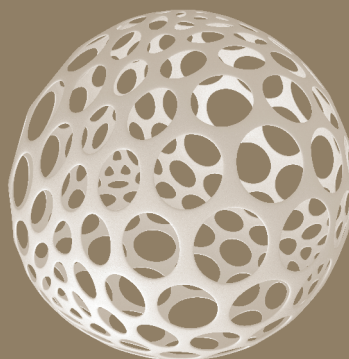
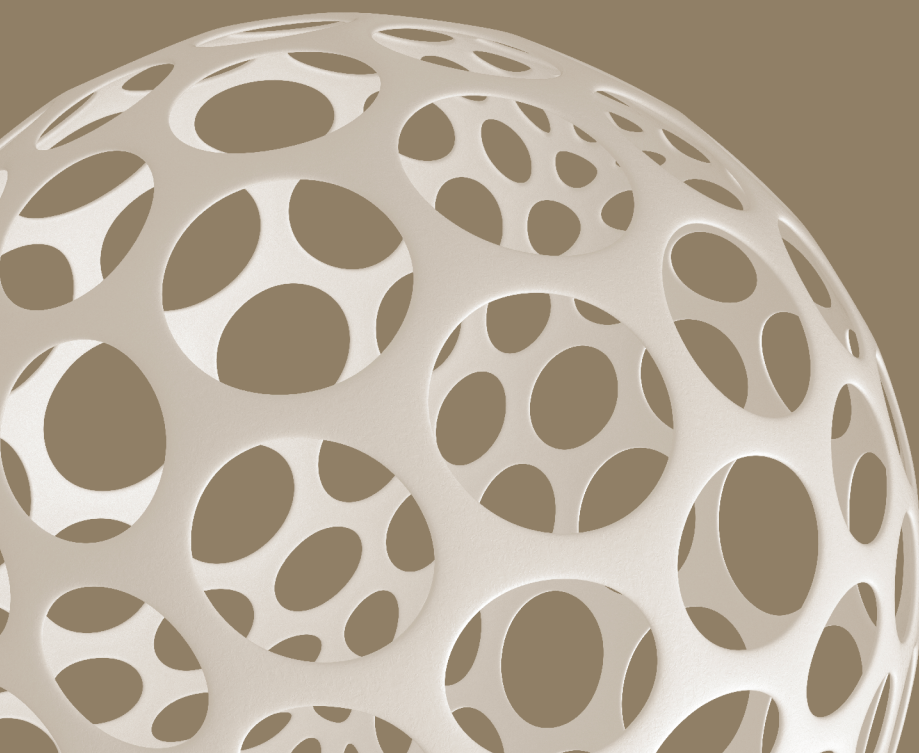




Additive Manufacturing

Potentiale til en bæredygtig fremtid

Dansk AM Rapport



Dansk
AM Hub

OM DANSK AM HUB

Dansk AM Hub er Danmarks nationale samlingspunkt for Additive Manufacturing.

Vores mål er at styrke dansk erhvervslivs konkurrenceevne ved at fremme brugen af Additive Manufacturing og 3D-print. Vores fokus er på små og mellemstore virksomheder og udvikling af nye forretningsmodeller, som kan føre til vækst, innovation og bæredygtige løsninger.

Dansk AM Hub er initieret og udviklet af Industriens Fond.

**INDUSTRIENS
FOND** FREMMER DANSK
KONKURRENCEEVNE
The Danish Industry Foundation

Hovedkonklusioner	6
Main conclusions	8
Status på AM i Danmark	12
AM-udviklingen i året, der gik	20
Bæredygtig produktion med AM	26
Potentialer for AM i metal	36
Det danske aktørlandskab	42
Dansk AM Hub ser frem til 2021	46



Dansk AM Rapport 2021

Dansk AM Hub udgav for første gang ”Dansk AM Rapport” i starten af 2019. Dette er den tredje rapport i serien, der årligt tager pulsen på udviklingen inden for additiv produktion (eller ”AM”, som er forkortelsen for den engelske betegnelse ”Additive Manufacturing”) med fokus på udbredelsen i Danmark og perspektivering til den globale udvikling på området. Rapporten er målrettet aktører i det danske AM-økosystem samt danske fremstillingsvirksomheder, særligt små og mellemstore virksomheder (SMV’er).

God læselyst!

Frank Rosengreen Lorenzen
CEO, Dansk AM Hub

“Additive manufacturing rummer mange muligheder og kan øge virksomheders konkurrenceevne på mange forskellige måder.”

Thomas Hofman-Bang

Adm. direktør, Industriens Fond



FOTO: ELVIRA BUTLER

“Først og fremmest giver teknologien nogle helt særlige produktionsmuligheder, hvor design, produktion og logistik kan tænkes på helt nye måder.

Derudover kan additive manufacturing også være et bidrag til en mere bæredygtig produktion. Reduceret ressourceforbrug, distribueret produktion og mindre lageropbygning er umiddelbare fordele. Men derudover leverer teknologien også lette og innovative konstruktioner med helt særlige karakteristika, som kan bidrage til grøn omstilling i mange dele af industrien.

Med Dansk AM Hub er der skabt et samlingssted, som hjælper virksomheder med at tage teknologien til sig, og udnytte den kommercielt. Desuden har vi bygget bro fra det danske økosystem ud til internationale aktører, med henblik på at hente viden og erfaringer hjem til Danmark, så industriens konkurrenceevne yderligere kan styrkes. Den indsats skal intensiveres i de kommende år.”

Thomas Hofman-Bang

Adm. direktør, Industriens Fond

Hovedkonklusioner

”Maker”-bevægelsen har skabt opmærksomhed om AM-teknologiens potentialer

Coronapandemien førte i foråret 2020 til, at hospitaler verden over fik akut mangel på værnemidler. Det aktiverede på kort tid sundhedsvæsenet, erhvervsorganisationer, virksomheder og privatpersoner i lokale ”maker”-bevægelser, som printede og distribuerede værnemidler til hospitaler. Danske virksomheder har også engageret sig, bl.a. ved at gøre designs og teknologier tilgængelige online, og de er siden blevet anvendt i USA, Canada og en række europæiske lande. ”Maker”-bevægelsen har fået omfattende medieomtale og har på den måde bidraget til generelt at øge kendskabet til, hvad teknologien kan, også hos danske SMV’er. Den hurtige responstid, som var nødvendig ved leverancer af 3D-printede værnemidler, viste imidlertid også, at der fortsat er et arbejde at tage fat på i forhold til at få hurtig sikkerhedsgodkendelse af 3D-printede produkter. Hertil kommer de udfordringer, der kan være forbundet med at dele designs, som siden printes af mange forskellige aktører. Det er en problemstilling, som flere aktører i det danske økosystem har engageret sig i at arbejde med fremadrettet.

Krisen har sat gang i planer for mere lokal produktion med AM

Mulighederne for at producere mere lokalt ved brug af AM har allerede været kendt blandt danske fremstillingsvirksomheder. Men med dette års krise har SMV’erne for alvor fået øjnene op for den afhængighed, de har opbygget til globale forsyningskæder. Mange afhænger af leverancer fra Kina. Det skabte derfor store udfordringer, da først Kina lukkede for produktionen i en periode, og der efterfølgende blev store logistiske forsinkelser, fordi andre dele af verden også lukkede ned. Det har derfor skubbet på AM-dagsordenen for danske SMV’er, der i stigende grad har fået taget hul på deres planer for mere strategisk lokal produktion med AM. Aktører i økosystemet fremhæver i denne sammenhæng, at der i flere danske SMV’er er kommet gang i udviklingsprojekter og innovation med AM som omdrejningspunkt.



Bæredygtighed er i stigende grad omdrejningspunkt for AM

AM spiller allerede i dag en rolle i den grønne omstilling i fremstillingsindustrien. Det største bidrag opnås i form af de muligheder, teknologien giver for at reducere materialeforbrug samt at kunne designe og fremstille optimerede emner. Muligheden for at optimere emner kan f.eks. bidrage til, at vægten i slutprodukter eller produktionsudstyr reduceres. På længere sigt forventes også biobaserede samt genanvendelige materialer at spille en større rolle for bæredygtighed med AM. Internationalt såvel som i Danmark arbejder forskningsmiljøer, organisationer og virksomheder med additiv produktion i et bæredygtighedsperspektiv. Det er imidlertid endnu ikke flertallet af de danske fremstillingsvirksomheder, der kobler AM og bæredygtighed. Økosystemaktørerne har en rolle i at understøtte denne proces, og der igangsættes således også løbende nye initiativer med fokus på bæredygtighed. I det danske økosystem optimeres og udvikles der løbende på AM-teknologien og dens samspil med andre fremstillingsmetoder ud fra et bæredygtighedsperspektiv.

Industrielt 3D-print i metal er et prioriteret udviklingsområde

AM i metal åbner mange nye muligheder for industriel fremstilling, særligt inden for design, produktionstid og pris. I Danmark er der i de senere år begyndt at ske en udvikling, men det er endnu kun få danske virksomheder, der benytter sig af 3D-print i metal, og endnu færre har selv investeret i en 3D-metalprinter. I et internationalt perspektiv er det således også de høje materialepriser og det endnu begrænsede materialeudvalg, der er de største barrierer for at introducere AM i metal. Dog falder prisen langsomt, i takt med at brugen af 3D-printere kontinuerligt øges. Internationalt er serviceleverandører den største kundegruppe for metal. Det er en tendens, der også afspejles i Danmark, hvor det primært er serviceleverandører og uddannelsesinstitutioner, der har investeret i industrielle 3D-printere. De har alle engageret sig i udviklingsprojekter, hvor danske fremstillingsvirksomheder har mulighed for at få adgang til viden om AM i metal og for at teste teknologien.

