

# Den danske robotklynge i et globalt vækstperspektiv

December 2019



## Indledning

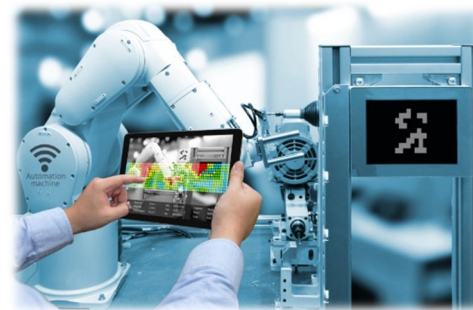
Denne publikation præsenterer en analyse af den danske robotklynges økonomiske betydning og fremtidige potentiale i et globalt perspektiv.

Analysen giver først et sammenfattende overblik over den danske robotklynges hidtidige udvikling og nuværende størrelse.

Dernæst ser analysen på de fremadrettede globale vækstpotentialer på robotområdet, og den danske robotklynges profil og karakteristika bliver sammenlignet med nogle af de største og førende regioner og robotklynger i andre lande.

Analysen er baseret på registerdata, eksisterende litteratur og interview med danske og internationale eksperter på robotområdet. Der er som bilag vedlagt en mere detaljeret **beskrivelse af metoden og datakilderne**.

Analysen og publikationen er udarbejdet af IRIS Group på vegne af partnerne i Robotics Alliance og udgivet i december 2019.



# Indhold

1. Sammenfatning 4

2. Fakta om den danske robotklynge 6

3. Globale vækstperspektiver på robotområdet 14

4. International benchmarking 25

Bilag 38

IRIS GROUP

JORCKS PASSAGE, OPGANG 1B, 4. SAL

DK-1162 KØBENHAVN K

IRISGROUP@IRISGROUP.DK

WWW.IRISGROUP.DK

# 1. Sammenfatning

## Fakta om den danske robotklynge

- På landsplan var der i 2017 ca. 8.500 direkte beskæftigede inden for robot og automation, og den samlede omsætning lå på 18 mia. kr., hvoraf knap 60 pct. kommer fra eksport.
- Den danske robotindustri er relativ ung og geografisk især koncentreret om et stærkt økosystem på Fyn, hvor 34 pct. af alle de danske robotvirksomheder er lokaliseret.
- Danmark har især en klar global styrkeposition inden for de såkaldte kollaborative industrirobotter, hvor der er flere danske producenter, som har oplevet meget stor vækst i de seneste år.
- Fra 2014–2017 steg beskæftigelsen inden for robot- og automationsområdet med 1.600 årsværk i hele Danmark, og i 2018 var der alene på Fyn 3.600 beskæftigede med robotter.
- Den danske robotindustri er i høj grad præget af iværksætteri. 38 pct. af alle virksomhederne er etableret siden 2010, og 63 pct. har under 20 ansatte.
- Der har været en kraftig vækst i omfanget af investeringer i de danske robotvirksomhederne. Og interessen kommer både fra Danmark og udlandet.
- Især Teknologisk Institut spiller en afgørende rolle i forhold til at hjemtage de europæiske forskningsmidler fra Horizon 2020 til danske F&U-projekter på robotområdet.

## Globale vækstperspektiver

- Det globale robotmarked har gennem de seneste år oplevet en markant vækst, og de eksisterende vækstprognoser viser, at den kraftige vækst vil fortætte.
- Det gælder især for de kollaborative industrirobotter, hvor Danmark har en etableret styrkeposition, og i forhold til de professionelle servicerobotter, hvor der fx inden for sundheds- og velfærdsområdet er stigende efterspørgsel efter robotløsninger.
- Derudover har Danmark en stærk position inden for automationsløsninger til fødevarerindustrien.
- De strukturelle og teknologiske megatrends, der driver væksten, handler bl.a. om den fortsat voksende globale økonomi, FN's verdensmål og udvikling af digitale teknologier, som skaber øget efterspørgsel og nye muligheder for at udvikle produkter og løsninger.
- De globale vækstprognoser og megatrends forventes at skabe øget konkurrence på pris og funktionalitet samt øget behov for forskning, udvikling og innovation, der kan omsættes til nye kommercielle løsninger.
- Der vil desuden opstå et (endnu) større behov for adgang til kompetencer inden for it og digitalisering samt samarbejdspartnere i andre lande.

# 1. Sammenfatning

## Danske styrkepositioner

- Den danske styrkeposition inden for robotområdet er relativ ny i forhold til de førende udenlandske regioner og virksomheder, hvoraf mange er startet tilbage i 70'erne og har en tæt tilknytning til særligt bilindustrien.
- I modsætning til flere af de udenlandske robotklynger er den danske klynge og styrkeposition ikke knyttet til en bestemt industri, og de kollaborative industrirobotter har brede anvendelsesmuligheder og store vækstpotentialer.
- Målt på eksport af industrirobotter har Danmark fra 2014–2018 oplevet den klart største vækst i forhold til alle sammenligningslandene, som er Sverige, Tyskland, Holland, Frankrig, Italien, USA, Japan, Kina og Korea.
- Antallet af danske forskningsartikler inden for robotområdet er desuden øget betydeligt fra 2013–2018. Dermed er "fødekæden" i forhold til at levere ny forskning og viden – som kan omsættes til innovative kommercielle løsninger – også blevet styrket gennem de seneste år.
- Generelt fremstår det danske økosystem og samarbejdet mellem de forskellige aktører (virksomheder, universiteter, GTS'er, myndigheder, klyngeorganisationer mv.) på robotområdet ekstraordinært stærkt. Ingen andre europæiske lande har tilsyneladende arbejdet ligeså systematisk og strategisk med at gøre udvikling og produktion af robotter til et selvstændigt vækstområde.

## Danske vækstpotentialer

- Samlet set tegner analysen et billede af, at Danmark fremadrettet har et fortsat stort vækstpotential inden for robotområdet.
- Det skyldes de globale vækstprognoser, og at Danmark gennem de seneste år har skabt en klar kommerciel og kompetencemæssig styrkeposition med stærke virksomhedsheder og vidensmiljøer.
- Analysen peger på, at den danske robotindustri kan udnytte de globale vækstpotentialer på flere forskellige måder.
- Salget af kollaborative industrirobotter 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 fx sundhed og velfærd, landbrug og droner, hvis de eksisterende stærke tekniske og kommercielle kompetencer i Danmark kan udnyttes og udbredes til disse områder.

## 2. Fakta om den danske robotklynge

### Hovedpointer

- Den danske robotindustri er relativ ung og geografisk især koncentreret om et stærkt økosystem på Fyn, hvor der er et tæt samspil mellem virksomheder, universiteter og GTS-institutter, som i høj grad er drevet af klynge- og netværksorganisationer.
- På landsplan estimeres det, at der i 2017 var omkring 8.500 direkte beskæftigede inden for robot og automation, og at den samlede omsætning var på cirka 18 mia. kr.
- Fra 2014–2017 er omsætningen og beskæftigelsen i hele Danmark inden for robotområdet årligt vokset med henholdsvis 7,5 pct. og 10 pct., og udviklingen har især været drevet af Danmarks globale styrkeposition inden for de såkaldte kollaborative industrirobotter.
- Virksomheder, der selv udvikler og producerer de fysiske robotter, udgør cirka halvdelen af alle virksomhederne inden for robotområdet, men de står for 60 pct. af den samlede omsætning og 75 pct. af eksporten.
- Det danske økosystem på robotområdet fremstår ekstraordinært stærkt, og der er vokst i iværksætermiljøet. 38 pct. af virksomhederne i den danske robotindustri er etableret efter 2009, og 63 pct. har under 20 ansatte.
- De danske robotvirksomheder tiltrækker en lang række eksterne investorer både fra Danmark og udlandet. Og de danske vidensinstitutioner – herunder især Teknologisk Institut – spiller en afgørende rolle i forhold til at hjemtage økonomiske midler fra EU's rammeprogram Horizon 2020 til at gennemføre F&U-projekter, der kan bidrage til at styrke Danmarks innovationsevne på robotområdet.

## 2. Fakta om den danske robotklynge – introduktion og historien

Den danske robotklynge er i høj grad både historisk og geografisk forankret omkring Fyn og Odense. Men i Aalborg samt omkring Aarhus og København er der også stærke forskningsmæssige og kommercielle aktører inden for robot og automation, og området kan efterhånden betegnes som en etableret dansk styrkeposition.

I dette kapitel bliver der derfor først præsenteret en række fakta om robotområdets størrelse og betydning i hele Danmark og dernæst en række mere dybdegående fakta om den danske robotklynge i Odense.

Vi har valgt at skelne mellem følgende fire forskellige typer af robotter:

- **Traditionelle industrirobotter:** Omfatter typisk større og fastinstallerede robotinstallationer, som arbejder selvstændigt og uafhængigt af mennesker.
- **Kollaborative industrirobotter (cobots):** Omfatter typisk mindre og fysisk fleksible robotter, som kan arbejde sammen med mennesker i et fælles arbejdsmiljø.
- **Professionelle servicrobotter:** Omfatter både robotter inden for fx logistik, rengøring, forsvar, sundhed og overvågning. Herunder også droner.
- **Personlige servicrobotter:** Omfatter robotter rette mod det private forbrugersegment inden for fx underholdning, hushjælp, pleje og rengøring.



Analysen fokuserer primært på de tre første kategorier af robotter, da de umiddelbart har størst relevans i forhold til den danske robotindustri og de globale vækstpoterentialer.

### Historien om den danske robotklynge omkring Odense

Den danske robotklynges historiske udvikling er gennem de seneste år blevet indgående beskrevet og afdækket af en række forskellige forskere og journalister. Der er herunder givet en kort sammenfatning af de vigtigste milepæle i udviklingen af den danske robotklynge:

- 1985 Lindø-værftet begynder at teste og benytte robotteknologi.
- 1999 AP Møller-fonden donerer 75 mio. kr. til SDU til opførelse af bygning til Institut for Produktionsteknologi.
- 1999: Teknologisk Institut etablerer Center for Robotteknologi, som i dag er Nordeuropas største kompetencecenter inden for automation og robotteknologi.
- 2001: Forskningsprojektet AMROSE startes (Autonomous Multiple Robot Operation in Structured Environments). Finansieringen kommer fra midler fra Lindø, Akademiet for De Tekniske Videnskaber, SDU og et informatikprogram under De Strategiske Forskningsråd.
- 2002: Kompetence- og innovationsnetværket RoboCluster dannes.
- 2001-2004: Et forskerophold modtager en række bevillinger bl.a. fra Rådet for Teknologi og Innovation og Højteknologifonden til at "genopfinde" industrirobotten.
- 2005: Universal Robots stiftes af forskerne, der har udviklet ideen til UR5, som er en let, brugervenlig, samarbejdende og fleksibel cobot, der er designet til automatisering i små og mellemstore industrivirksomheder.
- 2008: Vækstfonden, SDI og Enrico Krogh Iversen indskyder i alt 10 mio. kr. i Universal Robots. Enrico Krogh Iversen indtræder som ny CEO.
- 2013: Niels Jul Jacobsen (som på dette tidspunkt sidder i Universal Robots bestyrelse) stifter Mobile Industrial Robots (MiR).
- 2014: Kommunesamarbejdet Udvikling Fyn etablerer Odense Robotics samt kuvøsen for nye robotvirksomheder Odense Robotics Startup Hub.
- 2015: Teradyne køber Universal Robots for 1,9 milliarder kroner (+bonusser for ca. 500 mio. kr.).
- 2015-2018: En lang række nye robotvirksomheder etableres. Fx On Robot, Flow Robotics og Purple Robotics.
- 2018: Teradyne køber MiR for 1,7 mia., heraf 0,7 mia. kr. i bonusser.

## 2. Fakta om den danske robotklynge – robotområdets betydning for Danmark

På denne side bliver der præsenteret et sammenfattende overblik over de seneste tilgængelige nøgletal for robotområdets størrelse og betydning for Danmark.

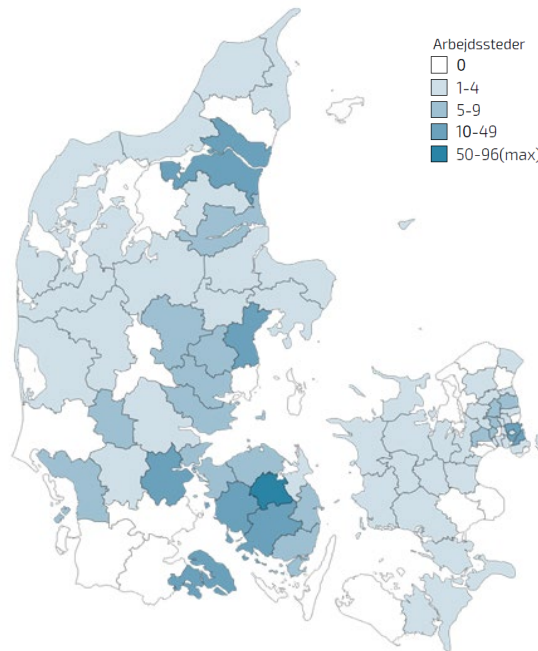
Hovedkonklusionerne er sammenfattet i den lyseblå tekstboks. Derudover er der i den mørkeblå tekstboks præsenteret en nærmere definition af de forskellige kategorier af virksomheder inden for robotområdet.

### Nøgletal om robotindustriens betydning for Danmark

- Virksomhederne inden for robot- og automationsområdet beskæftigede i 2017 ca. **8.500 årsværk**. På blot tre år er antallet steget med samlet set 1.600, hvilket svarer til en årlig vækst på knap 7,5 pct.
- Det er **især producenterne, der har skabt nye arbejdspladser**. Antallet af årsværk hos producenterne steg med 1.000 fra 2014 til 2017, så de i 2017 beskæftigede cirka 4.600, hvilket svarer til mere end halvdelen (55 pct.) af alle de beskæftigede inden for robotområdet.
- Robot- og automationsindustrien **omsatte for 18 mia.kr.** i 2017, og omsætningen er kraftigt stigende. Siden 2014 er omsætningen vokset med over 4,5 mia.kr. Det svarer til en årlig vækst på over 10 pct.
- **Producenterne omsatte for ca. 10,7 mia.kr.**, hvilket svarer til 60 pct. af robot- og automationsindustriens omsætning. Det er samtidig producenterne, der har haft den største omsætningsvækst med en årlig fremgang på 11 pct.
- Robot- og automationsindustrien **eksporterer for mere end 10 mia.kr.** Dermed udgør eksporten samlet set knap 60 pct. af omsætningen.
- **Producenterne står for ca. 75 pct. af eksporten**, og de er på denne dimension således mere internationale end integratorerne og rådgiverne og forhandlerne. Producenternes eksport er også vokset med 14 pct. årligt fra 2014 til 2017, hvorimod integratorernes og rådgivernes og forhandlerens eksport er i den samme periode er vokset med henholdsvis 11 og 8 pct. om året.

