglærte dimittender har oplevet positiv løn eller beskæftigelsesudvikling, mens halvdelen af de mindre udsatte faglærte dimittender har oplevet positiv løn eller beskæftigelsesudvikling mellem 2010 og 2015.

Erhvervspolitikken spiller også en rolle

Ligesom den overordnede samfundsøkonomiske politik er vigtig for den danske automations- og robotindustri er også erhvervspolitikken af stor betydning.

Erhvervspolitik handler om at tilrettelægge de mere specifikke rammer for virksomhederne, herunder regulering, men også indsatser, hvor staten og den offentlige sektor generelt kan styrke virksomhedsudvikling og jobskabelse.

Den danske erhvervspolitik består af nationale strategier på tværgående områder som f.eks. digitalisering. Desuden udformes specifikke indsatser for erhvervsområder, hvor danske virksomheder har internationalt anerkendte styrkepositioner. F.eks. indenfor fødevarer, biotek og miljøteknologi. Indsatserne baseres på anbefalinger fra branchernes såkaldte vækstteams.

Desuden disponeres der i erhvervspolitikken over forskelle institutioner og programmer til at understøtte den politik, som strategierne og indsatsområderne peger på.

Det gælder f. eks den statslige Vækstfond, der stiller risikovillig kapital til rådighed der, hvor markedet tøver. Og det gælder den statslige Innovationsfond, der medfinansier udvikling af ny teknologi. Desuden findes der flere ordninger, hvor virksomheder f.eks. kan få tilskud til at eksportfremme, ligesom staten medfinansierer teknologiske service-institutioner og innovationsnetværk.

Et eksempel på en tværgående strategi er den nationale strategi for digital vækst. Den omfatter robotics, kunstig intelligens og bedre IT-sikkerred.

Som led i strategien er der oprettet en digital hub, som rummer et forskningscenter for kunstig intelligens og Big Data. Et andet tiltag er en national platform, hvor virksomheder, iværksættere og uddannelsesinstitutioner kan dele kompetencer og viden. Det tredje en ordning, der giver virksomheder gratis adgang til data fra offentlige myndigheder som Dansk Metrologisk Institut og Danmarks Statistik.

ROBOTPROFIL

Foto: Vækstfonden

Christian Motzfeldt (født 1957), fhv. CEO i Vækstfonden

Den danske stats Vækstfond og fondens ledelse under Christian Motzfeldt fra 2002 til 2019 har spillet en afgørende rolle i udviklingen af det fynske robotmiljø. Fonden investerede i Universal Robots på et tidspunkt, da ingen andre ville. Uden fondens investering havde Universal Robots næppe eksisteret i dag og præsteret den exit, som siden skulle komme. Vækstfonden har siden styrket sit fokus på industriel automation og blandt andet investeret et betydeligt beløb i OnRobot, der satser på at blive globalt førende inden for applikationer og værktøjer til robotter. Christian Motzfeldt er uddannet økonom og før rollen som CEO i Vækstfonden bestred han lederposter i blandt andet Danmarks Nationalbank, EU-kommissionen, Danske Bank og Erhvervsministeriet.

Desuden igangsættes programmer for et digitalt løft af små og mellemstore virksomheder, ligesom der er programmer for øgede kompetencer i digitalisering på grunduddannelser og videre uddannelser.

Et andet eksempel er Danmarks nationale drone-strategi, som nu følges op af en national strategi for automation og robotteknologi.

Her afsættes der midler til forskning i droneteknologi ved tre universiteter i Danmark, ligesom muligheder testflyvning forbedres. Man forsøger også at fremme den offentlige sektors brug af droner – f.eks. gøres der forsøg med dronetransport af blodprøver mellem hospitaler. På uddannelsessiden etables kurser og prøver, så man kan opnå dronefører-beviser . På forskningssiden styrkes samarbejdet mellem danske og internationale forskningsmiljøer på droneområdet.

Statslige aktører investerer, hvor markedet tøver

Erhvervspolitisk har aktører som statens Væsktfond og Innovationsfonden i en årrække været aktive for at understøtte og udvikle automationsindustrien i Danmark.

Statens Vækstfond investerede i 2008 i opstartsvirksomheden Universal Robots, (UR) som blev etableret i af iværksættere i 2005 med bl.a kapital for et mindre regionalt offentligt ejet venturelselskab. Fonden tjente godt 800 mio. kr., da UR blev solgt i 2015.