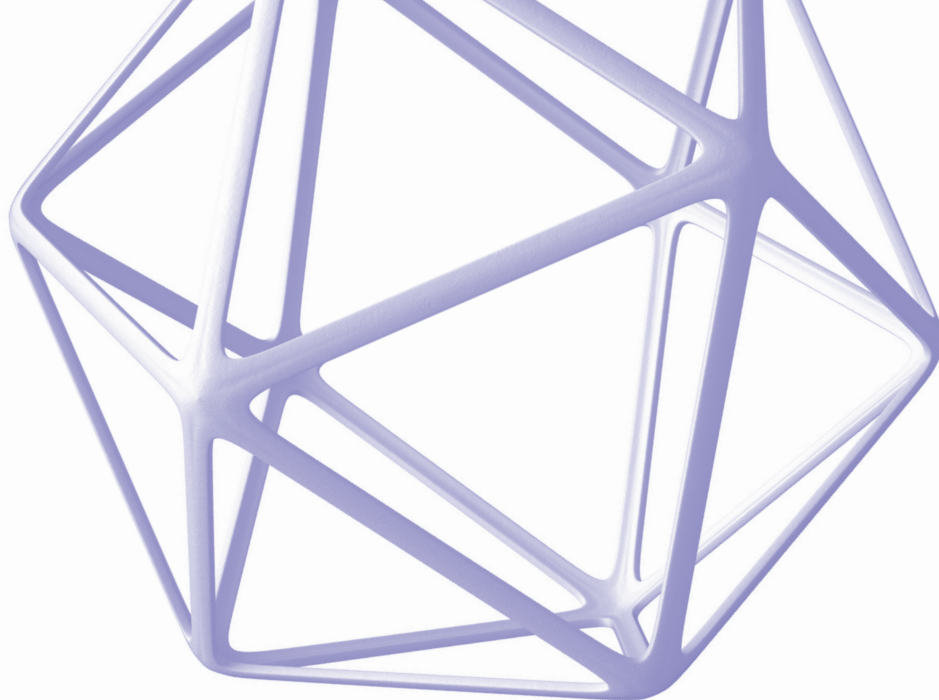
Main conclusions

The "Maker" movement has raised awareness of the potential for AM technology

In the spring of 2020, the corona pandemic led to an acute shortage of personal protective equipment (PPE) in hospitals worldwide. In a short space of time, hospitals, business organisations, companies and private individuals mobilised local »maker« movements, which made and delivered PPE to hospitals. One way in which Danish companies played their part was to provide online access to designs and technology, an offer taken up by users in the United States, Canada, and several European countries. The maker movement has received extensive media coverage, which has helped raise awareness, including among Danish SMEs, of the technology and what it can do. However, the rapid response time required for deliveries of 3D-printed PPE also underscores that much remains to be done in terms of rapid safety approval and certification of 3D-printed products. It also showed that multiple challenges persist, including with sharing designs for others to print. This is an issue that several of those involved in the Danish ecosystem have committed to addressing.

The crisis has set in motion plans for more local production using AM

Danish manufacturing companies have long been conscious of the opportunities available for more local production using AM. As COVID-19 crisis unfolded, many SMEs became acutely aware of their dependence on global supply chains and their reliance on supplies and materials sourced from China. The temporary shutdowns of production, first in China and then elsewhere, resulted in considerable logistical delays and major challenges for many companies. This helped renew interest in the AM agenda from Danish SMEs, more and more of which are drawing up plans for strategic local production with AM. In light of this, those involved in the Danish ecosystem emphasise that development projects and related innovations have gained momentum and AM has become a focal point in several SMEs in the country.



Sustainability is increasingly in focus in relation to AM

Additive manufacturing already plays an important role in the green transition underway in the manufacturing industry. The reduction in materials used, coupled with the capacity to design, optimise and manufacture products represents the biggest single contribution to these developments. The potential to optimise product design and production can also help reduce the weight of end-products or production equipment. In the long term, bio-based and recycled materials are expected to play a greater role in sustainability within AM. Both in Denmark and abroad, researchers, organisations and companies are working with AM from a sustainability perspective. However, most Danish manufacturing companies have yet to forge the link between AM and sustainability. Those involved in the ecosystem play a vital role in supporting this process, and new sustainability initiatives are being launched regularly. Within the Danish ecosystem, AM technology and its interaction with other manufacturing methods are continuously being optimised and refined with a focus on sustainability.

Industrial 3D printing in metal is a development priority

AM in metal offers new avenues and approaches for industrial manufacturing, especially in terms of design, production time and financial feasibility. Despite a burgeoning interest in recent years, only a few Danish companies are using 3D printing in metal, and even fewer have invested in a metal 3D printer. Seen from an international perspective, the largest barriers to introducing AM in metal include the high costs of materials and a still somewhat limited selection of them. However, these financial barriers will decrease as the use of 3D printers increases. Internationally, service providers are the largest customer group for AM in metal. This trend is also reflected in Denmark, where service providers and educational institutions have been the principal investors in industrial-scale 3D printers. All are involved in development projects, affording Danish manufacturing companies the opportunity to enhance their knowledge of AM in metal through testing and evaluating the technology in practice.