Danmarkskortet viser, at de i alt 292 robotvirksomheder i Danmark er fordelt over hele landet. Den største koncentration findes i Odense og på resten af Fyn, hvor 34 pct. af virksomhederne er placeret, hvilket primært er integratorer og producenter. 10 pct. af arbejdsstederne er placeret i Nordjylland og 15 pct. i Østjylland hvor virksomhederne fordeler sig mere ligeligt mellem producenter, integratorer, forhandlere og rådgivere. Yderligere findes der mindre koncentrationer af virksomheder omkring Sønderborg og omkring DTU i Lyngby og København.

### Fordelingen af virksomhederne i den danske robotindustri



### De forskellige kategorier af robotvirksomheder

**Producenter:** Virksomheder der selv udvikler og producerer de fysiske robotenheder. Herunder droner.

**Integratorer:** Virksomheder der arbejder med at udvikle og designe løsninger til at integrere robotter i automatiseringsprocesserne.

**Forhandlere og distributører:** Virksomheder der distribuerer og/eller sælger robotter og robotrelaterede produkter.

**Rådgivere:** Virksomheder der sælger rådgivnings- og konsulentytelser i relation til robotter og automatisering.

Dertil kommer en række **leverandører**, som er virksomheder der leverer dele og/eller services til robotterne. Disse er ikke talt med i datagrundlaget for denne analysen.



## 2. Fakta om den danske robotklynge – udviklingen og væksten

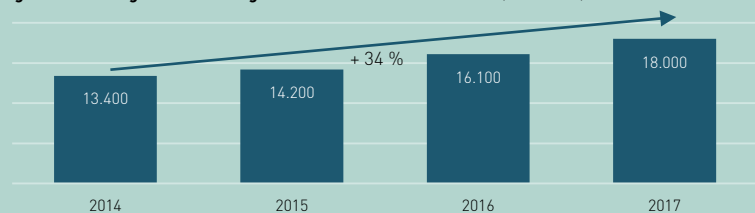
De tre figurer på denne side viser udviklingen i antallet af medarbejdere, omsætning og eksport i Danmarks robotindustri.

### Omsætningen og eksporten

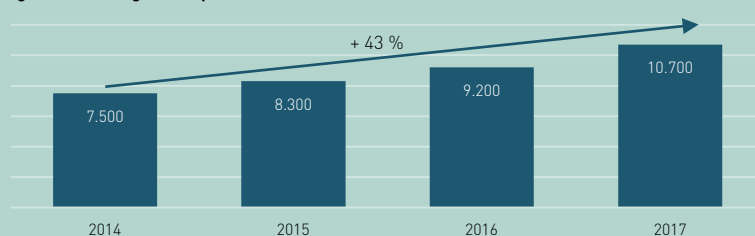
Omsætningen i den danske robotindustri er steget med 34 pct. fra 2014 til 2017, hvilket svarede til 4,6 mia. kr. Den årlige gennemsnitlige vækst var på 10,5 pct. I 2017 lå den samlede omsætning på 18 mia. kr., hvoraf ca. 60 pct. kommer fra eksport.

Det kan også ses, at eksporten udgør en stigende andel af omsætningen i klyngen, og at eksporten er steget med hele 43 pct. fra 2014 til 2017 – en årlig stigning på 12,5 pct.

Figur 1. Udviklingen i omsætningen for den danske robotsektor (mio. DKK)



Figur 2. Udviklingen i eksporten for den danske robotsektor (mio. DKK)

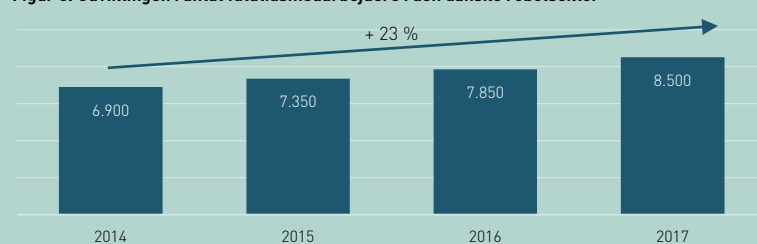


Samlet set afspejler figurerne den kraftige vækst og udvikling, som robotområdet i Danmark har gennemgået i de seneste år.

### Medarbejdere og virksomheder

Den danske robotsektor beskæftigede i 2017 cirka 8.500 medarbejdere, hvilket svarer til en stigning på 23 pct. siden 2014. Udviklingen svarer til en årlig stigning på knap 7,5 pct.

Figur 3. Udviklingen i antal fuldtidsmedarbejdere i den danske robotsektor



### Om væksten og udviklingen i den fynske robotklynge

Hele den danske robotindustri har oplevet en betydelig vækst gennem de seneste år. Væksten har imidlertid været særlig kraftig i den fynske robotklynge. Her er beskæftigelsen steget fra 2.200 i 2015 til 3.600 i 2018, hvilket svarer til en stigning på 64 pct.

I 2017 var omsætningen i den fynske klynge på ca. 5,7 mia. kr., hvilket svarer til knap en tredjedel af den samlede omsætning for hele Danmarks robotindustri. Og mens væksten i omsætningen for den samlede robotindustri var på 10,5 pct. årligt i perioden 2014-17, var den på ca. 15 pct. årligt i den fynske robotklynge.

Samme tendens kan ses i forhold til eksporten. Her lå den årlige vækst for den samlede danske robotindustri på 12,5 pct. i perioden 2014-17 12,5 pct., mens den årlige vækst lå på hele 21 pct. i den fynske robotklynge.



## 2. Fakta om den danske robotklynge – virksomhedernes profil

De tre figurer på denne side viser, hvordan de 292 virksomheder i den samlede danske robotindustri fordeles sig forhold til størrelse, alder og type. Derudover er der fremhævet et par eksempler, på nogle af de toneangivende danske robotvirksomheder.

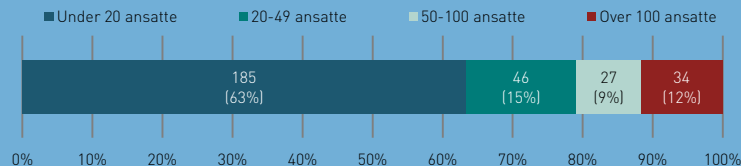
### Størrelse og alder

63 pct. af virksomhederne i den danske robotindustri har under 20 ansatte, og 12 pct. har over 100 ansatte. Derudover kan det bl.a. ses, at 38 pct. af virksomhederne er etableret efter 2009.

Samlet set afspejler de to figurer således, at den danske robotklynge er relativ ung, og at den samtidig både er præget af få store samt mange små og nyetablerede virksomheder.

De gennemførte interview tegner også et billede af, at området i øjeblikket og gennem de seneste år i høj grad har været præget af iværksætteri og mange nye virksomheder. Blandt de toneangivende iværksættere kan fx nævnes MiR og OnRobot, der er udsprunget fra Universal Robots.

#### Figur 4. Fordeling på størrelse



#### Figur 5. Fordeling på etableringsår



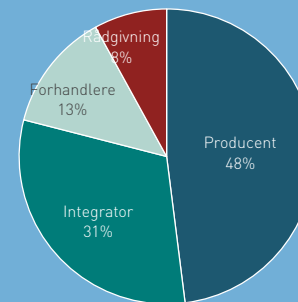
### Virksomhedstype

Figuren viser, at knap halvdelen af virksomhederne i den danske robotindustri er producenter, som selv udvikler og producerer de fysiske robotenheder.

Denne kategori af virksomheder genererer den største vækst, beskæftigelse, omsætning og eksport, og kan betragtes som kernen i den danske robotindustri.

Den næststørste andel er integratorer (31 pct.), og de resterende firmaer i klyngen fordeles sig som forhandlere og rådgivere.

Figur 6. Fordeling efter virksomhedstyper



### Eksempler på toneangivende danske robotvirksomheder

Blandt producenterne af kollaborative serviceroboter fremstår Universal Robots som den absolut mest toneangivende virksomhed, og 2017 havde virksomheden en omsætning på over 1,1 mia. kr. svarende til ca. 6 pct. af den samlede omsætning i den danske robotindustri.

Derudover er Mobile Industrial Robots (MiR), der blev solgt for 1,7 mia. kr. i 2018, også blandt de toneangivende producenter. Inden for professionelle serviceroboter til sundheds- og velfærdsområdet er Blue Ocean Robotics blandt de førende danske virksomheder.

Endvidere kan ABB, Cabinplant, Jorgensen Engineering, LT Automation og Gibotech fremhæves som nogle af de førende og toneangivende robotvirksomheder i Danmark.



Cabinplant



LT-AUTOMATION  
CHOOSE THE RIGHT SOLUTION

## 2. Fakta om den danske robotklynge – økosystemet

De gennemførte interviews med danske og udenlandske eksperter tegner et billede af, at der er et ekstraordinært velfungerende økosystem i Danmark, som i høj grad er med til at styrke de danske robotvirksomheders vækst og udvikling ved fx at forbedre deres adgang til samarbejdspartnere, kapital, arbejdskraft, viden mv.

Samtidig bliver der peget på, at især Odense Robotics gennem de seneste år har spillet en stor rolle i forhold til at binde klyngen sammen og facilitere et effektivt samarbejde mellem de forskellige robotvirksomheder samt stimulere iværksættermiljøet bl.a. gennem Odense Robotics Start Up Hub.

Figurerne i tekstboksen viser henholdsvis udviklingen og kilderne til de eksterne investeringer i virksomhederne i den danske robotklynge.

Udover de mange private virksomheder fremstår især Syddansk Universitet, Teknologisk Institut, Odense Robotics og Odense Kommune, som nogle af de afgørende nøgleaktører. Der er som bilag vedlagt en samlet optegnelse af de forskellige aktører i klyngen.

I marts 2019 blev der desuden startet et nyt nationalt partnerskab i Danmark kaldet Robotics Alliance, som skal udvide og styrke samarbejdet og koordineringen på tværs af aktører i hele landet, jf. tekstboksen”.

### Om Robotics Alliance

Robotics Alliance er et nationalt partnerskab på tværs af erhvervsorganisationer, innovationsnetværk, interesserter og virksomheder, som skal arbejde for at styrke rammebetingelserne og økosystemet for den danske robot- og automationsindustri.



### Konkret vil Robotics Alliance arbejde for at:

- Styrke forskning og innovation inden for robot- og automationsteknologi, herunder droner
- Styrke eksportmuligheder
- Sikre kompetencer og tiltrække talent
- Samle og styrke faglige aktiviteter i lokale netværk
- Markedsføre robot- og automation, herunder droneområdet i Danmark og internationalt

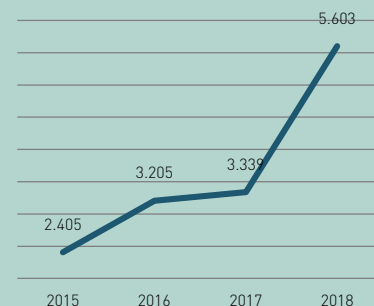
Indtil videre er partnerne det landsdækkende innovationsnetværk RoboCluster, erhvervs- og klyngeorganisationerne Odense Robotics, Sønderborg Vækstråd og UAS Denmark, men planen er, at Robotics Alliance løbende udvides med flere partnere, der skal sikre større sammenhæng i erhvervsfremmeindsatsen – og at virksomheder uanset geografi bliver en del af indsatsen.

### Investeringer i robotklyngen

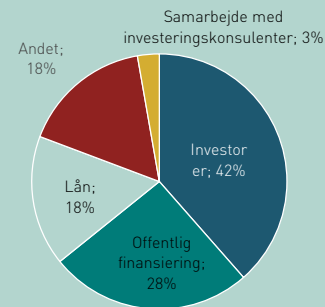
Figuren herunder viser, at de eksterne investeringer i virksomhederne i den danske robotklynge i Odense er steget markant gennem de seneste år. Og siden 2015 er der således blevet investeret mere end 5,6 mia. kr. i de danske virksomheder, hvoraf størstedelen kommer fra private investorer fra Danmark og udlandet.


De gennemførte interview tegner også et billede af, at det generelt ikke er adgang til kapital, der bremser de danske robotvirksomheders vækst og udvikling, og at der gennem Invest in Odense er skabt et effektivt og systematisk økosystem på dette punkt.

Figur 7. De samlede investeringer i virksomhederne i robotklyngen (mio. DKK)



Figur 8. Kilderne til investeringerne



A photograph of two men in a factory or laboratory setting. They are looking at a large, silver robotic arm. The man on the left is wearing a purple shirt and glasses, and the man on the right is wearing a blue shirt. The background shows industrial equipment and a blue cabinet. There is a red sign on the wall with some text, and a number '12' in the top right corner.

*"The ecosystem of the Danish robot cluster is very strong and unique. No one in Europe is close to Denmark when it comes to building a growth strategy on robot technology. There is a strong supply chain and "multiplier effect" in Denmark where the many start-ups deliver innovation and new ideas to the established robot companies who has access to the global markets"*

- Ali Muhammad, Senior Scientist  
VTT Finland

*"Odense Robotics spiller en altafgørende rolle i forhold til at samle virksomhederne og synliggøre de danske styrkepositioner i udlandet. Derudover gør kommunen også et enestående arbejde i forhold til at forbedre virksomhedernes adgang til kapital og kvalificeret arbejdskraft gennem henholdsvis Invest in Odense og International Community Odense. I øjeblikket er der generelt god adgang til ekstern kapital – det er derimod især rekruttering og fastholdelse af kvalificeret arbejdskraft, der udfordrer virksomhederne i robotklyngen"*

- Claus Risager, Ph.d & CEO  
Blue Ocean Robotics

## 2. Fakta om den danske robotklynge – hjemtag af midler fra Horizon 2020

Horizon 2020 er EU's forsknings- og innovationsprogram for perioden 2014-2020 og betragtes generelt som det vigtigste og største internationale program for Danmark. Horizon 2020 støtter projekter på alle stadier fra grundforskning, strategisk og anvendt forskning samt til innovationsprojekter og virksomheders produktudvikling.

Samlet set er der pr. marts 2019 uddelt mere end 40 mia. euro til næsten 22.000 projekter. Programmet er dermed af en sådan størrelse at analyser af aktivitetsniveauer (hjemtagne midler) kan give et indblik i forsknings- og innovationsaktiviteten for organisationer, i regioner eller sektorer i forskellige lande.

På denne side er der derfor præsenteret en analyse af, hvor mange midler, som de forskellige danske aktører har hjemtaget inden for droner, robotter og automatisering.

Der er i alt identificeret 90 forskellige danske aktører, som tilsammen har deltaget i 103 forskellige Horizon-projekter inden for området. De 103 projekter har i alt fået tildelt 647,9 mio. euro. Af disse er ca. 10 pct. – svarende til 66,2 mio. euro – gået til de 90 danske aktører/partnere. Heraf har aktører fra klyngen i Odense modtaget 20,7 mio. euro, hvilket svarer til 31,2% af de samlede midler tildelt danske partnere.

De to tabeller viser de tre største aktører og det samlede hjemtag af Horizon-midler på robotområdet for hele landet og for robotklyngen i Odense. Og de to figurer viser, hvordan hjemtager er fordelt på forskellige kategorier af aktører.