Siden har Vækstfonden fulgt denne investering op med investering af et større tre cifret mio-beløb i virksomheden OnRobot, der udvikler og producerer applikationer til cobots af alle fabrikater. Sammen med private investorer og en amerikanske venturefonde har Vækstfonden skudt et milliardbeløb ind i denne virksomhed.

Vækstfonden ser det som sin opgave at løbe investeringer i gang på områder, hvor det kniber for private investorer at udvikle en business-case, fordi deres tidshorisont er relativ kort.

Vækstfonden er i dag overskudsgivende og betaler udbytte til staten, men den situation har dog først materialiseret sig i årene efter finanskrisen. Under krisen lykkedes det fonden at holde fast i de mest lovende aktiver, herunder investeringerne i robot-virksomhederne.

Vækstfondens investeringsmønster indenfor robot- og automationsområdet er i dag fulgt op af en stor investorinteresse for området fra venturefonde og businessengle. Fonden har set det som sin opgave at bane vejen for det private marked og da det nu er gjort, vil fonden ikke nødvendigvis være ligeså aktive som tidligere, men i stedet kaste sig over andre sektorer og områder, hvor markedet tøver.

Blød finansiering er vigtig

Robotter og innovation tegner sig også for en væsentlig del af den bløde finansiering, som statens Innovationsfond stiller til rådighed for virksomheder og læreanstalter til forskning og udvikling af nye produkter.

Eksempelvis har Innovationsfonden sammen en Siemens danske afdeling og danske forskningsinstitutter udviklet et autonomt 3D robot scanner-

sytem til inspektion af vindmøllevinge-overflader. Robotten kan tilpasse sig den enkelte vinge uden forhåndsprogrammering. Den finder selv ud af, hvad den skal måle og tilpasser selv sine algoritmer. Desuden samler den data sammen, eksempelvis af billeder af vingernes forkant, der har størst betydning for aerodynamikken. De data, der indsamles kan bruges til at forudse behov for vedligehold. Teknologien kan også bruges til at inspicere f.eks. broer og rørkonstruktioner.

Innovationsfondens forgænger, Højteknologifonden, som blev oprettet i 2005, har også historisk spillet en stor rolle for udviklingen af robotindustrien i Danmark.

Højteknologifonden bidrog aktivt med finansiering og sammensætning af forskningskonsortier inden for automationsområdet – projekter, som flere i den danske klynge robotvirksomheder har deltaget i og haft gavn af.

Et eksempel er projektet "Handyman " med et totalbudget på 27,5 mio. kr. Her deltog det danske universitet SDU sammen med en række virksomheder i bestræbelserne på at videreudvikle griberobotter, så de blev fleksible, brugervenlige og kunne købes til priser, der også var overkommelige for små virksomheder.

Projektet blev i høj grad til gavn for både forskere og virksomheder, herunder ikke mindst Universal Robots.

Problemstillingen var enkel. Griberobotter var til stor hjælp i produktionen, hvor de kunne håndtere simple og faste genstande. Men når genstandene bevægede sig uforudsigeligt – f.eks. på kroge i bevægelse – kom traditionelle robotter til kort. Gennem en række delprojekter arbejdede man på "Handyman" med de processer, der var svære at automatisere. F.eks. lykkedes det at regne ud, hvor genstande kunne gribes og placeres, når de hang på kroge i bevægelse.

Man arbejdede også med sensorteknologier, der skulle gøre det muligt for griberobotter at føle, om en gentand var korrekt placeret. Evnen til at afgøre tings form og hårdhed var blandt de øvrige emner i projektet.

Tilgangen til forskningsprojektet var både forretnings og markedsorienteret, noget man ellers tidligere sjældent så i dansk teknisk forskning.

Sådanne projekter med deltagelse af mindre startup-virksomheder har også været med til at understøtte i de sidstnævnte. Dels ved at tilføre dem ny viden og teknologi, dels ved at understøtte dem økonomisk for deres deltagelse i projekter, hvor de fik betalt arbejdstid og materialer.

Ny strategi på vej

Primo marts 2020 kom regeringen med en opdatering af Danmarks nationale robotstrategi. Strategien understreger robotindustiens muligheder for at bidrage til Danmarks grønne omstilling og har et særtligt fokus på at fremme brugen af robotter og automation i mindre virksomheder.