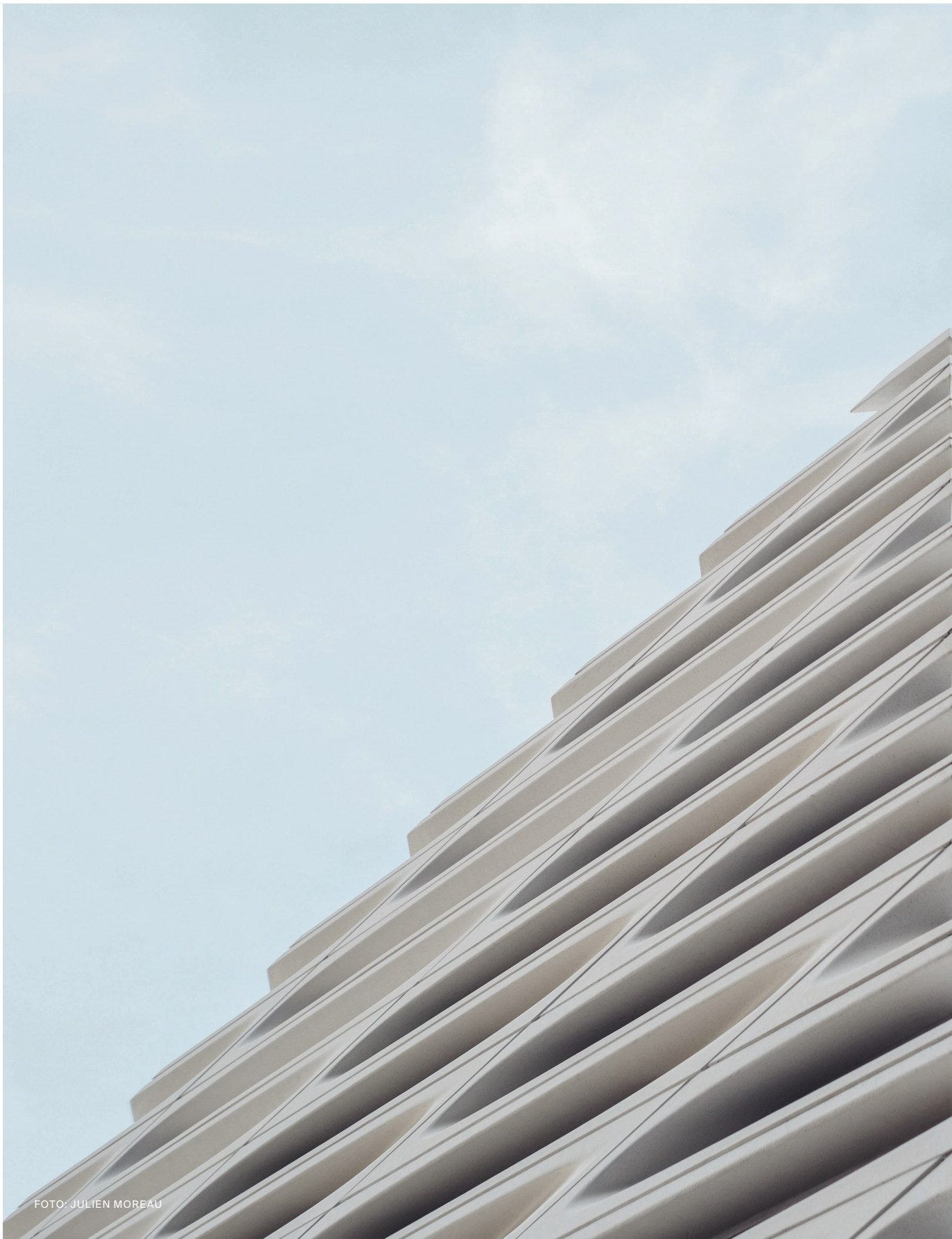


FOTO: JULIEN MOREAU



Status på AM i Danmark

af CEO Frank Rosengreen Lorenzen

AM bidrager til en mere robust og bæredygtig fremstillingsindustri

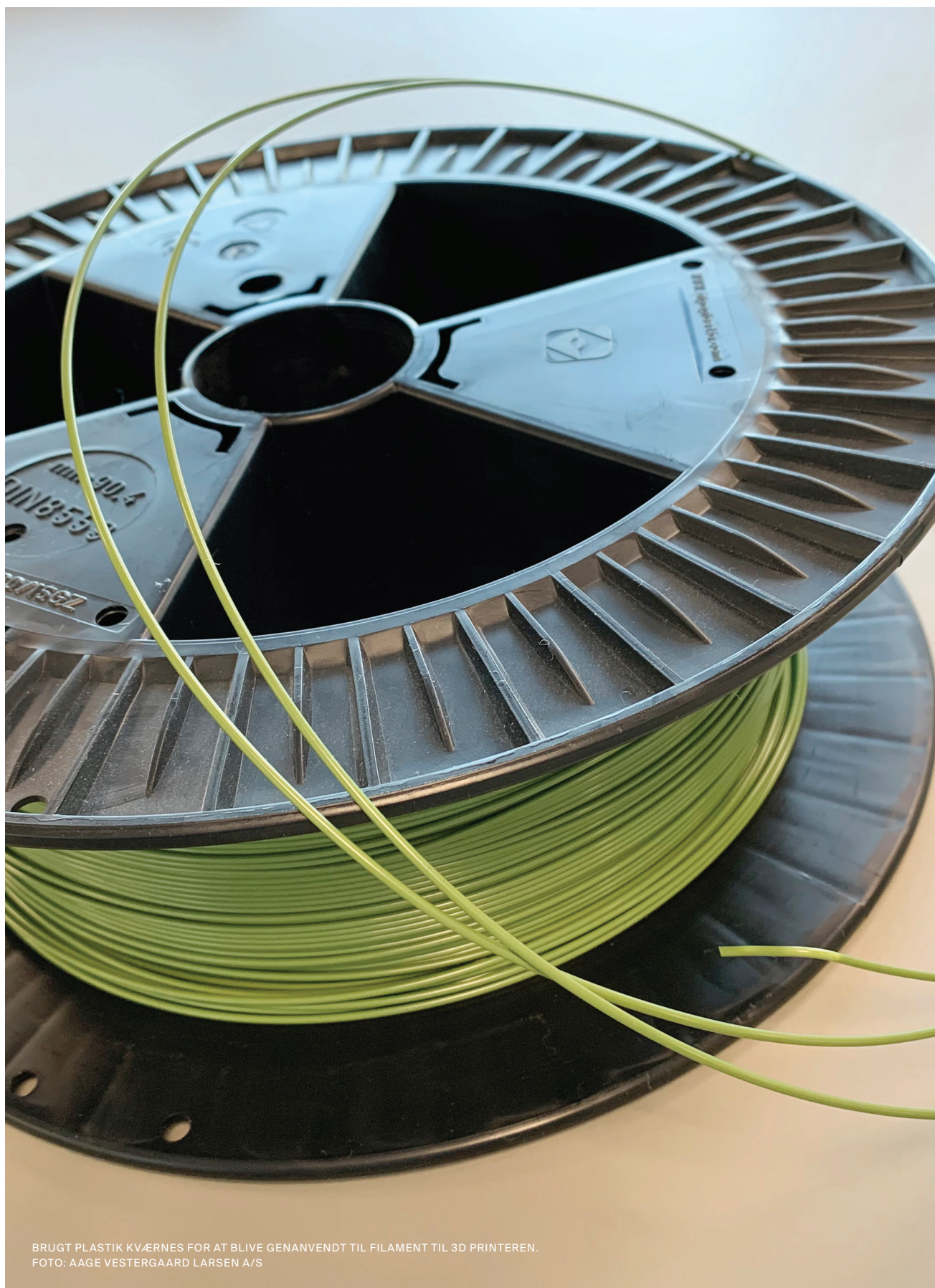
Coronakrisen har vist sig ikke kun at være en sundhedskrise, men også en produktionskrise. Danmark stod i foråret 2020 i en situation med stigende smittetal, med meget dystre billeder fra en eskalerende epidemi i Italien og med stor mangel på essentielle værnemidler. Værnemidler, som vi er vant til at få transporteret fra navnlig kinesiske produktionsanlæg, udeblev, og situationen begyndte i starten af påsken at blive kritisk.

Hurtigt beviste vores danske produktionssektor med bl.a. Idé-Pro, LEGO Group og Grundfos i spidsen, at den kunne omstille produktionen og derved lukke det kritiske hul, der opstod. Virksomhederne var dog nødt til at skabe helt nye støbeværktøjer til deres formative produktionsproces. Det var en både kostelig og tidskrævende affære, hvorfor der gik tre til fire uger, før vores danske produktionsapparat for alvor var i gang. I den periode formåede det danske AM-økosystem at arbejde tæt sammen med danske produktionsvirksomheder for at give dem indblik i de mange digitale designs af 3D-printede visirer, masker, ventiler og hele respiratorer.

Lokale grupper, såkaldte "maker-bevægelser", voksede frem, og i Danmark blev et nødberedskab med 3D-print-kapacitet etableret. I dag består beredskabet af ca. 300 3D-printere, spredt over hele landet på virksomheder, universiteter, organisationer og i private hjem. Da manglen på forsyninger af værnemidler opstod, var AM-"branchen" klar til at trykke på knappen, og man kunne med meget kort tilløb 3D-printe mellem 15.000 og 20.000 visirer i døgnet.

Selvom et beredskab hurtigt var aktiveret, udeblev efterspørgslen på 3D-printede værnemidler fra branchen. Det hang sammen med, at presset på sundhedsvæsenet heldigvis ikke blev så alvorligt, og der dermed ikke opstod det akutte behov, som det var tilfældet i bl.a. Italien. Det var også fordi, at 3D-printede værnemidler ikke har været gennem samme godkendelsesproces, som det er tilfældet med værnemidler, der er produceret på konventionel vis gennem f.eks. sprøjttestøbning.

Vi stod dermed i foråret i den situation, at maker-bevægelser – der privat producerede 3D-printede visirer – godt kunne sende deres visirer til sundhedssektoren, men at sundhedssektoren ikke ville aftage branchens 3D-printede visirer.



BRUGT PLASTIK KVÆRNES FOR AT BLIVE GENANVENDT TIL FILAMENT TIL 3D PRINTEREN.
FOTO: AAGE VESTERGAARD LARSEN A/S

Mobiliseringen under coronakrisen påviste det uforløste potentiale i AM

Etableringen af nødberedskabet for 3D-print af værnemidler under den første smittebølge i foråret viser for det første, at der er skabt et dansk økosystem inden for teknologien, der kan arbejde sammen om store mål, hvilket er sådan, vi i Dansk AM Hub oplever det på daglig basis. Den viser dog også, at der stadig er et stort, uforløst potentiale i additiv produktion. For det andet viser det potentialet for at bruge additiv produktion som et middel til på længere sigt at opnå en grønnere produktionssektor. Det er ikke længere printerne, kapaciteten eller teknologien, der er udfordringen, det er "mindsettet" omkring produktion. Der ligger en hammer i vores værktøjskasse, og vi skal i Danmark blive bedre til at bruge den.

Hvis vi tør at frigøre os fra de produktionsprocesser, som vi har bygget industrialiseringen på, så kan vi åbne døren for de fordele, der findes i additiv produktion. Det skal vi ikke kun på kort sigt under coronakrisen – men også på langt sigt som et middel til at adressere klimakrisen.

Additiv produktion er et vigtigt redskab til at nedbringe CO₂-udledningen i forbindelse med produktion. Ifølge en analyse af The Ellen MacArthur Foundation udgør materialer cirka en fjerdedel af al verdens udledning, og udledningen fra produktionen har kun udsigt til at stige de næste mange år (Completing The Picture, Ellen MacArthur Foundation).

Additiv produktion gør det muligt at designe smartere og producere skræddersyede produkter til kunderne. De digitale værdikæder muliggør mindre materialebrug, produktion tættere på kunden og en højere grad af "on demand"-produktion; hermed er der et kæmpe potentiale for at skære drastisk ned på CO₂-udledningen i produktion, transport og lagerhold.

Det er den bevægelse, vi hos Dansk AM Hub gerne vil skubbe bag på, og derfor vil dette års AM Rapport også have fokus på, hvordan AM kan gøre Danmarks produktion mere bæredygtig.

Derfor er AM en grøn produktionsmetode

Additiv produktion er ikke "kun" en 3D-printer, men en ny produktionsproces, der er mere digital og kan producere stort set uden spild, med meget begrænset transport og i digitale værdikæder, der leverer, hvad der er behov for, i stedet for at levere til store varelagre, der i alt for stort omfang kasseres.

Selvom print-processen er energikrævende, har vi i Danmark mulighed for at printe grønt. Danmark er et af de lande, der har bedst mulighed for at producere grøn strøm til 3D-printerne. Det betyder, at der kan printes stort set uden CO₂-udledning. Det er en gamechanger set i forhold til de ældre produktionsformer.

Vi har i dialog med amerikanske aktører som AMGTA og Boeing forstået, at den vedvarende energi i Danmark kan blive interessant i forbindelse med produktion af emner til f.eks. flyindustrien, der har strenge krav til bæredygtig produktion.

Når de danske energiøer tages i brug, vil vi kunne producere 100 % CO₂-neutralt i Danmark. Der er potentiale for et produktionseventyr på dansk jord, som kan følge den lignende udvikling som med datacentre, hvor Google og Facebook enten har etableret eller vil etablere centre i Danmark på grund af vores grønne overskudsvarme.