Som det fremgår af tabellerne, spiller Teknologisk Institut en særdeles stor rolle i forhold til at hjemtage midler til Danmark fra Horizon 2020 på robotområdet. Teknologisk Institut har næsten hjemtaget en fjerdedel af alle midlerne til Danmark, og står for hele 76,2% af hjemtaget i klyngen i Odense. Det kan endvidere ses, at kun tre institutioner står for hele 97 pct. af hjemtaget af Horizon 2020 midler til robotklyngen i Odense, hvorimod spredningen i resten af landet er markant større.

Blandt de interviewede internationale eksperter bliver der peget på, at Danmark på grund af det tætte samarbejde mellem de private virksomheder, GTS'er og universiteter også står i en stærk position i forhold til at hjemtage projektmidler i den kommende programperiode (Horizon Europe), hvor der især forventes at blive udmøntet mange midler til projekter, der handler om udvikling og anvendelse af kunstig intelligens i automatiseringsprocesser.

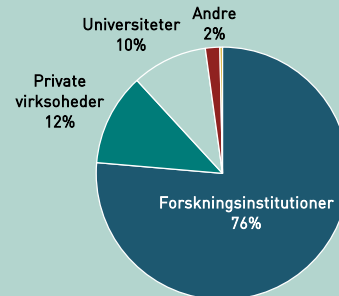
**Tabel 1. Hjemtag af Horizon-midler i alt og top tre for klyngen i Odense (fra 2014 til marts 2019)**

Navn	EU bidrag (EUR)	Andel
Teknologisk Institut (TI)	15.759.219	76%
Blue Ocean Robotics	2.259.776	11%
Syddansk Universitet (SDU)	1.996.948	10%
Øvrige	652.063	3%
<b>Total</b>	<b>20.668.006</b>	<b>100%</b>

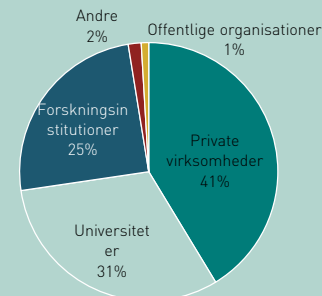
**Tabel 2. Hjemtag af Horizon-midler i alt og top tre for hele Danmark (fra 2014 til marts 2019)**

Navn	EU bidrag (EUR)	Andel
Teknologisk Institut (TI)	15.759.219	24%
Danmarks Tekniske Universitet (DTU)	5.746.886	9%
Aalborg Universitet (AAU)	4.454.074	7%
Øvrige	40.274.750	61%
<b>Total</b>	<b>66.234.929</b>	<b>100%</b>

**Figur 9. Hjemtag af Horizon-midler fordelt på aktørkategorier for klyngen i Odense**



**Figur 10. Hjemtag af Horizon-midler fordelt på aktørkategorier for hele Danmark**



### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet

#### Hovedpointer

- Samlet set tegner analysen et billede af, at der fremadrettet vil være et fortsat stort globalt vækstpotentiale for den danske robot- og automationsindustri.
- Eksisterende prognoser peger bl.a. på, at væksten fremadrettet forventes at være særlig stor inden for de kollaborative industrirobotter, hvor Danmark har en klar styrkeposition, der fremadrettet også kan skaleres og udbredes yderligere på nye markeder og applikationsområder.
- Robotområdet har gennem de seneste år oplevet en markant global vækst, og det samlede antal af afsatte industrirobotter er steget fra 60.000 i 2009 til 381.000 i 2017. Samtidig er området præget af en kraftig udvikling af ny viden og nye teknologiske løsninger.
- Væksten inden for robotområdet er i høj grad drevet af en række overordnede strukturelle og teknologiske megatrends. Det handler bl.a. om den fortsat voksende globale økonomi og udviklingen af digitale teknologier, som skaber øget efterspørgsmål og nye muligheder for at udvikle produkter og løsninger inden for robotområdet.
- Derudover har den danske robotklynge et udviklingspotentiale inden for de professionelle servicerobotter, hvor der bl.a. på sundheds- og velfærdsområdet er et spirende vækstpotentiale.

### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – den historiske udvikling og vækst

Den kraftige vækst i den danske robotklynge gennem de seneste år (jf. afsnit 2) hænger i høj grad sammen med den globale udvikling på robotområdet. De tre figurer på denne side giver et sammenfattende indblik i, hvordan robotområdet har udviklet sig globalt set gennem de seneste år.

Figur 12 viser udviklingen i den globale afsætning af industrirobotter fra 2009 til 2017. Figur 13 viser udviklingen i patentansøgninger inden for robotteknologi fra 2010 til 2018. Figur 11 viser top 10 over de lande med flest industrirobotter i forhold til antal ansatte i fremstillingssektoren og giver samtidig et billede af, hvordan den globale udbredelse af industrirobotter er geografisk fordelt.

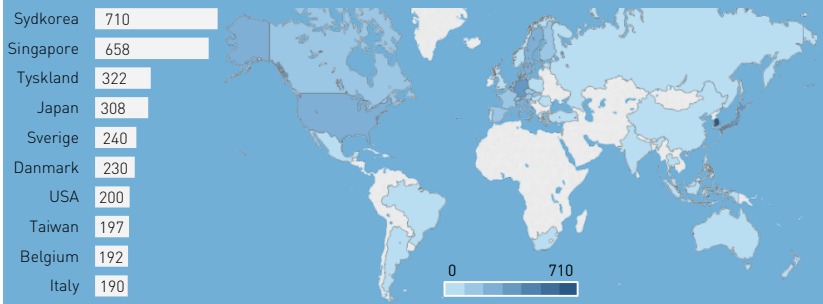
#### Den globale udbredelse af industrirobotter

Antallet af industrirobotter i fremstillingssektoren er stærkt stigende på verdensplan. Alene fra 2016 til 2017 steg det internationale gennemsnitlige antal industrirobotter pr. 10.000 ansatte i fremstillingssektoren fra 74 til 85.

Tallet vidner om en vækst i automatisering af den industrielle sektor. De mest robotintensive lande i verden er i dag Sydkorea, Singapore, Tyskland, Japan, Sverige og Danmark. Singapore og Danmark er på denne liste de eneste lande, der ikke har en omfattende transportmiddelindustri, der ellers er en af de sektorer, der benytter sig mest af robotteknologi.

Antallet af operationelle industrirobotter i Danmark er steget fra 1.400 i 2000 til 4.250 i 2010 og 6.300 i 2017, og forventes at fortsætte med at stige i de kommende år.

Figur 11. Antal industrirobotter pr. 10.000 ansatte i fremstillingssektoren, 2017



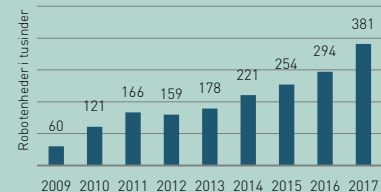
Note: Målt op mod Sverige, Norge, Tyskland, USA, Sydkorea, Japan, Holland, Storbritannien, Frankrig og Australien, dvs. nabolande og vigtige lande inden for robotteknologi.  
Kilder: Dansk Metal; International Federation of Robots; egen analyse pba. data fra World Intellectual Property Organization-patentdatabasen.

#### Den globale afsætning af industrirobotter

Den samlede globale afsætning af industrirobotter er steget kraftigt siden 2009. Ifølge International Federation of Robotics er antallet af afsatte robotenheder steget fra 60.000 i 2009 til 381.000 i 2017. Og alene fra 2016 til 2017 steg antallet med 30 pct.

Det har historisk set især været bilindustrien og elektronikindustrien, der samlet set har aftaget størstedelen af de industrielle robotter.

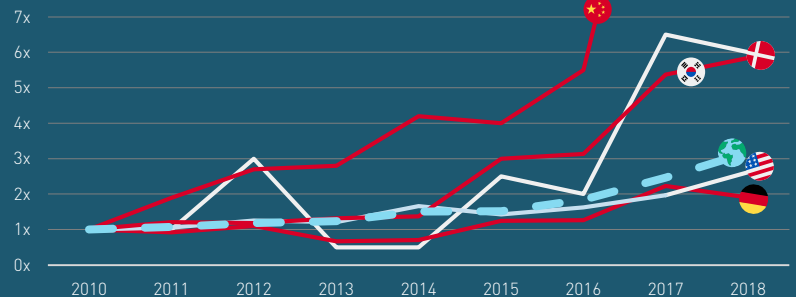
Figur 12. Udviklingen i den globale afsætning af industrirobotter



#### De globale patentansøgninger inden for robotteknologi

Antallet af patenter inden for robotteknologi har været accelererende siden 1980'erne, men har især udviklet sig i det seneste årti. I 2018 blev der på verdensplan ansøgt tre gange så mange patenter omhandlende robotter, som der blev i 2010. Stigningen har været særligt voldsom i Kina, der havde næsten 30 gange så mange patentansøgninger i 2018 som i 2010. Danmark er blandt 'best of the rest', med seks gange så mange patentansøgninger – en udvikling der overgår alle øvrige lande i undersøgelsen\*.

Figur 13. Indeks for patentansøgninger ved PCT inden for robotteknologi, 2010-2018 (2010=1x)



### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – afgørende megatrends

Den globale vækst på robotområdet er drevet af en række forskellige teknologiske og strukturelle megatrends. På denne side er der sammenfattet en række af de overordnede globale megatrends, som har afgørende betydning for udbuddet og efterspørgslen inden for robotområdet.

#### Strukturelle megatrends med afgørende betydning for robotområdet



##### Mere fokus lokal og bæredygtig produktion

Ønske om omkostningsreduktion, hjemtag af viden og innovation, kortere time-to-market samt bedre mulighed for fleksibel tilpasning til lokal efterspørgsel skaber øget behov for at producere lokalt samt i mindre og mere fleksible serier. Dertil kommer, at fokus på klimabelastning og ressourceforbrug også kan øge interessen for lokal produktion (for at minimere transport) samt et stigende fokus på bæredygtig og ansvarlig produktion (jf. FN's verdensmål).



##### Stærkere økonomisk incitament

Stigende lønomkostninger per medarbejder og faldende priser på robotter har gjort, at der er skabt et stærkere økonomisk incitament til at indføre automatiseringsteknologi i produktionsprocesserne med henblik på at øge produktiviteten. Den økonomiske business case i forhold til at indføre robotter er med andre ord blevet mere attraktiv for de private virksomheder.

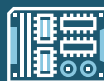


##### Stigende global velstand, levealder og forbrug

Den globale økonomi og middelklasse er i kraftig fremgang. Det skaber øget efterspørgsel efter en lang række forskellige varer og services, der kan produceres og leveres ved hjælp af robotteknologi.

Den globale økonomiske og demografiske udvikling vil således både øge efterspørgslen efter fysiske produkter og forbrugsvarer inden for bl.a. bil- og elektronikindustrien, ligesom den stigende levealder kan øge behovet for servicrobotter inden for sundhedsområdet.

#### Teknologiske megatrends med afgørende betydning for robotområdet



##### Udvikling i tilgængelig hardware

Digital hardware forbedres løbende inden for en lang række områder, der gør robotter billigere og mere anvendelige. Dette gælder både i forhold til ydeevne, fx RAM, lagring, hukommelse mv., men også sensorer, kameraer, batterier osv. har oplevet store fremskridt i kvaliteten, mens priserne på enhederne er faldet, hvilket også spiller en stor rolle for udbredelsen og tilgængeligheden af robotteknologi.



##### Udvikling i computerteknologi og software

Nyere softwareteknologi som machine learning, visual processing, kunstig intelligens, stemmegenkendelse osv., gør det muligt for robotter at agere på et mere selvstændigt og informeret niveau. Noget af det, der driver væksten i robotteknologi, er dog også forventningerne til den fortsatte udvikling i software, som kan muliggøre selvtænkende og kreative robotter i fremtiden.



##### Udvikling i forbindelser

På flere parametre bliver verden mere forbundet, hvilket gør brugbarheden af robotter endnu større, da det muliggør kommunikation mellem flere enheder. Blandt andet forventes antallet af Internet-of-Things-enheder at fordobles mellem 2015 og 2020, men også cloud robotics og det kommende 5G-netværk forventes at kunne gøre robotter endnu mere anvendelige.



### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – generelle vækstprognoser

På denne side vises forskellige prognoser for den forventede fortsatte vækst af robotteknologi i fremtiden. Prognoserne er foretaget af internationale analyseinstitutter på baggrund af historisk vækst og forventede trends.

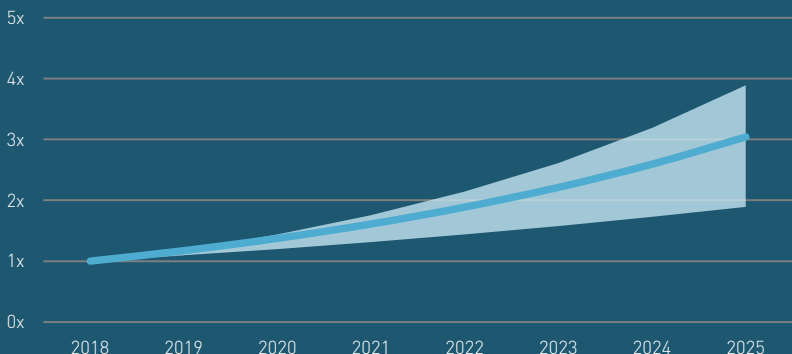
Figur 14 viser den forventede vækst i omsætning for hele sektoren fra 2018 til 2025. Det deles yderligere op i figur 15 og 16, der hver illustrerer den forventede vækst inden for de to hovedgrupper af robotteknologi.

Figurernes blå linje angiver medianværdien for vækst i omsætning blandt de udvalgte prognoser, mens den lyseblå skygge angiver henholdsvis minimum- og maksimumværdier. Den lyseblå skygge viser således spændet i de eksisterende kvantitative vækstprognoser, hvilket dermed også giver en indikation om den usikkerhed, som vækstprognoserne er forbundet med.

#### Den samlede globale vækstprognose på robotområdet

Der er ifølge figur 14 en forventning om betydelig vækst i omsætningen inden for robotteknologi frem mod 2025. De mest optimistiske bud er på en firedobling, mens mere konservative bud er på en fordobling. Medianværdien svarer til en årlig vækst på 17,2 pct. Til sammenligning er den forventede årlige vækst frem mod 2025 på ca. 5 pct. for grøn energi og ca. 5,5 pct. for lægemidler<sup>1</sup>.

Figur 14. Forventet vækst inden for omsætning af robotteknologi, 2018-2025<sup>2</sup>



#### De globale vækstprognoser for industri- og servicerebotter

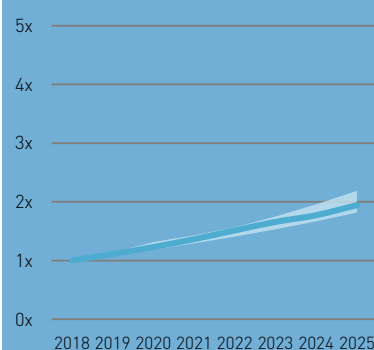
Figur 15 og 16 viser, at den forventede vækst er størst i servicerebottersektoren. Her ligger prognoserne på over en firedobling frem mod 2025. For industrirobotter er vækstprognoserne lidt lavere, da der her estimeres ca. en fordobling mellem 2018 og 2025.