Strategien er vigtig, fordi den dels omfatter lovgivning og rammevilkår, dels legitimerer statslig støtte til forskning og udvikling på området og statslig medfinansiering af opstarts-virksomheder, der

hvor markedet tøver. Historisk har erhvervspolitik på regionalt og lokalt plan også været medvirkende til, at der er opstået en automations- og robotklynge i Danmark.

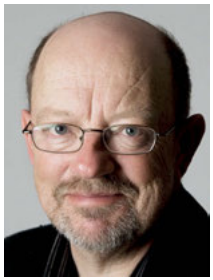
Da interessen for automation faldt i slutningen af 90'erne og begyndelsen af nullerne, hvor store dele af dansk produktionsindustri blev flyttet til lavtlønslande, støttede regioner og kommuner oprettelsen af netværk og kompetencecentre, som var med til at fastholde roboteksperter og robotkompetencer i Danmark.

Danmark har ifølge analysehuset IRIS Group forsat et stort vækstpotentiale inden for robotområdet i kraft af sin klare kommercielle og kompetencemæssige styrkeposition med stærke virksomheder og vidensmiljøer. Salget af cobots til det globale segment af SMV'er kan skaleres yderligere, og der kan udvikles nye applikationsområder og anvendelsesmuligheder, som kan øge efterspørgslen blandt nye og eksisterende kundesegmenter på det globale marked. Desuden kan den danske robotindustri få en større del af væksten på de spirende og voksende markeder for professionelle servicerobotter inden for f.eks sundhed og velfærd, landbrug og droner, hvis de eksisterende stærke tekniske og kommercielle kompetencer i Danmark for alvor kan udnyttes og udbredes til disse områder.

I 2008 udviklede stifterne af Universal Robots på firmaets første robotarm, og produktudviklingen byggede også på viden fra flere forskningskonsortier inden for automationsområdet. Her ses Esben Østergaard og Kristian Kassow.

Foto: Universal Robots

Om forfatterne



Carsten Steno, født 1951, er en af Danmarks mest erfarne erhvervsjournalister. I 1970'erne var han erhvervsjournalist på Ritzaus Bureau. I 1980'erne var han New York-korrespondent og siden redaktionschef på Dagbladet Børsen. I 1990erne virkede han som erhvervsredaktør på Berlingske Tidende.

Fra 2001 til 2008 var han chefredaktør på ErhvervsBladet. Fra 2009 til 2015 var han seniorjournalist på Berlingske. Siden har han virket som bogskribent og erhvervsjournalist på freelancebasis.

Han har tidligere skrevet bøgerne:

De virkelige helte – et portræt af ejerlederkulturen, Gyldendal 2011

Made in Denmark – er det stadig muligt?, CEPOS 2013

En klynge, der virker- Universal Robots og det danske robotmiljø 1986 til 2016

Hvor markedet tøver – Vækstfonden 1992-2017

Malene Grouleff, født 1973, har i 12 år arbejdet med at udbrede kendskabet til automatisering og robotteknologi

Hun stiftede en specialiseret medievirksomhed i 2004, den danske robotindustri hurtigt blev omdrejningspunktet. Hun har blandt andet fået begrebet cobot - det mundrette ord for nyskabelsen den samarbejdende eller kollaborative robot - sat på dagsordenen i dansk og global industri. Hun holder foredrag i ind- og udland om robotlandet Danmark. Før Malene Grouleff stiftede sin specialiserede kommunikationsvirksomhed i 2004, var hun beskæftiget som redaktør og journalist i den danske mediebranche, blandt andet på DR og Computerworld samt som lektor på journalistuddannelsen DMJX.

Hun har tidligere været bidragsyder til bøgerne:

Nærmest Lykkelig i Nørdland af Dorte Toft

Bliv synlig i medierne: Sådan fortæller du de gode historier

Tak til alle,
der har bidraget med
informationer og billeder

Danmark og robotterne

Inden for det sidste 10 år har Danmark skabt en robot- og automationsindustri, der har vakt internationalt opsigt. Danmark er blevet et kraftcenter for robotudvikling og automation. Men hvordan har et lille land med kun 6 mio. indbyggere opnået denne position? Hvad er det de danske virksomheder kan med robotics, hvordan er det danske økosystem omkring robotindustrien organiseret, hvilket niveau har den danske forskning og udvikling på området, hvordan står de danske virksomheder sig i den globale konkurrence? Og hvordan tegner fremtiden sig? Det forsøger forfatterne af denne bog at svare på.