Når additiv produktion endnu ikke er slået igennem, skyldes det, at de to gængse produktionsformer, formativ og subtraktiv produktion, er meget effektive og har været kendte og er blevet udviklet gennem mange år. AM er primært slået igennem i fly-, bil- og sundhedsindustrien, men vi ser et stort potentiale i alle producerende industrier.

Formativ produktion har været den mest fremherskende siden bronzealderen, og gennem industrialiseringen har vi nærmest gjort det til en naturlov, at produkter skal støbes. Sprøjtestøbning er den mest udbredte formative teknologi. Den formative produktionsform er tung og

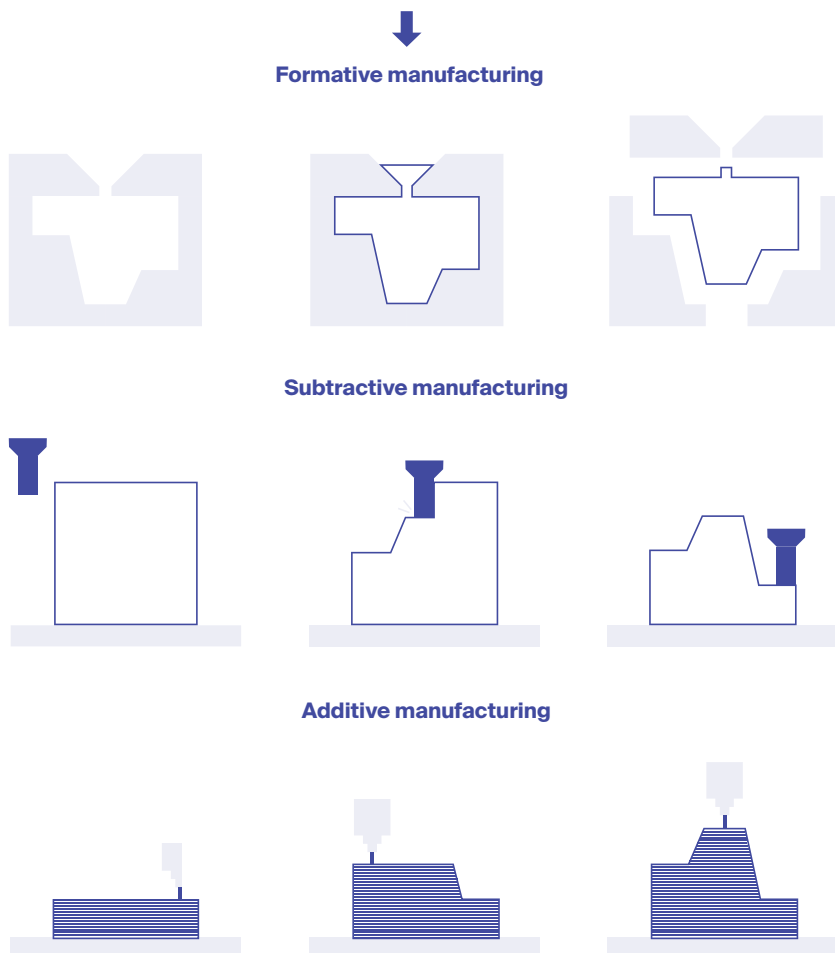
arbejdsintensiv og indebærer et stort spild. Industrialiseringen har drevet den mod lande med lave omkostninger og en lav grad af regulering. Derfor er der også en høj grad af transport i værdikæder, der omfatter formativ produktion.

Det samme er sket for substraktiv produktion. CNC-fræsning er den mest udbredte substraktive teknologi, og materialespildet udgør en stadigt større udfordring. Både i de store produktionsvirksomheder, som f.eks. LEGO Group og Grundfos, og i de mindre produktions-SMV'er udnytter man den metode, der gavner effektiviteten i ens produktionsproces.

De seneste år har vi set, hvordan AM vinder ind i forhold til prototyper og værktøjer. Med AM har man effektiviseret og styrket disse processer. 25 % af alle danske fremstillingsvirksomheder er godt i gang med at opdage og udnytte potentialerne i AM, men det er stadig mere omkostningseffektivt at udnytte de klassiske produktionsformer i storskalaproduktion. Skæringspunktet bevæger sig dog hele tiden. AM-teknologien bliver stadigt mere effektiv, og forbrugere og regeringer efterspørger i stigende grad produkter, der er produceret grønt. Det vil sige med brug af så lidt materiale og så lidt transport som muligt og med et minimalt strømforbrug fra fossile kilder.

FIGUR 1

De tre produktionsmetoder
(The 3D-printing Handbook, 3D Hubs)

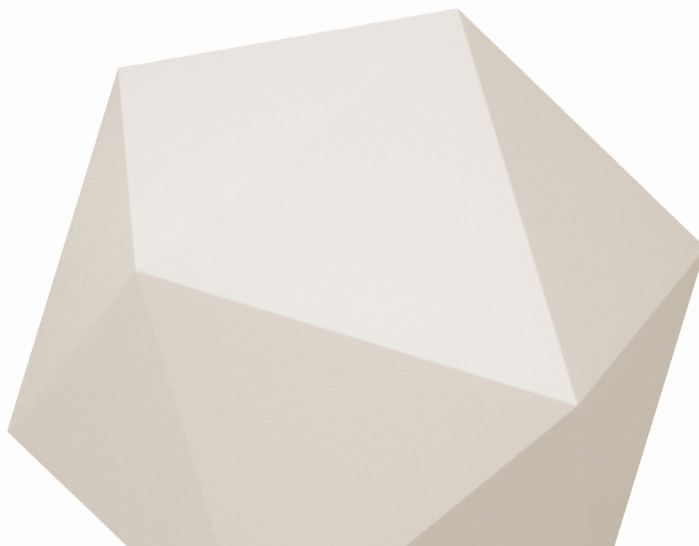
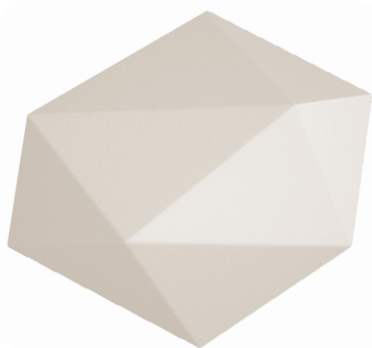


Materialerne bliver flere og mere bæredygtige

Additiv produktion har en kernerolle i at bekæmpe det, som Ellen MacArthur Foundation beskriver som "hidden emissions". 45 % af verdens CO₂-udledning har med produktion at gøre, og ca. halvdelen af dette vedrører, hvordan vi forarbejder materialer: aluminium, beton, metal, titanium, glas og plastik til huse, havemøbler, biler mv. I det mest positive scenarie (set med grønne øjne – og hvor vedvarende energi stiger markant) vil denne produktionsudledning stige med en faktor på mellem to og fire inden 2050.

Der sker heldigvis store fremskridt på materialesiden, og det estimeres, at 50 % af alle produkter vil kunne 3D-printes inden 2050 (3D printing: A threat to global trade, ING). Print i kompositter har gjort store fremskridt i de senere år og kan f.eks. nu både produceres additivt og langt mere bæredygtigt. Desuden vinder flere bæredygtige materialer frem, f.eks. baseret på castorbønner, som kan laves til et 100 % biobaseret filament til print, som Hexr har udnyttet til at producere en skræddersyet cykelhjelm, og danske Monoqool har udnyttet til at skabe bæredygtige briller (se <https://am-hub.dk/cases>).

Helt generelt findes der i dag omkring 500 materialetyper, mens det i additivproduktionens start i 1980'erne kun var polymer, der kunne printes. I dag kan stort set alt printes, fra titanium og kobber til chokolade, glas og knoglematerialer.



FIGUR 2

Fire muligheder for at skabe bæredygtig produktion og konkurrencefordele med additiv produktion
(The 3D-printing Handbook, 3D Hubs)





3D PRINTEDE SKAKBRIKKER.

Vi står godt rustet til at rykke på den grønne dagsorden

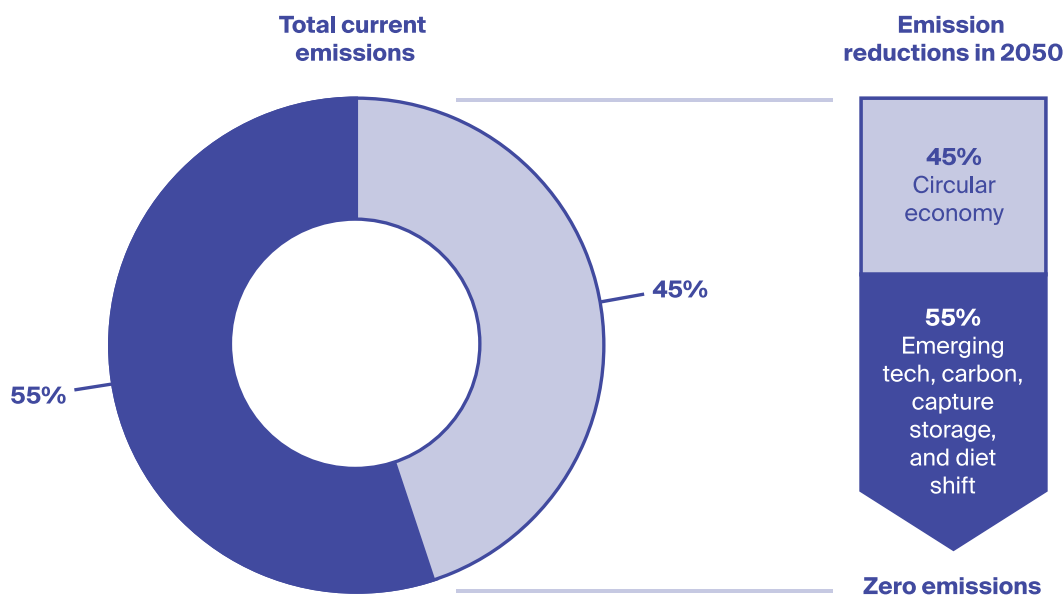
Vi har i Danmark været dygtige til at rykke vores energi-produktion i en grønnere retning, og særligt investeringer i vedvarende energikilder har været med til at skabe en grøn nation, der også internationalt bliver anerkendt som sådan. Nu er tiden inde til at rykke vores industriproduktion i en grønnere retning og angribe de skjulte emissioner. Additiv produktion er ikke en trylleformular, der gør hele produktionssektoren grøn. Der er også potentialer at finde i bæredygtighedstiltag i de konventionelle produktions-

former. Det er imidlertid åbenlyst, at additiv produktion har vigtige egenskaber, som kun bliver vigtigere i disse år, og som vi kan udnytte meget bedre i vores lille, grønne stormagt.