Blandt industrirobotterne er medianværdien for den årlige forventede vækst på 10,9 pct. om året. Ifølge IFR kommer denne vækst især til at ske inden for elektronik- og metalindustriene, idet de i stigende grad indhenter bilindustrien, der fortsat er den mest robotteknologiske industri i verden.

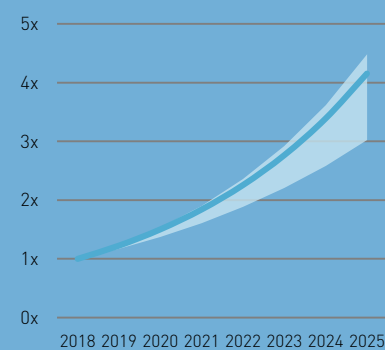
Blandt servicerebotterne er medianværdien for den årlige forventede vækst på hele 22,6 pct., hvor den lave del af spændet dog er på 17,1 pct. IFR forventer, at væksten især vil bæres frem af robotter i landbruget og inden for medicin, men også de store områder inden for logistik og PR forventes at vokse signifikant. I Danmark vokser automatiseringen i dag især frem inden for fødevarer-, plast-, metal og medicindustrien, hvorfor der også forventes klare vækstperspektiver på hjemmemarkedet for danske robotproducenter. Væksten er dog spredt ud på de mange forskellige underområder af produktion internationalt, hvilket vidner om en generel modning af markedet.

De to figurer viser desuden, at der er større usikkerhed blandt de eksisterende vækstprognoser om udviklingen inden for servicerebotter.

Figur 15. Forventet vækst for industrirobotter



Figur 16. Forventet vækst for servicerebotter



1) Allied Market Research (2018); QunitilesIMS (2017)

2) I den samlede vækst er der brugt tre datakilder: International Data Corporation (2018), Transparency Market Research (2018) & Siemens (2017). Til vækst for industrirobotter er der brugt fem kilder: Energias Market Research (2018), IFR (2018), ResearchAndMarkets (2018), Global Market Insights (2018) & ABI Research (2016). Til vækst for servicerebotter er der brugt tre kilder: ResearchAndMarkets (2018), Mordor Intelligence (2018) & Allied Market Research (2016).

### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – vækstprognoser for cobots

Som vist på forrige side peger de eksisterende prognoser samlet set på, at der forventes (fortsat) stor vækst både inden for industri- og serviceroboter i de kommende år. Men der er væsentlig forskel på, hvor stor vækst der forventes inden for de forskellige typer af industrirobotter.

Figurene på denne side viser derfor nogle mere specifikke vækstprognoser alene for de kollaborative industrirobotter (cobots), som er den danske robotklynges styrkeposition (jf. kapitel 2). Samtidig er det også inden for dette robotområde, at der er særligt store forventninger til den globale vækst i de kommende år.

Figur 18 viser den forventede globale udvikling i antallet af solgte cobots, og figur 17 viser et indeks for den forventede udvikling i den gennemsnitlige salgspris for en kollaborativ robot.

Tekstboksen sammenfatter nogle af de vigtigste forhold, som ifølge den eksisterende litteratur og de førende eksperter udgør baggrunden for den kraftige globale vækst inden for kollaborative robotter.

#### Baggrunden for den globale vækst for cobots

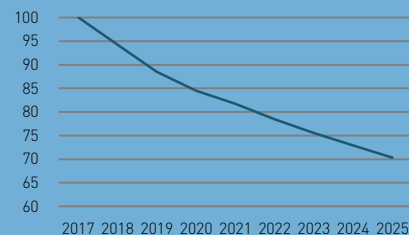
- De er små, fleksible, brugervenlige og kan relativt nemt (om)programmes
- De kan arbejde sikkert sammen med mennesker i fælles arbejdsmiljøer
- De er økonomisk og ressourcemæssigt mere overkommelige end traditionelle industrirobotter, som ofte kræver relativt store investeringer og omstilling af produktionsfaciliteter. Cobots er dermed tilgængelige for det store segment af SMV'er.
- De kan skabe øget kvalitet og præcision i produktionsprocesserne
- De kan reducere produktionsomkostningerne og skabe øget produktivitet

#### Den forventede udvikling i salgspriserne

Samtidig med at der forventes en stor stigning i den globale omsætning og efterspørgsel efter cobots viser figur 17, at den gennemsnitlige salgspris per cobot forventes at falde i de kommende år.

Det sker i takt med, at teknologien og de kollaborative robotter bliver mere udviklede og udbredte.

Figur 17. Udvikling i gns. salgspris per cobot



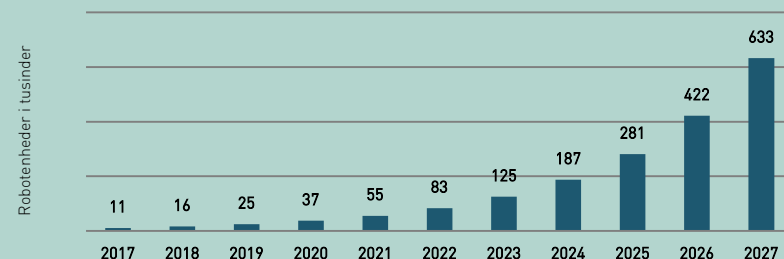
#### De globale vækstprognoser for kollaborative industrirobotter

Ifølge de eksisterende globale prognoser kan der forventes en årlig vækst på omkring 50 pct. inden for kollaborative industrirobotter. Det betyder, at det forventede antal solgte kollaborative robotenheder på verdensplan vil være steget til omkring 633.000 i 2027.

I betragtning af at den samlede globale afsætning af industrirobotter ifølge International Federation of Robotics i 2017 lå på 381.000 (jf. figur 12), må det således konkluderes, at der forventes en ekstremt stor vækst i den globale efterspørgsel efter kollaborative robotter over de kommende år.

Desuden forventes det, at det globale marked for kollaborative industrirobotter vil vokse helt op til omkring 79 mia. kr. (ca. 13. mia. USD) i 2027.

Figur 18. Forventet udvikling i antal solgte kollaborative robotenheder på verdensmarkedet



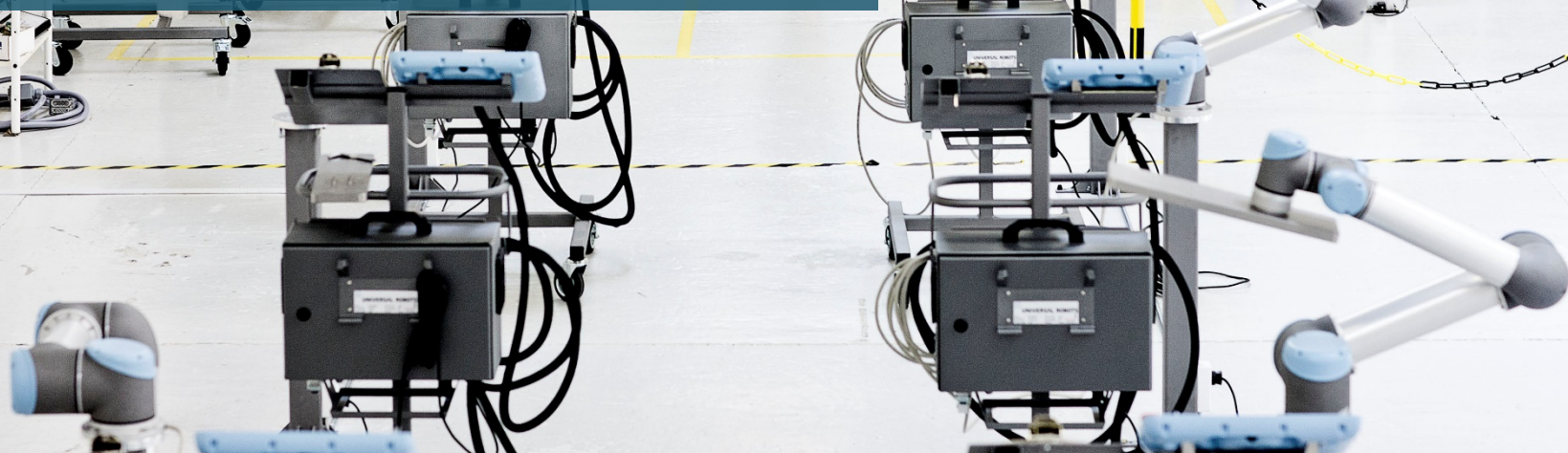
Tidligere prognoser\* har bl.a. forudsat, at antallet af solgte kollaborative robotter allerede ville have rundet over 30.000 i 2017, og at niveauet på over 600.000 robotenheder ville være nået i 2024. I henhold til den seneste tilgængelige prognose, som er vist i figur 18, vil dette niveau dog først blive indfriet i 2027. Det skal derfor understreges, at de eksisterende vækstprognoser naturligvis er forbundet med en vis usikkerhed.

Usikkerheden knytter sig imidlertid primært til, hvornår den markant stigende efterspørgsel på verdensmarkedet forventes at indtræffe. Der er med andre ord udbredt enighed om, at der eksisterer et særdeles stort vækspotentiale, men usikkerheden knytter sig til, hvor hurtigt nye sektorer og brancher inden for eksempelvis sundhedsområdet vil være til at omstille sig og tage teknologien til sig.

Kilder: Figur 18 er baseret på data fra ABI Research i "Robotter og automatisering" fra Region Syddanmark (august 2018) og figur 17 er baseret på "Barclays Equity Research"  
Note: Bl.a. fra "Asian Robotics Review" på vegne af HMC Investment Securities

*"Den danske robotklynge er ikke tæt knyttet til en bestemt industri – modsat mange af de udenlandske – og der er et godt samarbejde mellem producenterne og integratorerne. Det gør, at de danske robotvirksomheder står stærkt i forhold til at levere fleksible helhedsløsninger til produktionsvirksomheder på tværs af lande og brancher. Og det globale marked for kollaborative industrirobotter er langt fra mættet"*

- Mads Bruun Ingstrup, Associate Professor  
Syddansk Universitet



### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – industrirobotternes afsætning

Tabellen og figurerne på denne side giver et nærmere indblik i, hvilke verdensdele og brancher der driver væksten og efterspørgslen efter industrirobotterne.

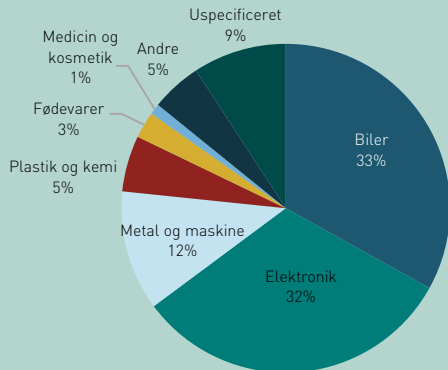
#### Den globale afsætning af industrirobotter fordelt på brancheområder

Figuren herunder viser, hvordan de i alt cirka 381.000 afsatte industrirobotter i 2017 var fordelt på forskellige brancheområder.

Bilindustrien og elektronikindustrien aftog i 2017 begge omkring en tredjedel af alle industrirobotter på verdensplan, og er dermed de to brancher, som aftager langt størstedelen af alle industrirobotter. Gennem de seneste år har der især været en stor vækst i efterspørgslen inden for elektronikindustrien. Og fra 2012 til 2017 var der en gennemsnitlige årlig vækst på 30 pct. i antallet af afsatte robotter til elektronikindustrien.

Figuren viser også, at fx fødevarer- og medicinområdet stadig aftager en relativ beskedent andel af industrirobotterne. Eksisterende prognoser peger dog på, at efterspørgslen efter industrirobotter inden for disse områder også vil stige i takt med øget kvalitetssikkerhed og pres for reduktion af omkostninger og produktionstid.

Figur 19. Afsætningen af industrirobotter fordelt på brancher (2017)



#### Den globale afsætning af industrirobotter fordelt på lande og verdensdele

Tabellen herunder viser, at næsten tre fjerdedele af alle de cirka 381.000 industrirobotter i 2017 blev afsat til Kina, Japan, Korea, USA og Tyskland, og at disse fem lande fortsat også forventes at udgøre den dominerende del af verdensmarkedet i de kommende år.

Resultatet afspejler, at det især er de store bilproducerende lande, der hidtil har drevet væksten og efterspørgslen efter industrirobotterne, og at elektronikindustrien fremadrettet også får en fortsat stigende betydning.

Det kan endvidere ses af tabellen, at det samlede antal af solgte i industrirobotter i 2021 forventes at stige til 630.000, og at den globale vækst over de kommende år fortsat især vil være drevet af Kina og de asiatiske markeder.

Det bør dog samtidig bemærkes, at der forventes øget afsætning af industrirobotter i alle lande og verdensdele.

Tablet 3. Afsætningen af industrirobotter fordelt på lande

Land	2017		2021 (estimat)	
	Antal	Andel	Antal	Andel
Kina	137.920	36%	290.000	46%
Japan	45.566	12%	64.000	10%
Korea	39.732	10%	46.000	7%
USA	33.192	9%	46.000	7%
Tyskland	21.404	6%	26.000	4%
Øvrige Europa	44.855	12%	62.600	10%
Øvrig Asien (inkl. Australien)	38.608	10%	67.600	11%
Øvrig Amerika	12.926	3%	17.500	3%
Afrika	451	0%	800	0%
Ikke specificeret	6.681	2%	9.500	2%
<b>Total</b>	<b>381.335</b>	<b>100%</b>	<b>630.000</b>	<b>100%</b>

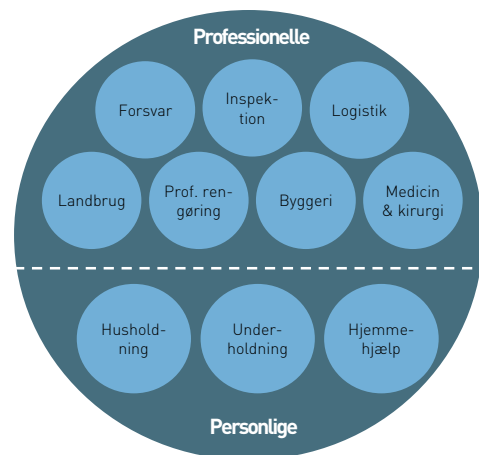
### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – servicerebotter

På denne side bliver der dykket nærmere ned i de globale vækstprognoser for servicerebotter, som overordnet kan inddeles i henholdsvis professionelle og personlige.

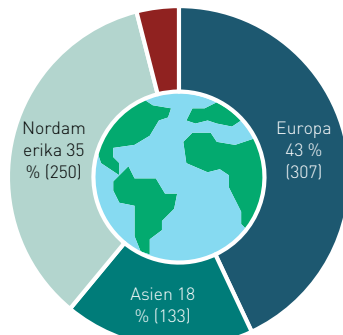
Figur 20 sammenfatter nogle af de forskellige underliggende kategorier af servicerebotter, og figur 21 viser den geografiske fordeling af de i alt cirka 700 producenter af servicerebotter, der ifølge Internationale Federation of Robotics eksisterede i 2017. I tekstboksen er der vist to specifikke vækstprognoser for professionelle servicerebotter. Figuren viser en samlet prognose for udviklingen i antallet af solgte professionelle servicerebotter fra 2018 til 2021, og tabel 4 viser, hvordan værdien af salget forventes at være fordelt på de vigtigste applikationsområder.

Blandt de interviewede eksperter bliver der bl.a. peget på, at markedet for professionelle servicerebotter er inde i en kraftig modningsproces, hvor robotterne i stigende grad går fra at være "gimmicks" til at blive systematisk designet ud fra brugernes behov. Og dermed bliver deres markedsmæssige værdiskabelse og kommerciel potentiale væsentligt forøget.

**Figur 20. De forskellige kategorier af servicerebotter**



**Figur 21. Producenternes fordeling på verdensdele**

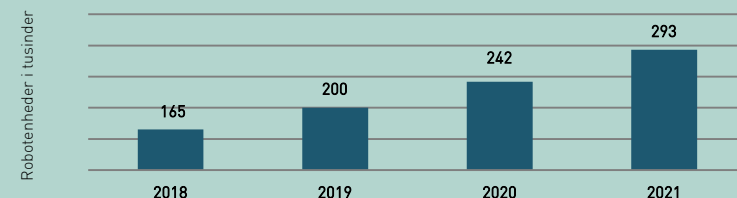


#### De globale vækstprognoser for professionelle servicerebotter

Ifølge International Federation of Robotics lå det samlede globale salg af professionelle servicerebotter i 2018 på omkring 53 mia. kr. (8,7 mia USD). Det forventes i gennemsnit årligt at vokse med 19 pct. frem til 2021, hvor værdien af det samlede globale salg således vil være steget til cirka 89 mia. kr. (15 mia. USD).

Antallet af solgte enheder lå i 2018 på 165.300, og det forventes årligt at vokse med 21 pct. til ca. 293.000 enheder i 2021, hvilket er vist i figuren herunder.

**Figur 22. Forventet udvikling i antal solgte professionelle servicerebotter på verdensmarkedet**



Både målt på antal og økonomisk volumen er det især logistikområdet – der bl.a. handler om håndteringssystemer til varelagre – der fylder meget inden for de professionelle servicerebotter.

Derudover er medicin og kirurgi også et relativt stort område, som er karakteriseret af stor regulering og høje enhedspriser, og hvor leasingmodeller derfor er særligt udbredt.

Applikationsområder langbrug dækker over robotter til høst og malkning.

**Tabel 4. Forventet globalt salg af professionelle servicerebotter efter applikationsområde**

Applikationsområde	2018	2019	2020	2021	Andel (2021)
Logistik	23,5 mia. kr.	27,9 mia. kr.	33,3 mia. kr.	39,6 mia. kr.	44 %
Medicin og kirurgi	14,0 mia. kr.	16,6 mia. kr.	19,8 mia. kr.	23,6 mia. kr.	26 %
Landbrug	6,5 mia. kr.	7,7 mia. kr.	9,2 mia. kr.	10,9 mia. kr.	12 %
Forsvar	5,8 mia. kr.	6,9 mia. kr.	8,2 mia. kr.	9,8 mia. kr.	11 %
Andet	3,1 mia. kr.	3,7 mia. kr.	4,4 mia. kr.	5,2 mia. kr.	6 %
<b>Total</b>	<b>52,9 mia. kr.</b>	<b>62,9 mia. kr.</b>	<b>74,9 mia. kr.</b>	<b>89,1 mia. kr.</b>	<b>100 %</b>

Kilder: International Federation of Robotics "World Robotics 2018 Service Robots" (2018)

*"As the sector of service robotics has matured, our products are increasingly based on use cases and the wishes of customers rather than standard products. More business and software people have come into the field to assist in meeting customers' needs and complement the engineers, which makes for more customized and useful end products"*

- Jade Le Maitre, Directrice Associée, Partner  
HEASE Robotics



### 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – globale vækstdrivere og krav

Generelt er der en vis usikkerhed forbundet med, hvor hurtigt udviklingen vil gå. Men de eksisterende globale prognoser giver tilsammen et entydigt billede af, at robotområdet rummer et stort vækstpoteentiale i de kommende år. Og det gælder i særdeleshed for de kollaborative industrirobotter og for professionelle servicebotter inden for fx sundheds- og velfærdsområdet.

På denne side er der sammenfattet nogle af de vigtigste forudsætninger og antagelser om den teknologiske og markedsræssige udvikling, der ligger bag vækstprognoser, samt hvilket nye krav og udfordringer det kan forventes skabe for den danske robotklynge.

Generelt er de markeds- og efterspørgselsmæssige vækstdrivere tæt knyttet til de globale megatrends, som blev skitseret på side 15, og vækstprognoserne er i høj grad også baseret på, at robotområdet fortsat vil gennemgå en kraftig teknologisk udvikling og innovation i de kommende år.

Den stigende globale efterspørgsel og vækst forudsætter med andre ord, at robotterne fortsat bliver forbedret og videreudviklet, og at det vil lykkes at synliggøre og udbrede kendskabet til robotteknologiens (nye) muligheder og potentialer både blandt eksisterende og nye brugersegmenter i hele verden.

#### Markeds- og efterspørgselsmæssige vækstdrivere



- Fokus på energieffektivitet og anvendelse af nye materiale kræver løbende omstilling af produktionsprocesser
- Spredning af produktion på flere forskellige lande og geografiske lokationer for at imødekomme lokale behov, forkorte time-to-market samt reducere politiske og logistiske risici
- Øget behov for hurtig og fleksibel omstilling af produktionsprocesser
- Fortsat pres for reduktion af produktionsomkostninger
- Omstilling til produktion af elbiler i bilindustrien
- Voksende global økonomi og forbrug af elektronik, materialer, fødevarer mv.
- Stigende levealder og sundhedsudgifter.

#### Afgørende fremadrettede krav til den danske robotklynge

Den globale vækst og udvikling vil bl.a. påvirke og præge den danske robotklynge på følgende måder:



- Robotområdets vækstpoteentiale er velkendte, og selvom efterspørgslen vil stige, kan der samtidig forventes **øget global konkurrence** både på pris og funktionalitet
- Behovet for forskning, udvikling og **innovation der kan omsættes til nye kommercielle løsninger på brugernes og industriens behov**, vil stige i takt med den øgede globale konkurrence og teknologiske udvikling. Og det gælder både i forhold til at udvikle nye applikationsområder til de kollaborative industrirobotter – da den globale priskonkurrence på hardwaren vil stige – og inden for de spirende vækstområder som fx de professionelle sundheds- og velfærdsrobotter
- Det vil opstå et (endnu) større **behov for adgang til kompetencer inden for it og digitalisering** og et (fortsat) tæt samspil mellem producenterne og integratorerne i forhold til at **levere helhedsløsninger** og ikke kun "hardware"
- Behovet for **adgang til samarbejdspartnere** i andre lande og inden for andre sektorer vil vokse både med henblik på at udvikle nye og innovative løsninger, få bedre markedsadgang samt forståelse for de lokale behov og de regulatoriske og kommercielle markedsforhold
- Stigende krav til løsninger der **understøtter FN's verdensmål** og overholder dataetiske retningslinjer.

#### Forskningsmæssige og tekniske vækstdrivere



- Øget funktionalitet og flere anvendelsesmuligheder. Herunder udvikling af nye applikationsområder
- Øget brugervenlighed og nemmere at programmere og integrere robotterne fleksibelt i forhold til eksisterende processer og arbejds gange (plug and play)
- Større drifts- og kvalitetssikkerhed
- Faldende omkostning per robotenhed
- Mere digitale og intelligente robotter der selv kan lære og gennemføre optimeringer baseret på AI og datadeling via cloud løsninger og machine learning blandt robotter, der udfører samme typer af opgaver. Såkaldt "Cloud Robotics".

# 3. Globale vækstperspektiver på robotområdet – potentialer for den danske klynge

De globale megatrends og vækstprognoser for robotområdet giver en klar indikation af, at der fremadrettet fortsat er store vækstpotentialer for den danske robotklynge både inden for de eksisterende styrkepositioner og de spirende vækstområder.

På denne side er der sammenfattet en række forskellige strategiske veje til, hvordan den danske robotklynge kan udnytte de globale vækstpotentialer bedst muligt. Foruden eksisterende studier og analyser på området er datagrundlaget baseret på interview med en række førende danske og internationale eksperter (jf. bilag).

## Skalering af eksisterende styrkepositioner inden for kollaborative industrirobotter



Det fremstår som et åbenlyst potentiale for den danske robotklynge at fortsætte udviklingen og skaleringen af salget af kollaborative industrirobotter til det globale segment af små og mellemstore virksomheder. Dette marked forventes at vokse markant, og det vurderes samtidig, at det eksisterende globale marked blandt små og mellemstore virksomheder langt fra er mættet.

Det kræver typisk samarbejde med lokale partnere og distributører at få skabt adgang til de relevante målgrupper og virksomhedssegmenter, men i lyset af de globale vækstprognoser for de kollaborative industrirobotter fremstår det som åbenlyst fremadrettet potentiale, at fortsætte den teknologiske udvikling og markeds-mæssige skalering af salget til smv-segmentet.

## Udvikling af nye applikationsområder for de kollaborative industrirobotter



Vækstpotentialet for de kollaborative industrirobotter knytter sig i høj grad også til udvikling af nye anvendelsesmuligheder, der gør robotterne i stand til at varetage stadig mere komplekse, agile og krævende processer. Inden for metal og maskinindustrien kan det fx handle om svejsning og samling af komponenter frem for blot at håndtere og flytte fysiske elementer.

Udvikling af nye applikationsområder og anvendelsesmuligheder vil således i høj grad kunne være med til at øge efterspørgslen og væksten for de kollaborative industrirobotter både blandt nye og eksisterende globale kundesegmenter.

## Udvikling af industrirobotter målrettet kliniske processer



Eksisterende fremtidsstudier og vækstprognoser peger på, at der kan være et uudnyttet vækstpotentiale inden for fx fødevarer- og medicinalindustrien, hvor der er store kliniske og regulatoriske krav til produktionsprocesserne om tests, dokumentation og certificering.

Og Danmark har historisk set også en stærk position inden for automationsløsninger til fødevarerindustrien.

Det betyder, at der kan være et potentiale for den danske robotklynge i forhold til at udvikle nye og innovative automatiseringsløsninger fx i samarbejde med nogle af de store internationale leverandører af produktionsanlæg inden for life science og fødevarerområdet.

## Udvikling af spirende vækstområder inden for professionelle servicrobotter



Der er som vist på de forudgående sider store fremadrettede vækstforventninger til de professionelle servicrobotter (inkl. droner), og i særdeleshed inden for sundheds- og velfærdssområdet, hvor robotteknologien og vækstpotentialet stadig kan betegnes som spirende.

Generelt er der fortsat behov for yderligere innovation samt teknologisk og kommerciel udvikling inden for området, men den danske robotklynge vurderes at stå i en god position i forhold til at udnytte de fremadrettede potentialer og muligheder inden for det spirende vækstområde.

Det knytter sig bl.a. til, at der gennem de seneste år er kommet en stigende andel af iværksættere og nyetablerede virksomheder i den danske robotklynge, der arbejder med professionelle servicrobotter. Og samtidig eksisterer der allerede førende producenter (Blue Ocean Robotics) af professionelle servicrobotter til sundheds- og velfærdssektoren.

Fremadrettet vil den danske robotklynge derfor kunne stå stærkt, hvis de eksisterende tekniske og kommercielle kompetencer kan udnyttes og udbredes til at det stigende antal af nye virksomheder i klyngen, der arbejder med professionelle servicrobotter. Herunder fx også inden for landbrug, logistik og droner til inspektion, overvågning og transport.



## 4. Benchmark af den danske robotklynge

### Hovedpointer

- Den danske klynge og styrkeposition inden for robotområdet er relativ ny i sammenligning med de førende udenlandske regioner og virksomheder.
- Udviklingen af en egentlig dansk robotklynge og spirende styrkeposition begyndte først i starten af 00'erne, hvorimod afsættet for robotklyngerne i fx Sverige, Tyskland og Italien startede tilbage i 1970'erne, hvor det udsprang af en tæt tilknytning til bilindustrien.
- Sammenlignet med de øvrige lande og regioner har robotområdet i Danmark og den danske robotklynge oplevet en ekstraordinær stor vækst gennem de seneste år. Det hænger både sammen med klyngens alder, og at Danmark har skabt en specialiseret styrkeposition inden for de robotområder, der oplever en særlig stor global vækst.
- Udviklingen af den danske styrkeposition afspejler sig ikke kun i de økonomiske og kommercielle nøgletal. Antallet danske forskningsartikler inden for robotområdet er også øget markant gennem de seneste år og kommer især fra SDU og AAU.
- Især inden for det forskningsområde der omfatter industrirobotter står Danmark stærkt, og i 2018 blev der for første gang publiceret flere videnskabelige forskningsartikler fra Danmark end fra Sverige og Holland. Kvaliteten af den danske forskning på dette område ligger desuden over verdensgennemsnittet.
- Samlet set viser analysen således, at den danske "fødekæde" i forhold til at levere ny forskning og viden, som kan omsættes til innovative kommercielle løsninger, også er blevet styrket gennem de seneste år.

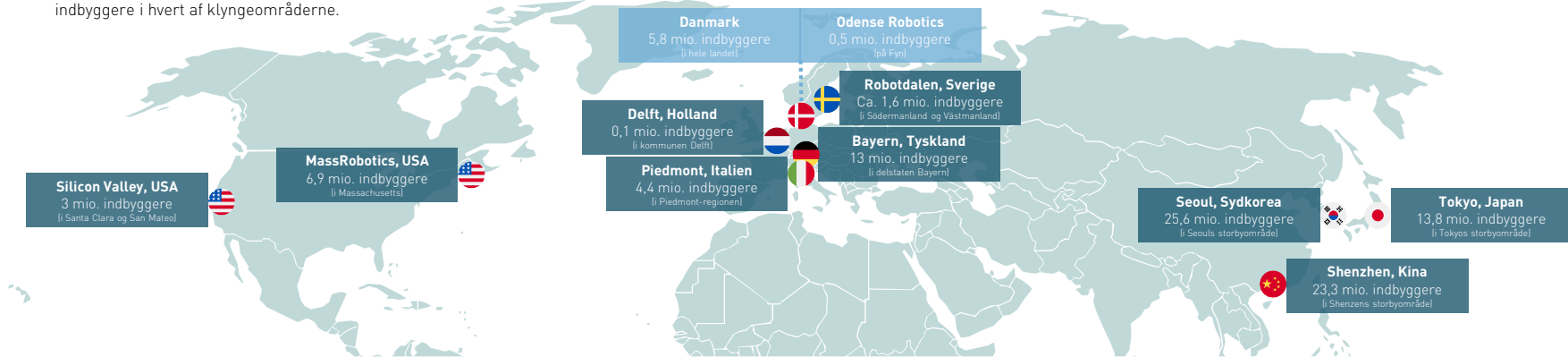
## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

I dette kapitel bliver den danske robotklynge sammenlignet med nogle af de største og mest tonegivende robotklynger i verden. De udenlandske robotklynger og regioner er blevet udvalgt ud fra et kriterie om, at der skal være en vis sammenlignelighed i deres profil i forhold til den danske robotklynge, og at de både skal omfatte virksomheder inden for industri- og servicebotter.