Hos Dansk AM Hub har vi sat os den ambition i samarbejde med økosystemet at bidrage til at gøre Danmark til verdensførende i anvendelsen af AM til bæredygtighed. Der er mange meget konkrete muligheder for at eliminere CO₂ i produktionen, både i forhold til at skabe ændringer i værdikæden og/eller i ens slutprodukt. Den gode nyhed er, at der sideløbende kan skabes stærke konkurrencefordele for produktionsvirksomhederne.

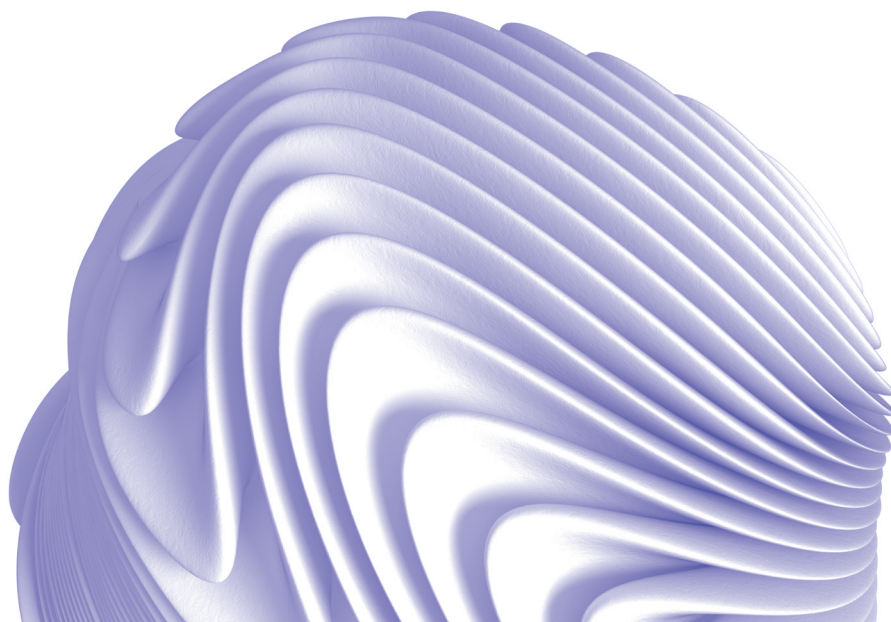
FIGUR 3

Skjulte emissioner fra industriproduktion
(Ellen MacArthur Foundation, 2019)



AM-udviklingen i året, der gik

Året, der gik, har været præget af den verdensomspændende sundheds- og økonomiske krise, hvilket også har medført udfordringer for fremstillingsindustrien i Danmark. I dette kapitel sætter vi imidlertid fokus på, hvordan krisen også har ledt til innovation gennem øget kendskab til og interesse for AM. Overordnede tendenser viser, at der for det første er en skærpet opmærksomhed på potentialerne i lokal produktion med øget brug af AM. For det andet har det været et år, hvor udviklingsprojekter har taget fart hos en række danske fremstillingsvirksomheder. For det tredje har den omfattende internationale bevægelse for 3D-printede værnemidler skabt øget opmærksomhed om potentialerne med AM-teknologi.



Øget opmærksomhed på muligheder for lokal produktion med AM

I det danske økosystem bliver der generelt peget på, at den danske fremstillingsindustri skærpede opmærksomhed på at gøre sig mindre afhængig af leverandører i udlandet har været det mest afgørende for, at AM-dagsordenen har rykket sig i 2020. Små og mellemstore danske virksomheder har etableret globale forsyningskæder og markedstilstedeværelse, og mange er afhængige af leverancer fra Kina. Derfor skabte det udfordringer, da først Kina lukkede for produktionen i en periode, og der efterfølgende blev store logistiske forsinkelser, fordi andre dele af verden også lukkede ned.

”Virksomhederne har fået et kæmpe wake-up-call. Vi skal producere mere lokalt for dermed at være mindre afhængige af de lange forsyningskæder. Belært af nød har nogle af AM’s grundlæggende værdier vundet indpas nu. Krig, kriser og kærlighed er gode innovationsdrivere”.

Henrik Larson

Direktør, Center for Industri

Hos medlemsvirksomheder i netværket Center for Industri har interessen for AM først i 2020 for alvor taget fart. Det gælder også i forhold til at rykke virksomhederne fra

at se AM primært som et værktøj til design og prototyper, til at bruge det mere i produktionen, så de nu også i stigende grad ser potentialer i forhold til slutprodukter. Den medieomtale, som blev skabt om den omfattende 3D-printning af værnemidler, har også været med til at rykke dagsordenen hos virksomhederne.

Hos Center for Industri har der i årets løb været en stigende interesse for at indhente viden om AM. På et af de seneste netværksmøder var digitalisering og innovation på programmet. 3D-print blev her løftet op i et mere stra-

tegisk perspektiv. Der var væsentligt flere deltagere, end det normalt ville have været tilfældet. Det samme oplever Center for Industri i forhold til programmet 3DP Tryout, som drives i samarbejde med Dansk AM Hub. Antallet af virksomheder, der deltager, er også her steget markant i 2020.

Et nyligt udsendt spørgeskema til tidligere deltagere i 3DP Tryout viser, at ud af de i alt 36 virksomheder, der har svaret, har 12 efterfølgende købt en printer, og 10 virksomheder er begyndt at bruge print-on-demand.

3DP Try out

Dansk AM Hub og Center For Industri tilbyder danske virksomheder at låne og teste en 3D-printer i en måned.

3DP Try out er en mulighed for at tilegne sig konkret viden og erfaring i forhold til at få AM-teknologi ind i virksomheden.

Tilbuddet skal hjælpe med til at afdække muligheder og skabe afklaring i virksomhederne forud for et videre beslutningsgrundlag for tilkøb og anvendelse af 3D-print i egen forretning. Samtidig er der fokus på at afprøve 3D-print internt i virksomheden.

Målet er at bringe danske SMV’er et stort skridt videre i deres overvejelser om at anvende 3D-print-teknologi.

”Mange af SMV’erne er underleverandører til større produktionsvirksomheder. De begynder at se mulighederne for den værdiskabelse, de kan give deres kunder, hvis de kan printe on-demand”.

Henrik Larson

Direktør, Center for Industri

Udviklingsafdelinger har haft tid til at realisere AM-projekter

Hos Damvig, som leverer industrielle 3D-print-services, har man også oplevet, at danske fremstillingsvirksomheders interesse for og investeringer i AM har været stignende i 2020. Der var med nedlukningen i marts først en kort stilstand i markedet. Der gik imidlertid ikke lang tid, før hjemsendte medarbejdere fra virksomheder i hele landet begyndte at henvende sig med idéer til 3D-print-projekter. På grund af nedlukningen havde de fået tid til at fordybe sig i dem. Damvig har oplevet det i form af en væsentlig stigning i udviklingen af prototyper.

”Vi har lavet en stor mængde prototyper. Normalt udgør det ca. 30 % af det, vi laver, men siden foråret er det steget til ca. 60 %. Det er prototyper, der efterfølgende bliver omsat og bidrager til at udvikle og optimere produktionen f.eks. med nyt procesudstyr eller fiksturer. Det gælder også brug af 3D-print til slutprodukter”.

Jesper Damvig

Produktionsdirektør, Damvig A/S

Det er fremstillingsindustrien over en bred kam, der har indført nye tiltag. Damvig har således ikke observeret noget mønster i forhold til udvikling inden for særlige brancher, og realiseringen af AM-projekter har fundet sted blandt både små, mellemstore og store virksomheder. Damvigs moderselskab, Protototal Industries AB, har observeret en lignende udvikling i både Sverige og Norge.

AM-økosystemet blev aktiveret i kampen mod corona

I foråret 2020 var der på hospitaler verden over pres på adgangen til værnemidler. Mere eller mindre uafhængigt, omend med inspiration fra hinanden, opstod internationale ”maker”-bevægelser, der engagerede både sundhedsvæsenet, erhvervsorganisationer, virksomheder og privatpersoner i at anvende 3D-print for hurtigt at kunne bidrage til at løse den akutte mangel på værnemidler. I Danmark hedder bevægelsen ”Makers mod Corona”. Create it REAL, AddiFab og svenske 3DVerkstan er alle eksempler på, hvordan virksomheder fortsat bidrager til bevægelsen. I Danmark har processen desuden ledt til opstart af EU-projektet Eur3ka.

Create it REALs teknologi anvendes af internationale maker-bevægelser

Create it REAL er en af de aktører, der har været aktiv i den danske Makers mod Corona-bevægelse og bidraget til bevægelsen internationalt. Virksomheden består af et team af eksperter, som hjælper et internationalt marked af 3D-printproducenter, store virksomheder og ambitiøse startups med at skabe 3D-print-løsninger. Virksomheden har udviklet en realtidsprocessor dedikeret til 3D-print og en såkaldt ”slicer” til at udnytte den. I forbindelse med coronakrisen gjorde Create it REAL i foråret 2020 sin højhastighedsprintteknologi ”REALvision online”, som uafhængigt af printerkvalitet gør det 2-3 gange hurtigere at printe værnemidler, offentligt tilgængelig.

Der er udfordringer forbundet med kvalitetskontrol, når forskellige aktører på tværs af lande gør brug af teknologien og de tilgængelige designs. Virksomheden fik en bevilling fra Innovationsfonden, hvilket bl.a. gjorde Create it REAL i stand til at optimere en række 3D-printede objekter (STL-filer). De arbejdede med at harmonisere og validere filer for dermed at effektivisere den samlede produktivitet og forenkle de lokale hospitalsgodkendelser af produkter. Produkter, som inkluderer alt fra døråbner-beskyttere til visirer og reservedele til respiratorer.

Virksomheden har undervejs indført nye metoder og har fået kontakt med slutbrugere, som de ikke tidligere var i kontakt med. Noget, som de overvejer potentialerne i at fortsætte med, også når sundhedskrisen er afsluttet.

“We usually only operate in the business-to-business market. This has been the first time we talked to end-users. We learned a lot from the instant feedback that has been given by the many different people who have been using the system”.

Jeremie Pierre Gay
CEO, Create it REAL

Create it REALs tilbud er endnu frit tilgængeligt som et såkaldt freemium, da der internationalt fortsat er en efterspørgsel. De gør sig nu overvejelser om senere at udvikle den til et premium-tilbud.

Adapter til 3D-print udvikles i samarbejde mellem læge og AddiFab

Filter-adapteren, som har fået navnet MiMo, er en ny opfindelse af overlæge Michael Mølmer, der har set et potentiale i at udvikle et filter, som monteres på dykkermasker. Maskerne dækker hele ansigtet, og filteret i adapteren holder covid-19-virussen ude. Michael Mølmer fik idéen i et Facebook-forum, hvor italienske læger delte erfaringer med at anvende snorkelmasker til patient-behandling. Han så, at sygehusvæsenet også i Danmark snart ville løbe tør for værnemidler til personalet, og han besluttede derfor at realisere sin idé med det samme. Økosystemet var hurtigt til at reagere, da processen fra idé til første version af produktet blot tog et par dage.

”Jeg kontaktede en kollega lørdag, som henviste til Dansk AM Hub. Søndag henviste de mig til Lasse fra AddiFab, og vi fik kontakt. Mandag fik jeg fat i en dykkermaske fra Kingfish-forretningen i København, og så mødtes Lasse fra AddiFab og jeg og udviklede den første version af adapteren samme dag”.

Michael Mølmer
Overlæge, Nordsjællands Hospital



Maske, adapter og filter blev i de kommende tre uger testet af personalet på danske hospitalers corona-afsnit. I den første version var der lidt for meget luftmodstand i filteret. Michael Mølmer tog derfor fat i sine kontakter i medicinalindustrien, som stillede flere prøver til rådighed, hvormed man fandt det rigtige respiratorfilter.

AddiFab startede produktionen af filter-adaptre, og de første 2.000 stk. blev bestilt af McGill University Hospital i Canada i foråret. Siden har hospitaler fra andre lande fulgt trop. I tillæg til AddiFab i Jyllinge hjælper virksomhedens partner Mitsubishi Chemical med at 3D-printe adapterne.

I dag testes produktet på Force Technology. Et led i denne proces er at blive klogere på, hvordan der kan ske en hurtigere godkendelse af medicinske produkter, så man står bedre rustet til at få 3D-printede produkter hurtigere på markedet fremadrettet. Både Dansk AM Hub og AddiFab er involveret i processen.



FOTO: PARTICLES3D

I Sverige har sygehusvæsenet fået øjnene op for AM-teknologi

3DVerkstan, der leverer konsulentytelser og 3D-printløsninger til sine kunder i ind- og udland, har taget aktiv del i den nationale og internationale maker-bevægelse. Det startede med en henvendelse lokalt, da manglen på værnemidler i foråret 2020 blev en alvorlig udfordring i det svenske sygehusvæsen.

Erik Cederberg, CTO hos 3DVerkstan, designede en visirholder, der kombineret med let tilgængelige kontortransparenter hurtigt kunne skabe et visir. Produktet blev testet af personale på flere svenske hospitaler, hvorefter det rigtige design på kort tid blev fundet. Det blev gjort gratis tilgængeligt online, og såvel 3DVerkstan som tusinder af andre virksomheder og enkeltpersoner hjalp efterfølgende med at udskrive visirholderne.

I designet er der inkluderet en etiket, der forklarer, hvordan det er produceret, og hvilket materiale der er anvendt. I henhold til EU og svensk lov har hospitaler mulighed for selv at godkende visirer. På den måde blev de hurtigt distribueret og taget i brug i Sverige. På lignende vis var processen i USA, hvor 3DVerkstans design hurtigt blev føjet til listen over National Institutes of Health (NIH)-godkendt beskyttelsesudstyr til 3D-print. Virksomhedens design er stadig populært i dag, og det bruges over hele verden. 3DVerkstan kender ikke den nøjagtigt producerede mængde, men det er flere millioner af eksemplarer, der er produceret og brugt globalt i forbindelse med coronapandemiens første fase.

”We received a request via the national group on Facebook from staff in the healthcare sector asking us if it was possible to print visors. We wanted to help, and we were able to make the design available quite quickly”.

Daniel Ljungstig
CEO, 3DVerkstan

I Sverige har 3DVerkstan siden udviklet nye 3D-printede produkter i samarbejde med svenske hospitaler, og maker-bevægelsen har ført til en generel stigning i interessen for potentialet ved 3D-print. Selvom det ikke

er profit, der har været drivkraften bag 3DVerkstans engagement i maker-bevægelsen, har det medvirket til, at de har fået en ny kundegruppe. Ikke mindst har maker-bevægelsen bidraget til, at sundhedsvæsenet nu i stigende grad planlægger at bruge AM-teknologi fremadrettet, ikke kun til produktion af værnemidler.

“What we are experiencing now is an accelerated adoption in healthcare. They have really discovered the possibilities of 3D-printing. It has been a nice side effect for us. We now have an important new vertical for our business”.

Daniel Ljungstig
CEO, 3DVerkstan

Produktet og maker-bevægelsen har skabt medieinteresse i Sverige og internationalt, hvilket ifølge Daniel Ljungstig generelt har skabt opmærksomhed om AM-teknologien, og hvad den konkret kan bruges til.

Samarbejde i økosystemet leder til EU-projekt om beredskab

I starten af 2021 igangsættes det EU Horizon2020-finansierede projekt Eur3ka. Projektet har til formål at udvikle en fælles europæisk produktions-’response platform’ til bl.a. værnemidler, når kriser som covid-19 indtræffer. Herunder skal projektpartnerne samarbejde om de udfordringer, der opstår i forbindelse med distribueret produktion med 3D-print i situationer, hvor der kræves hurtig handling. I forbindelse med den akutte mangel på værnemidler i foråret oplevede italienere f.eks. at blive sagsøgt for at have printet værnemidler, som andre havde IP-ret til. Eur3ka er et projekt med 30 europæiske partnere til en samlet projektsum på EUR 6 mio. I projektet, der ledes fra Italien, indgår Dansk AM Hub, Teknologisk Institut og to danske SMV’er.

Dansk AM Hub blev inviteret til at deltage i projektet igennem sin rolle som skandinavisk hub for avanceret produktion i regi af World Economic Forum.

Bæredygtig produktion med AM

Additiv produktion forudsiges at få en stor rolle i den grønne omstilling af fremstillingsindustrien. Forløsningen af potentialet kræver målrettet arbejde med forskning i AM-teknologi og materialer, samt at AM som produktionsform tænkes strategisk ind i produktionskæderne. Det arbejde er nu for alvor skudt i gang, og der arbejdes på en række spændende initiativer for at forløse AM's potentiale for bæredygtig produktion. Dette kapitel ser først nærmere på perspektiver og initiativer i det danske AM-økosystem og derefter i udlandet, hvor en global NGO med fokus på AM og bæredygtighed nyligt er blevet etableret, og hvor den internationale 3D-print-leverandør EOS aktivt promoverer AM som et led i sine kunders bæredygtighedsstrategi.

Nye muligheder stiller krav til dansk innovationsevne

I Danmark arbejder mange gode kræfter på at forløse bæredygtighedspotentialet i AM. Aktørerne i det danske AM-økosystem er nemlig ikke i tvivl om, at der er et potentiale, men der er også enighed om, at man ikke når i mål på rutinen.

En af pointerne er, at bæredygtighed med AM ikke handler om at producere det samme, som vi plejer – blot med AM i stedet for traditionelle fremstillingsformer. Det er ikke nødvendigvis mere miljø- og klimavenligt. Økosystem-aktører i Danmark påpeger også, at egnet materiale til additiv produktion endnu er energikrævende at forarbejde til det pulver eller andet filament, som skal printes til produkter. AM har imidlertid potentiale til at kunne producere have været mulige på samme vis med konventionelle metoder.