Kortet herunder viser de ni udvalgte klynger/regioner samt den geografiske afgrænsning og antallet af indbyggere i hvert af klyngeområderne.

På den næste side bliver der givet en kort beskrivelse af de enkelte klyngers profil og historie, inden der bliver dykket nærmere ned i sammenligningen med den danske robotklynge. Der er som bilag vedlagt en detaljeret oversigt over datakilderne bag de enkelte klyngebeskrivelser.

I den lyseblå tekstboks er der præsenteret en kort opsummering af de særlige kendetegn ved den danske robotklynge i forhold til de udenlandske klynger.



Sammenlignet med de udenlandske robotklynger er den danske klynge bl.a. karakteriseret ved følgende:

- Klyngen er ung og ikke bundet op på bestemte industrier eller enkelte multinationale selskaber (fx bestemte bilproducenter).
- Klyngen har et stærkt økosystem, og udviklingen og væksten er i høj grad drevet af et stærkt samarbejde både mellem forskellige virksomheder, forskningsmiljøer og klyngeorganisationer. I forhold til at udvikle og forfølge en eksplicit vækststrategi inden for robotområdet fremstår Danmark således meget langt i forhold til andre stærke robotregioner.
- Klyngen har en klar styrkeposition og et fortsat vækstpotentiale inden for cobots, hvor den internationale efterspørgsel forventes at fortsætte med at stige kraftigt.

## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

### Robotdalen, Sverige

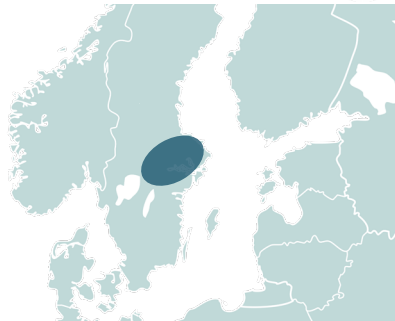


#### Væsentlige virksomheder

ABB Robotics (industri/cobots)  
Atlas Copco (industri)  
ESAB (industri)  
Giraff (sundhed)

#### Væsentlige videninstitutioner

Örebro Universitet  
Mälardalen Högskola  
ABB Corporate Research



### Historie og styrkeområder

Sveriges historik med robotteknologi kan dateres tilbage til 1974, hvor ASEA (i dag ABB) konstruerede en af verdens første kommercielle industrirobotter. I 2003 blev Robotdalen grundlagt i en sammenslutning af universiteter (Mälardalen Högskola og Örebro Universitet), en lang række virksomheder (herunder Volvo og ABB), samt en række kommuner, regioner og hospitaler. Områdets robotsektor er kendetegnet ved nærhed til bilindustrien og Volvo, som danner fundamentet for områdets robotindustri sammen med store virksomheder som ABB, Atlas Copco og ESAB.

Robotdalen har især kernekompetencer inden for fire områder:

- Industrirobotter, herunder især inden for bilindustrien
- Logistikrobotter, fx til at flytte hospitalssenge på sygehusgangene
- Feltrobotter, fx til minedrift
- Sundhedsrobotter, fx inden for ældrepleje

### Bayern, Tyskland

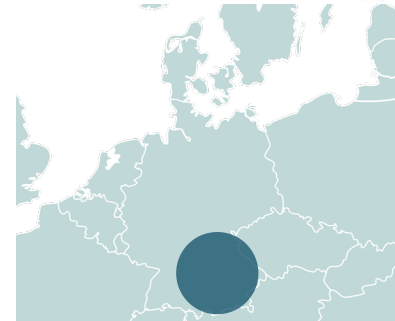


#### Væsentlige virksomheder

KUKA (industri/sundhed/cobots)  
TGW Logistics (logistik/industri)  
SCHUNCK (industri/cobots)

#### Væsentlige videninstitutioner

Technische Universität München  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt  
Technische Universität Darmstadt (Hesse)  
Karlsruher Institut für Techn. (Baden-Württ.)



### Historie og styrkeområder

Tyskland er Europas største robotnation, og det er særligt Bayern, der er førende inden for forskning og produktion af robotter. Regionens historie med robotteknologi kan føres tilbage til 70'erne, hvor KUKA, der tidligere var producent af maskiner og offentlige transportmidler, begyndte at producere industrirobotter. Da både BMW, Audi, MAN og Mercedes-Benz har fabrikker i området, har det historisk især været bilindustrien der har skabt vækst i robottefterspørgslen, men regionen producerer også mange andre typer industrirobotter.

Bayerns styrke inden for robotteknologi stammer især fra regionens tradition for stærk mekanik og en højt koncentreret softwareindustri. I Bayern ligger en række højt rangerede robotinstitutter, blandt andet på Technische Universität München, som er blandt Europas førende. Regionen har særlige kompetencer inden for:

- Industrirobotter, bl.a. til bilindustrien, og de senere år inden for kollaborative robotter.
- Professionelle robotter, særligt inden for medicin og logistik

I Tyskland som helhed var omkring 66.000 ansatte i robotindustrien i 2017, hvor tallet var ca. 43.000 i 2011. Det viser, at landet er blandt de største producenter i Europa.

## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

### RoboValley, Holland

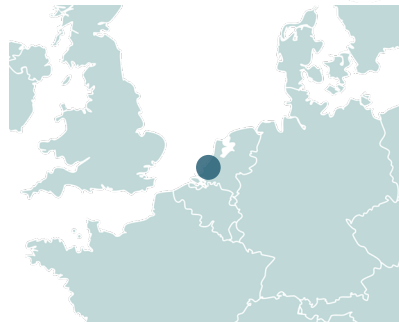


#### Væsentlige virksomheder

Penta Robotics (industri)  
ExRobotics (inspektion)  
Mythronics (inspektion)  
Delft Dynamics (droner)

#### Væsentlige videninstitutioner

TU Delft  
Universiteit Twente (Twente)  
TU Eindhoven (Eindhoven)



### Historie og styrkeområder

RoboValley blev oprettet i 2015 af Hollands største teknologiske universitet, TU Delft, med det formål, at styrke forbindelsen mellem universitetet og erhvervslivet inden for robotteknologi. Klyngen er relativt forskningstung, med over 170 robotforskere tilknyttet universitetets robotinstitut, der blev etableret i 2012 af computerforskere og maskiningeniører.

Klyngen huser i dag ca. 30 startup-firmaer inden for robotteknologi, samt en håndfuld større robotvirksomheder. Områdets robotforskning og -erhvervsliv har overordnet tre fokusområder, som kan betegnes som styrkepositioner:

- Industrirobotter, herunder kollaborative robotter
- Sværmerobotter, dvs. grupper af koordinerende robotter el. droner
- Arbejdsrobotter, fx til landbrug, inspektion og professionel rengøring

### Piedmont, Italien

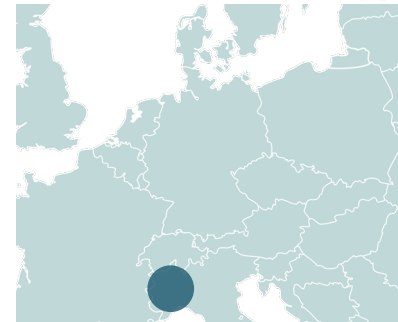


#### Væsentlige virksomheder

Comau (integrator)  
FIAT-Chrysler (biler)  
TAU Industrial Robotics (industri)

#### Væsentlige videninstitutioner

Politecnico di Torino  
Università di Torino  
Istituto Italiano di Tecnologia (Genoa)  
Università di Genova (Genoa)



### Historie og styrkeområder

Torino er hovedstaden i den italienske region Piedmont, hvori omkring 3/4 af Italiens robotindustri befinder sig, målt på omsætning og antal medarbejdere. Piedmont er førende i Italien inden for forskningsmidler og universitets-erhvervssamarbejde, og her ligger blandt andet Università di Torino og Politecnico di Torino, der udgør en vigtig del af robotområdet. Derudover er der mange produktionsvirksomheder i Norditalien, som de senere år har vist sig yderst parate til at implementere robotteknologi i mange forskellige sektorer.

Piedmont huser blandt andet en af verdens største robotintegratorer, Comau, der siden det blev oprettet som en del af FIAT i 1973, har spredt sig til mange dele af verden. Ellers er de fleste robotvirksomheder i regionen relativt små, hvilket også er typisk for den bredere kreds af produktionsvirksomheder i området.

Regionens styrkepositioner er inden for traditionelle industrirobotter, og særligt inden for plastik, laserskæring og svejsning. Der er ikke et fokus på kollaborative robotter, som kun udgør en meget lille del af robotproduktionen i området.

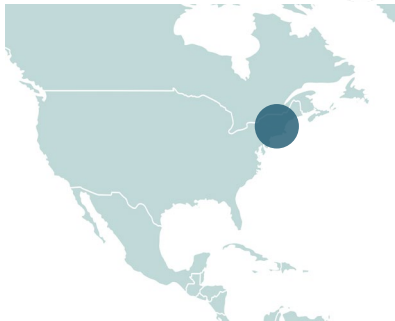
## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

### MassRobotics, MA



#### Væsentlige virksomheder

Brooks Automation (industri)  
iRobot (personlig rengøring)  
QinetiQ (forsvar)  
Boston Dynamics (humanoid/forsvar/redning)



#### Væsentlige videninstitutioner

Massachusetts Institute of Technology  
Harvard University  
University of Massachusetts

#### Historie og styrkeområder

MassRobotics-klyngen dækker staten Massachusetts, der udgør centrum for USA's robotsektor på østkysten. Statens robotsektor kan føres tilbage til 1960'erne, hvor et af verdens førende tekniske universiteter, MIT, oprettede en afdeling for kunstig intelligens. Universitetet affødte i 1990'erne blandt andet de centrale robotfirmaer i Boston Dynamics og iRobot. I dag huser klyngen desuden Teradyne, som i Danmark bedst er kendt som opkøberen af to af de hidtil største robotsucceser i Danmark: Universal Robots i 2015, og Mobile Industrial Robots i 2018. Samlet er der omkring 120 robotvirksomheder i området, der generelt er relativt store.

Massachusetts' robotforskning og -erhvervsliv er spredt på en lang række områder, men af de mest markante styrker kan nævnes følgende:

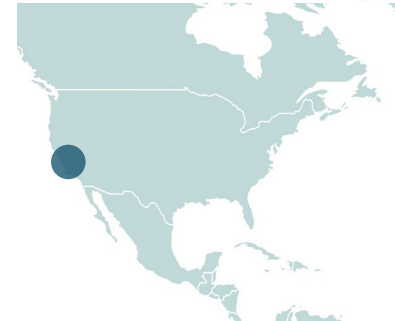
- Industrielle, kollaborative robotter. Udover Teradyne er også Rethink Robotics, en stor producent af førende kollaborative robotter, placeret i Boston
- Sundhedsrobotter, fx til transport af mad, medicin og medicinsk udstyr på hospitaler
- Logistikrobotter, især Amazons lagerrobotter
- Forsvarsrobotter, fx taktiske feltrobotter eller droner

### Silicon Valley Robotics, CA



#### Væsentlige virksomheder

Adept (industri)  
Bosch (service, logistik)  
Google (humanoid/industri/redning)  
X Development (diverse)



#### Væsentlige videninstitutioner

University of California at Berkeley  
Stanford University  
University of Southern California

#### Historie og styrkeområder

Verdens første multifunktionelle robot blev opfundet på Stanford Research Institute (SRI) i 1960'erne, hvilket sammen med afprøvning af månelandingskøretøjer og verdens første SCARA-robot, indledte robotproduktionen i Silicon Valley i Californien. For at skabe bedre sammenhæng mellem statens uddannelses- og forskningsinstitutioner og virksomheder, oprettede 30 virksomheder i 2010 klyngeorganisationen Silicon Valley Robotics, som kalder sig selv verdens største robotklynge med sine 325 startups og 660 investorer.

Af markante virksomheder i området, kan nævnes Bosch, Adept, SRI International og Google Robotics/Alphabet. Sidstnævnte har de senere år gennemført en lang række opkøb. Silicon Valleys robotområde består hovedsageligt af servicerobotter, og særligt inden for:

- Hjemmerobotter
- Logistikrobotter
- Sundhedsrobotter, fx til kirurgi

På grund af områdets begrænsede fokus på industrirobotter, er kollaborative robotter ikke et prioriteret felt i området.

## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

### Seoul, Sydkorea



#### Væsentlige virksomheder

Samsung (industri)  
LG (industri)  
Hyundai Robotics (industri/rengøring)  
Rainbow Robotics (medicin/cobots)

#### Væsentlige videninstitutioner

Seoul National University  
Advanced Institute of Science and Technology  
Hanyang University



#### Historie og styrkeområder

Sydkorea har flest industrirobotter i verden pr. medarbejder i fremstillingssektoren, men landet er også langt fremme i produktionen af robotter. Kort efter årtusindskiftet blev robotproduktion udpeget som et hovedområde for fremtiden, og siden da er landets produktion af robotter mere end fordoblet. Området har passet fint i forlængelse af landets styrker inden for ICT, elektronik og biler, hvor især LG, Samsung, Hyundai og KIA er store aktører. Samtlige af disse har hovedkvarter i Seoul, hvor også robotsektoren er størst i Sydkorea.

Seouls styrker inden for robotteknologi drejer sig især om:

- Bilindustrirobotter, typisk hvor bilfirmaerne ikke selv udvikler robotterne
- Fremstillingsrobotter til ITC- og elektronikindustrien
- Rengøringsrobotter, både til professionel og personlig brug
- Inspektionsrobotter, fx til monitorering af vejvedligehold

Derudover er produktionen af kollaborative robotter voksende, og en klar prioritet for området fremover.

### Tokyo, Japan



#### Væsentlige virksomheder

FANUC (industri)  
Toyota (biler)  
Honda Robotics  
SoftBank Robotics

#### Væsentlige videninstitutioner

University of Tokyo  
Tokyo Institute of Technology  
Waseda University



#### Historie og styrkeområder

Japans robotsektor har historisk været førende i verden. Landets patentansøgninger og antal virksomheder i sektoren toppede i 1990'erne, men i løbet af de sidste 10-15 år er Japan blevet indhentet af resten af verden. Japan står dog stadig for en stor del af verdens produktion af industrirobotter. Det skyldes ikke mindst et hjemmemarked, der historisk har været på forkant med robotinnovationen bl.a. på grund af den omfattende bilindustri, hvor Toyota, Nissan og Honda er markante aftagere af robotter. Tokyo står for en særlig stor del af Japans robotsektor.