”På trods af de svagheder, der endnu er forbundet med bæredygtighed og AM, så bruger man for det første kun det materiale, der indgår. For det andet, og måske vigtigst, gør AM det muligt at producere optimerede emner, som f.eks. leder til, at flyindustrien sparer brændstof”.

Jeppe Skinnerup Byskov

Souschef, ph.d., Teknologisk Institut

Mere energieffektive løsninger gennem optimerede produkt designs er i fokus i det nystartede projekt Easy-E, og her er AM en af de mest egnede fremstillingsmetoder.

Easy-E-projektet har fokus på energieffektive løsninger med topologioptimering og AM

Teknologisk Institut har i oktober 2020 igangsat projektet Easy-E, der i samarbejde med videns- og industripartnere i de kommende tre år skal arbejde med at fremme energieffektivitet med brug af topologioptimering og fremstilling med især AM. Herunder skal DTU's specialistkompetencer inden for termisk topologioptimering (hvor en computer algoritme optimerer en problemstilling) afhjælpe en række udfordringer, som danske virksomheder står med omkring energieffektivitet, både nu og i fremtiden. Projektet er støttet af EUDP – Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram.

Med en enorm designfrihed giver AM mulighed for at realisere forskellige konstruktioner, former og strukturer, som ikke kan produceres med subtraktive metoder eller støbning. Designeren kan give det enkelte produkt de optimale dimensioner i forhold til energiforbrug, vægt og styrke. Når man printer et produkt, der har en stærk indre struktur, kan man minimere materialeforbruget uden at gå på kompromis med styrken og samtidig skabe en let konstruktion, som kræver et mindre energiforbrug at transportere og aktivere.

For at få mest muligt ud af dette potentiale kræver det dog, at man ikke bare indtænker 3D-printeren til at printe de elementer, man tidligere fik produceret på en anden måde. AM giver anledning til at gentænke hele produktionskæden og på den måde optimere slutproduktet.

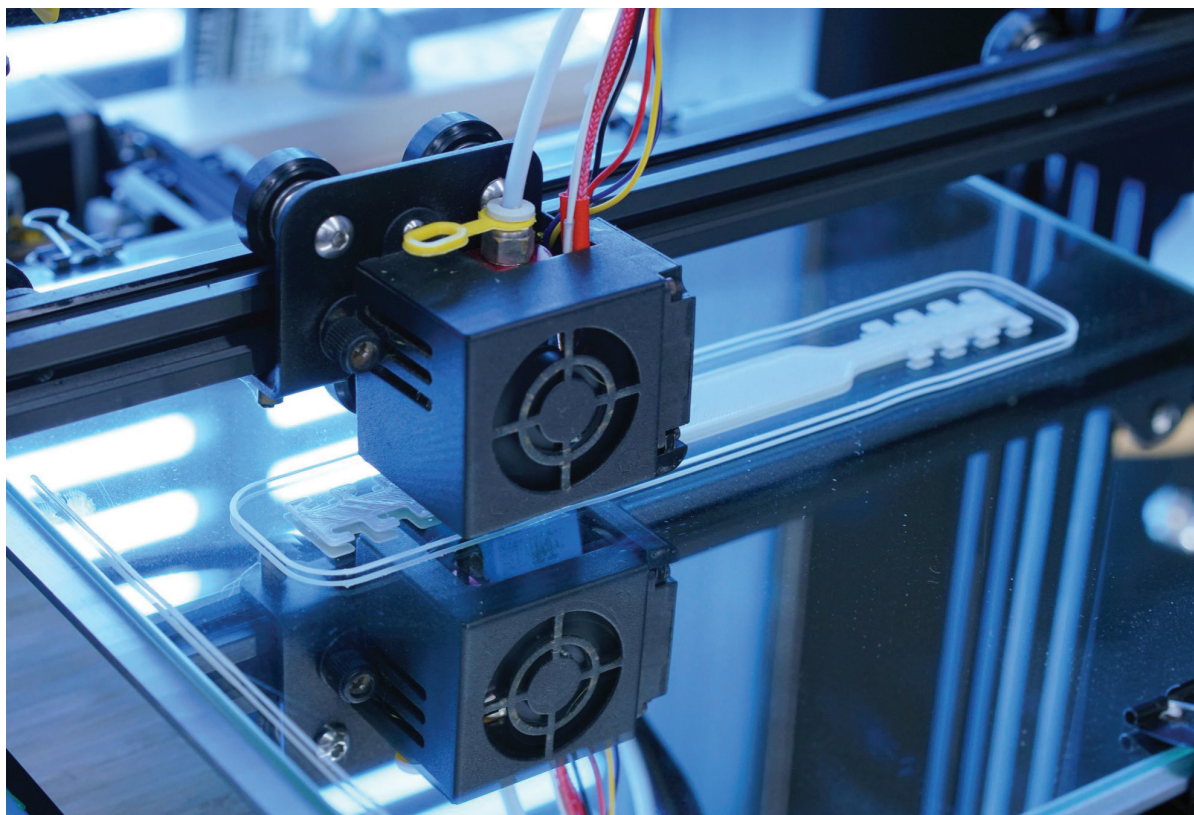


FOTO: PHOTO COURTESY OF VAUGHAN WOZNIAK-O'CONNOR, THE LEARNING SPACE, THE CITY OF CANADA BAY.

Additiv produktion er et værktøj i en mere cirkulær økonomi

Additiv produktion kan på flere måder være med til at understøtte en mere cirkulær produktionsindustri. Det kan det, fordi AM åbner for nye muligheder i forhold til at reparere produkter og genanvende materialer.

Muligheden for relativt hurtigt og on-demand at printe reservedele til andre produkter i mindre serier kan forlænge levetiden af maskiner, biler osv., som det økonomisk set ellers bedre kunne betale sig at smide ud end at producere reservedele til. Derudover er der mulighed for at scanne og printe efter præcis den konkrete del, der er behov for. Økosystemet beretter allerede nu om fordelene ved denne metode til reparation af ældre produkter, men hvis man i fremtiden tænker muligheden for at printe reservedele ind fra starten, vil potentialet for reparationer blive endnu større. AM er således en gylden mulighed for et opgør med en "brug og smid væk"-kultur, fordi reparation i højere grad også bliver økonomisk bæredygtig.

"I samtale med en fremstillingsvirksomhed startede vi med at se på muligheder for en prototype til ny emballage. Potentialet lå i at printe dele af emballageværktøjet, nogle løsdele, der kunne skiftes ud i produktionen. Det blev indført, og salget af nyt emballagedesign blev igangsat med det samme".

Peter Tommy Nielsen

Afdelingschef, Force Technology

Endvidere eksperimenteres der med genanvendelse af materialer til print. Det inkluderer bl.a. plastikaffald, byggematerialer, fiskenet og metalaffald. Det brugte materiale sorteres, kværnes og bruges til filament til nye produkter. Selvom logikken er simpel og virker lovende, er der fortsat en række større udfordringer at arbejde med, før potentialet indfries. De printede produkter skal være af en vis kvalitet for at være relevante, hvilket stiller store krav til kvalitet i affaldssortering og genanvendelsesfaciliteter.

For at understøtte den politiske udvikling på området har Dansk AM Hub m.fl. således bidraget til regeringens klimapartnerskaber, herunder klimapartnerskabet for affald, vand og cirkulær økonomi, og AM indgår i anbefalingerne for en bæredygtig dansk produktion.

AM i anbefalingerne fra klimapartnerskabet for affald, vand og cirkulær økonomi (tiltag 2.9)

Tiltag 2.9: Strategi for bæredygtig dansk produktion med additive manufacturing (AM)

I de senere år har 3D-print/AM-teknologien skabt store resultater. AM bruger kun 10 % af materialet i forhold til traditionel produktion og skærer ned på varelager og transport pga. øget mulighed for lokal produktion. »Up print« skaber nye produkter, f.eks. af brugt beton, spild fra mad og brugt plast.

Regeringen bør gennem en strategi for dansk produktion med AM sætte fokus på de data og modeller, der er behov for, så området kan videreudvikles. Det kan ske via et større offentligt-privat samarbejde, som ledes af regeringen.

Kilde: Afrapportering for affald, vand og cirkulær økonomi, Regeringens Klimapartnerskaber, marts 2020.



FOTO: PIGEON LOFT

Kvaliteten af plantebaserede materialer er endnu begrænset

Protech, som forhandler polymer-3D-printere i Danmark og det øvrige Norden for Stratasys og MakerBot, har i dag mulighed for at tilbyde sine kunder plantebaserede råmaterialer/filament. De mekaniske egenskaber er imidlertid endnu ikke på højde med de traditionelle råmaterialer såsom ABS, PC, ULTEM, PEKK og Nylon.

”Vi har plantebaserede plastmaterialer i sortimentet, men de udgør endnu under 5 % af vores materialesalg, selvom prisen er lavere end for andre plastmaterialer”.

Thomas Tønnesen

Country Manager, Protech

Så længe materialeegenskaberne i de plantebaserede alternativer ikke er på niveau med de traditionelle materialer, vil der heller ikke være en stigning i efterspørgslen fra Protechs kunder, vurderer Thomas Tønnesen. Der er dog en forventning til, at der vil ske en udvikling på området i fremtiden, hvor der kan blive en større efterspørgsel, i takt med at materialerne udvikles og modnes.