Tokyo har produktion af alle former for robotter. Der er dog især fokus på:

- Bilindustrirobotter, som bilfirmaerne historisk i høj grad selv har udviklet
- Fremstillingsindustrien, herunder en del inden for kollaborative robotter
- Sundhed, fx flytning af patienter
- Inspektions- og redningsrobotter til overvågning og undsætning i forbindelse med naturkatastrofer mv.

## 4. Benchmark af den danske robotklynge – introduktion til de udenlandske klynger

### Shenzhen, Kina



#### Væsentlige virksomheder

DJI (droner)  
Han's Robot (industri/cobots)  
Jasic (industri)  
Adtech (industri)  
TC Robotics (industri/cobots)

#### Væsentlige videninstitutioner

South China University of Technology  
Chinese University of Hong Kong (Hong Kong)



### Historie og styrkeområder

Shenzhen er vokset fra et befolkningstal på 30.000 i 1970'erne til 12,5 mio. i 2019. Områdets produktion har traditionelt bestået af elektronik – 90 pct. af verdens elektronik som smartphones og fjernsyn er produceret i og omkring Shenzhen.

Robotsektoren er ligeledes vokset markant, til i dag at bestå af ca. 600 firmaer, hvor det før 2010 var færre end 60. Årsagen til eksplosionen i robotindustrien er først og fremmest den kinesiske regerings fokus på at gøre regionen central for landets robotproduktion. Dette begyndte med Kinas medium- og langsigtede plan for bl.a. AI og robotter i 2006, men er siden blevet udbygget med yderligere indsatsplaner. Kina har bl.a. et mål om i 2025 at være verdensførende inden for produktion af industrirobotter, med 70 procent af den globale produktion

I dag har området især mange industrirobotproducenter, der udgør ca. 75 pct. af virksomhederne. Servicerobotproduktionen har dog også været stigende de senere år. Området huser verdens største droneproducent, DJI, der har en markedsandel på hele 74 pct. på verdensplan inden for dronemarkedet. De seneste 2-3 år har der været et stigende fokus på kollaborative robotter, hvor bl.a. Han's Robot og TC Robotics er begyndt at producere til især det kinesiske marked. Disse robotter er i høj grad inspireret af Universal Robots' modeller.

*"A lot of applications demand robots that have a better understanding of humans. I have been surprised to see how many sectors cobots can grow bigger in. All types of factories and fields have had an increased awareness of and wish for these types of robots."*

- Andrea Maria Zanchettin, Assistant Professor  
Politecnico di Milano

*"Denmark excels in computer science, which plays very well with the megatrends. Robotics focus is evolving rapidly from its origin as a mechanical-centered business, with functionality and added-value quickly migrating from hardware to software. Odense is small but still big enough to impose its' own platform and ecosystem"*

- Mirko Bordignon, Ph.d.  
Fraunhofer IPA



## 4. Benchmark af den danske robotklynge – eksport

### Eksport af industrielle robotter, andel og indeks 2014-18

#### Beskrivelse af data

I figurerne til højre sammenlignes tilgængelige og internationalt sammenlignelige tal for eksporten af industrielle robotter i Danmark samt de otte lande, der huser sammenligningsklyngerne.

I figur 23 vises andelen af eksporten, hvor de ni lande tilsammen giver 100 pct. i henholdsvis 2014 og 2018. I figur 24 vises et indeks for eksporten, hvor 2014 er sat til 1.

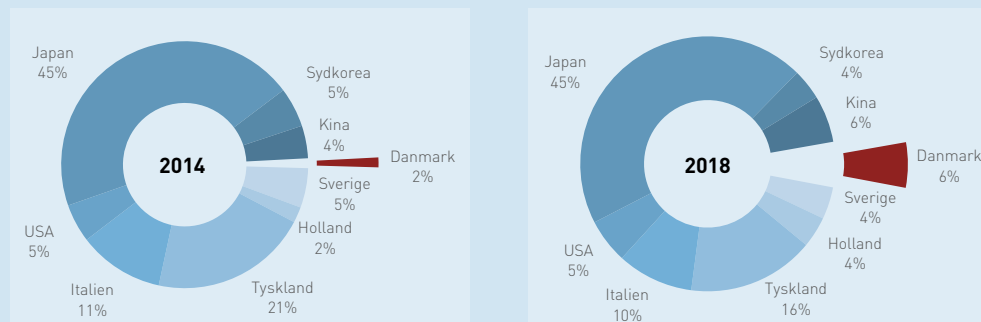
Figur 23 viser, at Danmark i 2014 tegnede sig for to pct. af den samlede eksport af industrirobotter fra de ni lande.

Som det ses i begge figurer, er der siden 2014 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.

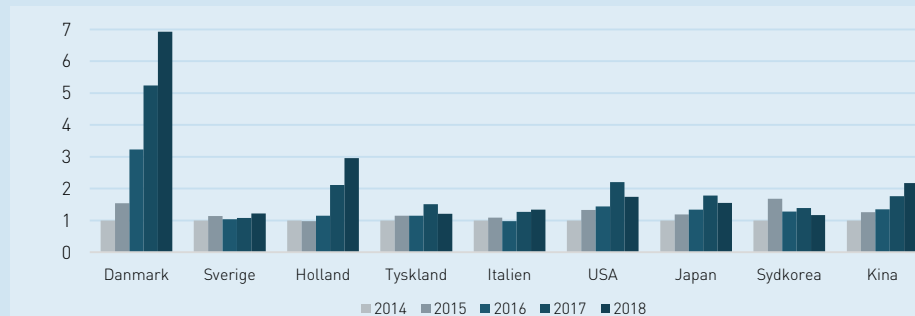
Danmarks eksport af industrielle robotter var på grund af væksten i 2018 større end eksporten fra henholdsvis Sverige og Holland.

Stigningen skal ses i lyset af væksten i store robotvirksomheder i Danmark i denne periode, samt Danmarks position som et lille land. Mange af de større nationer, fx USA, Kina og Sydkorea, har et enormt hjemmemarked, som aftager næsten hele produktionen af robotter. Samtidig har Danmark de senere år produceret en række særegne industrirobotter, som ikke i begyndelsen var sammenlignelige med robotter i de importerende landes hjemmemarkeder.

Figur 23. Fordelingen af den samlede eksport af industrielle robotter fra de ni lande i 2014 og 2018



Figur 24. Indeks for udviklingen i eksporten af industrirobotter i de ni lande, 2014-18



## 4. Benchmark af den danske robotklynge – forskning

I den følgende præsenteres en bibliometrisk benchmarkanalyse af Danmarks robotforskning målt op mod sammenligningslandene. Benchmarkanalysen viser udviklingen i omfanget og kvalitetsniveauet for den danske forskning inden for robotteknologi.

Datagrundlaget er den internationale forskningsdatabase Scopus, der kategoriserer og præsenterer forskningspublikationer fra hele verden. I databasen er der såkaldte "emneklynger", som grupperer publikationer med emner, der ofte findes i de samme publikationer. Disse bruges som forskningsområder i analysen. Der er særligt to forskningsområder, der er væsentlige for robotteknologi. De to emneklynger er præsenteret i de mørkeblå tekstbokse. De er ikke overlappende, og har hver unikke underkategorier. Analysen af hvert område bygge på to indikatorer. Den ene handler om volumen, mens den anden handler om kvalitet. De er nærmere beskrevet i de lyseblå tekstbokse.

Begge mål er bredt anerkendt, og til sammen siger de noget om forskningens styrke målt kvalitativt og kvantitativt. Mens udviklingen af volumen vises fra 2013 til 2018 for landene, vises kvalitetsmålet blot som en gennemsnitlig score for hele perioden.

Det bemærkes, at de to forskningsområder ikke stemmer overens med overområdet "Computervidenskab og robotter"<sup>1</sup>, der dækker væsentligt bredere, og hvor Danmark har en betydelig styrkeposition.

### Kvantitet – Volumen

Måler antallet af artikler der er produceret inden for forskningsområdet på forsknings- og videninstitutioner i landet.

Udviklingen vises fra 2013 til 2018, med henblik på at vise væksten eller faldet i de forskellige landes volumen.

### Kvalitet – Citationsindeks

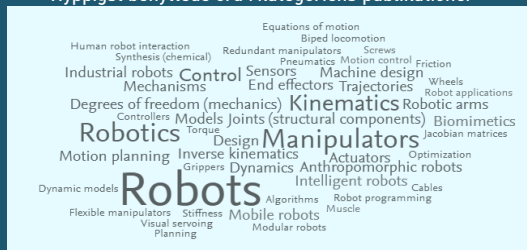
Måler kvaliteten af artiklerne.

Citationsindekset er et tal for, hvor ofte artiklerne er blevet citeret i forhold til verdensgennemsnittet, der svarer til et værdi på 1. Fx er 2 lig dobbelt så mange citeringer som gennemsnittet på verdensplan.

### Forskningsområde 1: Robots, Robotics, Manipulators

Kategorien befinder sig inden for grænselandet mellem computerteknologi, ingeniørvidenskab og fysik, samt hvordan robotter kan "manipulere" elementer i den fysiske verden, dvs. det fysiske en robot kan gøre, og relaterer sig derfor hovedsageligt til industrielle robotter – både traditionelle og kollaborative. Publikationerne handler ofte om mekaniske funktioner, sensorer, kontrol og bevægelse.

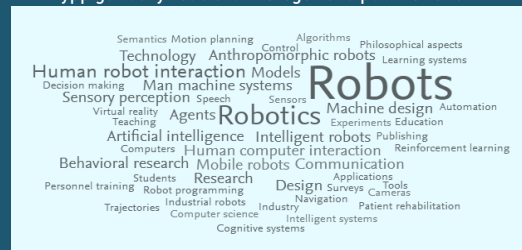
#### Hyppigst benyttede ord i kategoriens publikationer



### Forskningsområde 2: Robots, Robotics, Human robot interaction

Kategorien handler om computerteknologi, software og interaktion med mennesker. Der er fokus på hvordan robotter kommunikerer og lærer i forhold til omskiftelige omgivelser. Kategorien relaterer sig derfor hovedsageligt til servicerobotter inden for både de logistiske typer, men også de typer, der i højere grad arbejder med mennesker.

#### Hyppigst benyttede ord i kategoriens publikationer



<sup>1</sup>) Dette område benyttes bl.a. i IRIS Group (2019): "Danske styrker inden for forskning, teknologi og uddannelse"

## 4. Benchmark af den danske robotklynge – forskningsområde 1

På denne side vises antallet af forskningspublikationer inden for det første forskningsområde, der blev præsenteret på forrige side. Tabel 5 viser antallet af årlige forskningspublikationer fra sammenligningslandene i perioden fra 2013 til 2018. Nedenfor vises samme fordeling, men opgjort pr. 1 mio. indbyggere i figur 25 samt som indeks i figur 25, hvor 2013 er sat som referenceåret.

Samlet set kan det ses, at Danmark i 2013 lå forholdsvis lavt inden for forskningsområde 1 sammenlignet med de øvrige lande, men at Danmark gennem de seneste år har oplevet en markant vækst i antallet af forskningspublikationer på området. Det vidner om, at robotforskning er et ungt forskningsområde i Danmark med stor vækst, og at det tager tid at opbygge et internationalt forskningsnetværk mv.

Danmark er således gået fra at være et af de lande med færrest forskningspublikationer pr. indbygger i 2013, til at have markant flere end alle de øvrige lande i 2018. Tydeligst ses stigningen i figur 26, der viser en firdobling i antallet af forskningspublikationer fra Danmark, mens de øvrige lande ikke har oplevet særlige stigninger. Og tabel 5 viser, at Danmark også i absolutte tal for første gang ligger foran både Sverige og Holland i 2018.

Citationsindekset viser, at Danmark, på trods af færre artikler generelt, kvalitetsmæssigt ligger på niveau med de øvrige lande, på nær Italien, der ligger noget højere, og Asien, der ligger markant lavere.

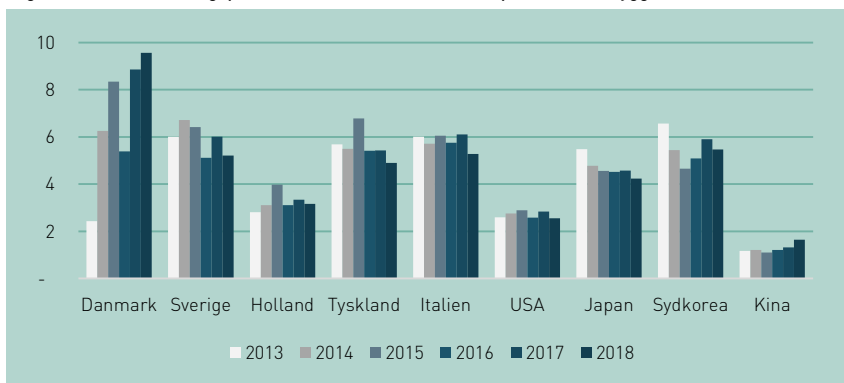
Tabel 5. Antal forskningspublikationer 2013-18

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Danmark	14	36	48	31	51	55
Sverige	60	67	64	51	60	52
Holland	48	53	68	53	57	54
Tyskland	468	452	558	445	447	403
Italien	356	339	359	341	362	313
USA	847	900	946	844	926	833
Japan	697	608	580	575	581	538
Sydkorea	336	278	238	260	302	280
Kina	1.662	1.703	1.558	1.719	1.860	2.323

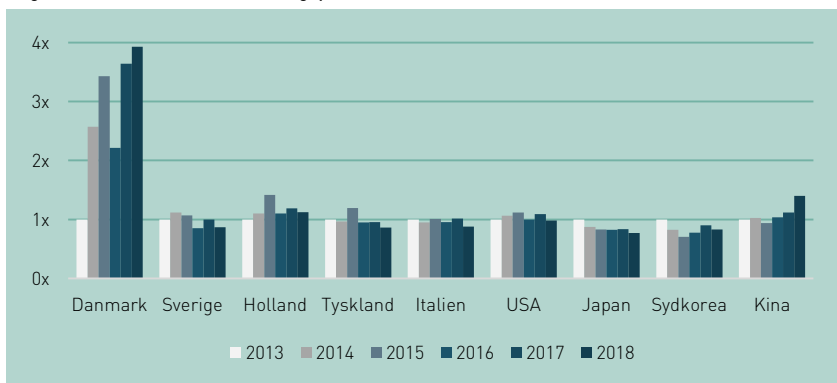
Tabel 6. Citationsindeks 2013-18

	Citationsindeks
Danmark	1,45
Sverige	1,55
Holland	1,38
Tyskland	1,49
Italien	1,94
USA	1,59
Japan	0,76
Sydkorea	0,70
Kina	0,62

Figur 25. Antal forskningspublikationer inden for området pr. 1 mio. indbyggere, 2013-18



Figur 26. Indeks for antal forskningspublikationer inden for området, 2013-18



## 4. Benchmark af den danske robotklynge – forskningsområde 2









På denne side vises antallet af forskningspublikationer inden for det andet forskningsområde. Tabel 7 viser fordelingen af publikationer blandt sammenligningslandene over tid. Nedenfor vises samme fordeling, men opgjort pr. 1 mio. indbyggere i figur 27 samt som indeks i figur 28, hvor 2013 er sat som referenceåret.

Tabel 7 viser, at Danmark ligeledes på dette område har oplevet en relativ stor stigning i antal publikationer. Stigningen har dog ikke været lige så markant som på område 1, og Danmark har færre publikationer end de øvrige lande.

Men figur 27 viser, at Danmark har en høj andel publikationer målt pr. indbygger. Her ligger Danmark blandt de tre øverste, dog med noget afstand op til Sverige. Figur 28 viser desuden, at den danske udvikling har været blandt de mest stigende, mens der dog var et betydeligt fald fra 2017 til 2018.

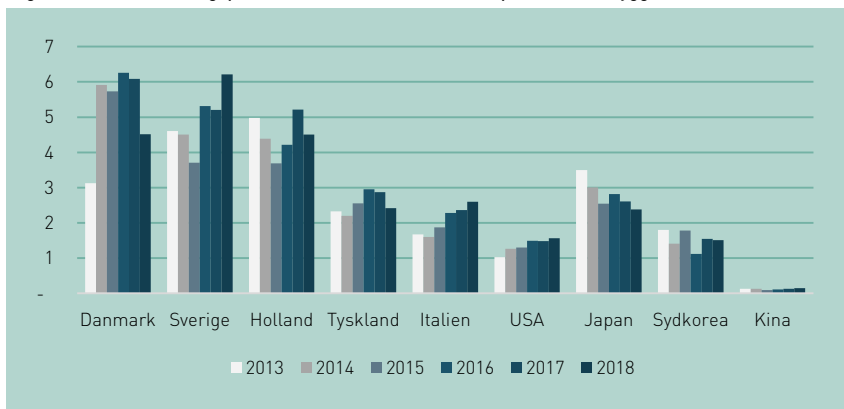
Citationsindekset viser, at Danmarks niveau svarer til verdensgennemsnittet, men ligger under USA og de andre europæiske lande, som indgår i sammenligningen, når det kommer til kvalitet. Det asiatiske gennemsnit er dog endnu lavere. Det er en forskel fra det forskningsområde 1, hvor Danmark lå pænt på niveau med sammenligningslandene USA og inden for Europa.

Tabel 7. Antal forskningspublikationer 2013-18

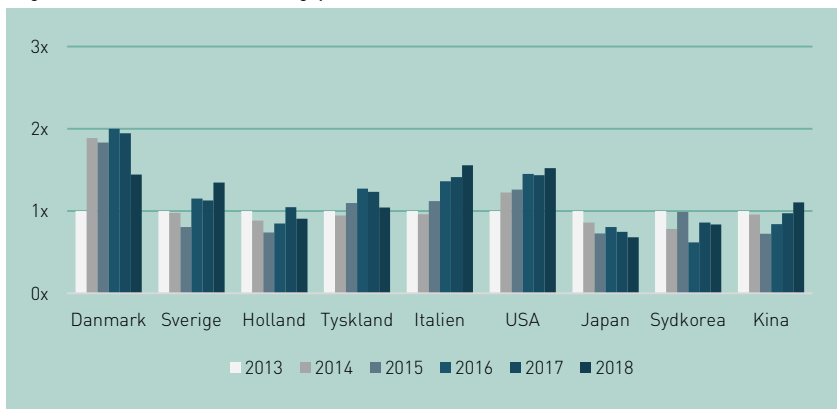
	2013	2014	2015	2016	2017	2018		Citationsindeks
 Danmark	18	34	33	36	35	26	Danmark	1,01
 Sverige	46	45	37	53	52	62	Sverige	1,41
 Holland	85	75	63	72	89	77	Holland	1,49
 Tyskland	191	181	210	243	236	199	Tyskland	1,42
 Italien	99	95	111	135	140	154	Italien	1,46
 USA	336	412	424	488	483	511	USA	1,74
 Japan	445	382	324	358	332	303	Japan	0,70
 Sydkorea	92	72	91	57	79	77	Sydkorea	0,63
 Kina	182	174	132	153	177	201	Kina	0,66

Tabel 8. Citationsindeks 2013-18

Figur 27. Antal forskningspublikationer inden for området pr. 1 mio. indbyggere, 2013-18




Figur 28. Indeks for antal forskningspublikationer inden for området, 2013-18




## 4. Benchmark af den danske robotklynge – fordeling på videninstitutioner


Herunder vises fordelingen af forskningspublikationer på de tre mest repræsenterede videninstitutioner for hvert land samt for hvert af de to forskningsområder. Samtidig er der angivet, hvorvidt institutionen vurderes at være geografisk i nærheden af klyngen – relativt set. Optællingen viser blandt andet, at Danmarks robotforskning er meget centreret omkring 2-3 videninstitutioner – kun 20 pct. af publikationerne er fra institutioner uden for landets top 3.

	Område 1	Område 2	Total
<b>Syddansk Universitet</b>	96 (41%)	49 (27%)	145 (35%)
<b>Aalborg Universitet</b>	86 (37%)	50 (27%)	136 (33%)
<b>DTU</b>	30 (13%)	22 (12%)	52 (12%)
<b>Øvrige</b>	23 (10%)	61 (34%)	84 (20%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>TU München</b>	359 (13%)	86 (7%)	445 (11%)
<b>RWTH Aachen</b>	103 (4%)	166 (13%)	269 (7%)
<b>DLR</b>	226 (8%)	24 (2%)	250 (6%)
<b>Øvrige</b>	2.085 (75%)	984 (78%)	3.069 (76%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>University of Tokyo</b>	326 (9%)	105 (5%)	431 (8%)
<b>Osaka University</b>	194 (5%)	186 (9%)	380 (7%)
<b>Waseda University</b>	192 (5%)	100 (5%)	292 (5%)
<b>Øvrige</b>	2.867 (80%)	1.753 (82%)	4.620 (81%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>Kungliga Tekniska</b>	121 (34%)	51 (17%)	172 (27%)
<b>Chalmers Tekniska</b>	46 (13%)	37 (13%)	83 (13%)
<b>Lund Universitet</b>	62 (18%)	20 (7%)	82 (13%)
<b>Øvrige</b>	125 (35%)	187 (63%)	312 (48%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>Istituto Italiano di Tecnologia</b>	555 (27%)	65 (9%)	620 (22%)
<b>Politecnico di Milano</b>	142 (7%)	71 (10%)	213 (8%)
<b>Università di Genova</b>	148 (7%)	54 (7%)	202 (7%)
<b>Øvrige</b>	1.225 (59%)	544 (74%)	1.769 (63%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>Advanced Inst. of Science and Tech</b>	209 (12%)	75 (16%)	284 (13%)
<b>Seoul National University</b>	215 (13%)	30 (6%)	245 (11%)
<b>Hanyang University</b>	144 (9%)	15 (3%)	159 (7%)
<b>Øvrige</b>	1.126 (66%)	348 (74%)	1.474 (68%)


  

	Område 1	Område 2	Total
<b>TU Delft</b>	133 (40%)	94 (20%)	227 (29%)
<b>Twente Universiteit</b>	92 (28%)	96 (21%)	188 (24%)
<b>TU Eindhoven</b>	41 (12%)	85 (18%)	126 (16%)
<b>Øvrige</b>	67 (20%)	186 (40%)	253 (32%)

	Område 1	Område 2	Total
<b>Carnegie Mellon University</b>	308 (6%)	120 (5%)	428 (5%)
<b>MIT</b>	230 (4%)	126 (5%)	356 (4%)
<b>Georgia Institute of Technology</b>	179 (3%)	114 (4%)	293 (4%)
<b>Øvrige</b>	4.579 (86%)	2.294 (86%)	6.873 (86%)

	Område 1	Område 2	Total
<b>Chinese Academy of Sciences</b>	721 (7%)	53 (5%)	774 (7%)
<b>Ministry of Education China</b>	657 (6%)	43 (4%)	700 (6%)
<b>Tsinghua University</b>	565 (5%)	29 (3%)	594 (5%)
<b>Øvrige</b>	8.882 (82%)	894 (88%)	9.776 (83%)

Geografisk i nærheden af de udvalgte klynger

# Bilag: Metode og datakilder

## Skittling kilder (tværgående)

- Dansk Metal (2018). Danmark i top 10 blandt robotnationer i verden.
- Distrelec Group, 2018: A Guide to Robotics and Automation
- FN, 2017: Trade and Development Report 2017
- IFR, 2018: Robots and the Workplace of the Future
- IFR, 2018: World Robotics 2018 Industrial Robots
- IFR, 2018: World Robotics 2018 Service Robots
- International Trade Center: Trade Map
- ISM Magazine, 2018: Reaping the Benefits of Robotics
- Keisner, Raffo & Wunsch-Vincent, 2016: Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property
- McKinsey & Co., 2017: Digitally-enabled automation and artificial intelligence: Shaping the future of work in Europe's digital front-runners
- McKinsey Global Institute, 2017: A Future That Works: Automation, employment and productivity
- Robotonomics, 2016: The facts about Co-Bot Robot sales
- Robotics Business Review, 2016: RBR50 2016 Names the Leading Robotics Companies of the Year
- Robotics Business Review, 2017: RBR50 2017 Names the Leading Robotics Companies of the Year
- Robotics Business Review, 2018: RBR50 2018 Names the Leading Robotics Companies of the Year
- RockEU, 2016: Updated Market Study on European Robotics
- Trading Economics: Denmark Labour Costs. <https://tradingeconomics.com/denmark/labour-costs>

## Interviewliste

- Andra Keay, Silicon Valley Robotics
- Andrea Maria Zanchettin, Politecnico di Milano
- Christian Hannibal, Dansk Industri
- Claus Risager, Blue Ocean Robotics
- Jade Le Maitre, HEASE Robotics
- Klaus Funk, ZD-B
- Mads Ingstrup, SDU
- Mikkel Christoffersen, Odense Robotics
- Mirko Bordignon, Fraunhofer IPA
- Muhammad Ali, VTT
- Ran Zhao, Innovation Center Denmark Shanghai
- Roi Rodríguez de Bernardo, FundingBox
- Tom Ryden, MassRobotics

## Fremgangsmåde til analysen af hjemtag fra Horizon 2020

Projekterne er identificeret med key words (robot/robotics, drone/drones og automation/automate) i EU's Cordis database. Søgningen (d. 4/4/2019) gav 227 projekter med dansk deltagelse. En gennemgang af summaries ift. sikring af at projekterne reelt lå indenfor emneområderne efterlod 103 projekter.

Disse er sammenkørt med EU Kommissionens database for individuelle organisationers hjemtag fra Horizon 2020 d. 4/4/2019. Dette betyder, at organisationer der fremgår af de identificerede lister med robotvirksomheder for hele landet og Odense Robotic partnere, som ikke har deltaget i de identificerede projekter vil ikke medgå i denne analyse. Analysen inkluderer kun projekter finansieret gennem Horizon 2020, dvs. at nationale programmer (f.eks. Innovationsfonden) og andre internationale programmer (f.eks. EuroStars) ikke er medtaget.

# Bilag: Metode og datakilder

## Robotdalen/Sverige

- Adam Hagman, 2018: Robotdalen
- Höglund, Caicedo & Mårtensson, 2014: Robotdalen Version 2.0 - Opportunities and Challenges from a Governance Perspective
- Robotdalen, 2013: Strategic Plan for Robotdalen 2013-2019
- Robotdalen, 2019: Verksamhetsberättelse 2018
- VINNOVA, 2010: From Robotdalen to Robot Valley - International evaluation of Robotdalen
- Västerås Stad, 2013: Beslut - Medfinansiering av projektet Robotdalen

## RoboValley/Holland

- Holland Robotics, 2018: Kansen voor de Nederlandse robotica
- SHADANA, 2016: Robotics in the Netherlands
- TU Delft Robotics Institute, 2017: Creating the Next-Generation Robots
- TU Delft Valorisation Centre, 2016: Smart robots from Delft conquer the world

## Bayern/Tyskland

- Dauth et. al., 2017: German Robots - The Impact of Industrial Robots on Workers
- Germany Trade & Invest, 2018: The Robotics & Automation Industry in Germany
- The Danish Trade Council, (web): Robotics in Southern Germany
- ZD.B., 2018: Künstliche Intelligenz und Robotik: Motor für Innovation

## Piedmont/Italien

- Compagnia di San Paolo, 2017: Digital Disruption and the Transformation of Italian Manufacturing
- European Commission, 2018: Regional Profiles Italy
- Invest in Turin and Piedmont, 2014: Robotics in Turin and Piedmont
- Piedmont Automation, 2016: Robotics and Vision: Forward for Piedmont Automation
- UCIMU, 2012: Rapporto Settore 2012
- UCIMU, 2017: Rapporto Settore 2017
- UCIMU, 2019: The Structural Characteristics of the Italian Machine Tool, Robot...

# Bilag: Metode og datakilder

## MassRobotics/USA

- ABI Research, 2016: The Massachusetts Robotics Cluster
- Biz Journals, 2018: The Largest Robotics Companies in Massachusetts
- Massachusetts Technology Leadership Council, 2009: Achieving Global Leadership - A Roadmap for Robotics in Massachusetts

## Silicon Valley Robotics/USA

- Bay Area Council Economic Institute, 2016: Reinventing Manufacturing
- Executive Office of the President, 2016: Artificial Intelligence - Automation, and the Economy
- Silicon Valley Robotics, 2019: Robotics in Silicon Valley 2020

## Seoul/Sydkorea

- Innovation Centre Denmark Seoul, 2018: Korean Robotics Market
- Innovation Centre Denmark Seoul, 2014: Robotics in Korea - Foresight & Commercial Potentials
- Innovation Centre Denmark Seoul, 2017: Korea - World Leading Robot Users
- IROBOT News, 2019: Robot Industry Survey in 2017 - Revenue and import/export trends
- KIRIA, 2019: Introduction on KIRIA & Korean Robot Industry

## Tokyo/Japan

- EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015: Robotics in Japan
- Orange Labs Tokyo, 2016: Japan Robot Market Overview
- The Headquarters for Japan's Economic Revitalization, 2015: New Robot Strategy

## Shenzhen/Kina

- Chinese Ministry of Industry and Information Technology, 2016: Robot Industry Development Plan
- Chinese Ministry of Industry and Information Technology, 2016: China Intelligent Manufacturing Industry Depth Research and Investment Forecast...
- Chinese Ministry of Industry and Information Technology, 2016: China Human-Computer Interaction Market Investment Analysis and Forecast...
- Ministry of Foreign Affairs of Denmark, 2019: Innovation and Start-up Ecosystem in Shenzhen



# IRISgroup



## **IRIS GROUP**

JORCKS PASSAGE, OPGANG 1B, 4. SAL

DK-1162 KØBENHAVN K

IRISGROUP@IRISGROUP.DK

WWW.IRISGROUP.DK