Generelt er det endnu kun i få tilfælde, at bæredygtighed er et prioriteret område for virksomheder i forbindelse med deres investeringer i 3D-printere. Når Protech leverer udstyr til sine kunder, er det driftssikkerhed, høj service, leveringssikkerhed samt styr på dokumentationen som f.eks. sikkerhedsdatablade på lokalsprog, der er i højsædet.

De unikke muligheder for designfrihed samt muligheden for at reducere vægten af emner betragtes som de vigtigste i forhold til bæredygtighedstiltag. Netop det at udnytte mulighederne i Design For Additive Manufacturing (DfAM) er vigtigt, og det kræver uddannelse. I Protechs og Stratasys regi tilbydes kunder således kurser, så de bliver bedre rustede til at udnytte potentialerne.

Genanvendt plast bliver til 3D-print-materiale

Hos Aage Vestergaard Larsen A/S, der er Nordens største virksomhed indenfor genanvendelse af plast i høj kvalitet, kommer der 15.000 ton plastik ind om året. Her bliver det rensat, kværnet og lavet om til granulat, så plastikken kan få nyt liv i nye produkter. Som noget helt nyt vil virksomheden lancere ruller med filament til 3D-print, der indeholder genanvendt plast (af typerne ABS og PETG). Efter planen startes produktionen i foråret 2021. Det er første gang, 3D-print-filament bliver lavet af genanvendt plast, og det er et af den seneste tids nye opfindelser hos Aage Vestergaard Larsen.

”Det er noget, jeg altid har tænkt gav god mening. For mig er det bare en anden form for råvare. Lidt ligesom vi har granulatet, og vi har pulveret, jamen, så har vi så en streng, der hedder filament i det her tilfælde”.

Gitte Buk Larsen

Business Development and Marketing Director,
Aage Vestergaard Larsen A/S

Hos Aage Vestergaard Larsen har man undersøgt markedet for filamenter, hvor alle har været ny-varer (virgin-materiale). Man er blevet overrasket over den svingende kvalitet i materialerne. Under ledelse af Gitte Buk Larsen gik virksomheden således for alvor i gang med udviklingen af filament i genanvendt plast i januar 2020. Produktet er blevet testet af forskellige aktører fra store medico-virksomheder til institutioner og private. Hos Aage Vestergaard Larsen lægger man stor vægt på netop testfasen og på de genanvendte materials sporbarhed, som sikres gennem leverancer fra pålidelige leverandører.

”Der har ikke tidligere været nogen, som med 100 % sikkerhed kunne garantere, at det var 100 % genanvendt plast – før nu. Med vores filament vil der følge et datablad og foreslåede indstillinger til de mest gængse 3D-printere. På den måde bidrager vi også til at minimere spild”.

Gitte Buk Larsen

Business Development and Marketing Director,
Aage Vestergaard Larsen A/S

Det er stadig et nyt område for Aage Vestergaard Larsen at lave filament, men virksomheden har en lang og bred erfaring med plast at trække på, så man har gode forventninger til fremtiden. Der er begrænsninger i forhold til medico og fødevarer, men ellers vil der være mange produkter, der fremover vil kunne 3D-printes med genanvendt plast.

Hvis man mener alvorligt, at man vil gøre noget ved CO₂-aftrykket, er der en mulighed her. En undersøgelse, Aage Vestergaard Larsen har fået lavet, viser, at man sparer miljøet for 2,4 kg CO₂, hver gang man bruger 1 kg genanvendt plast i stedet for en ny-vare.



HOS AAGE VESTERGAARD LARSEN KOMMER DER 15.000 TON PLASTIK IND OM ÅRET. HER BLIVER DET RENSET, KVÆRNET OG LAVET OM TIL GRANULAT, SÅ PLASTIKKEN KAN FÅ NYT LIV I NYE PRODUKTER. AAGE VESTERGAARD LARSEN LAVER GRANULATET OM TIL FILAMENT AF GENANVENDT PLASTIK, OG DET FØRER TIL BÆREDYGTIGE, INNOVATIVE PRODUKTER I EN 3D PRINTER.
FOTO: AAGE VESTERGAARD LARSEN A/S

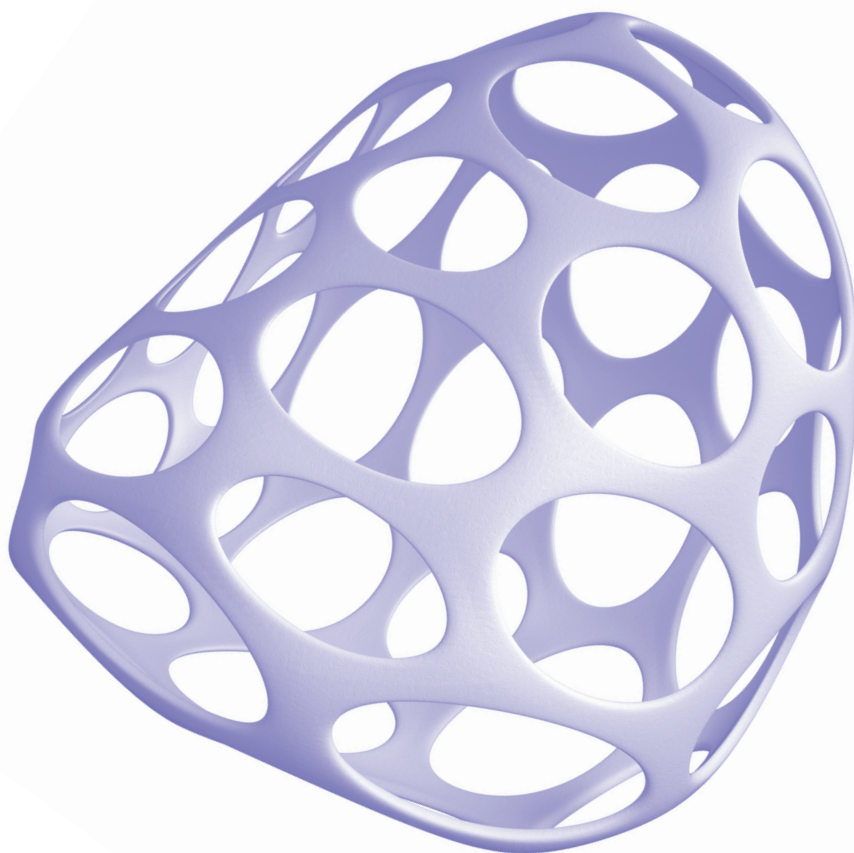
Kun få SMV'er kobler i dag AM med deres bæredygtighedsstrategi

I dag er det kun få danske SMV'er, der inkluderer AM som et led i deres bæredygtighedsstrategi. Der er dog tegn på, at flere ser muligheder for dette på længere sigt. Hos alle aktører i økosystemet ligger der således endnu en stor opgave i at arbejde videre mod at forløse og formidle bæredygtighedspotentialet i additiv produktion. Et initiativ på området er AM Sustain-programmet, der i 2019 blev gennemført første gang. Her indgik en række danske SMV'er i et innovationsforløb, hvor de fik støtte til deres arbejde med at bruge AM som en strategisk løftestang for bæredygtighed. Programmet starter op igen i januar 2021 i en justeret form.

AM Sustain-programmet fortsætter i 2021

Innovationsprogrammet er målrettet små og mellemstore virksomheder, der udvikler bæredygtige løsninger med et højt kommercielt potentiale med afsæt i 3D-print. AM Sustain kombinerer AM-teknologiens store forretningspotentiale med Verdensmålenes (Sustainable Development Goals) strategiske fokus på fremtidens markedsbæhov.

AM Sustain ledes af Deloitte i samarbejde med Dansk AM Hub.



Global handelsgruppe bestiller og offentliggør uafhængig forskning om miljøfordelene ved AM

The Additive Manufacturer Green Trade Association (AMGTA) er en global handelsgruppe oprettet for at fremme de miljømæssige fordele ved AM. Siden oprettelsen i november 2019 har AMGTA udgjort et konsortium bestående af 12 medlemsorganisationer, som arbejder for at fremme bæredygtighed inden for AM. En af AMGTA's medstiftere er Brian Neff, administrerende direktør for Sintavia, som er en af de førende producenter af AM inden for luftfarts-, forsvars- og rumindustrien. I 2020 blev Dansk AM Hub og AMEXCI AB, der har base i Sverige og inkluderer flere internationale virksomheder, begge medlem af AMGTA.

AMGTA bestiller og offentliggør uafhængig forskning i de miljømæssige fordele ved AM. Delft University of Technology har gennemført det første forskningsprojekt, en litteraturbaseret, systematisk gennemgang af de miljømæssige fordele ved metal-AM (se tekstboksen nedenfor for mere information om projektets resultater).

“The AMGTA’s plan is to provide the industry with rigorous, independent, and ongoing research. We will continue to commission studies and publish research findings in an effort to update the industry and other key stakeholders on what our eco-footprint is now and what we will need to focus on in the future to be more sustainable”.

Sherry Handel
Executive Director, AMGTA

State of Knowledge on the Environmental Impacts of Metal Additive Manufacturing

According to its authors, the report “synthesizes existing academic literature comparing the environmental impacts of metal AM with conventional manufacturing methods, and provides context with impacts of common metals and processing methods found in a materials database.” Its goal “is to summarize current knowledge and identify areas where information is sparse, unclear, and much needed.” Key takeaways from the report include that, while “AM generally has much higher carbon footprints per kg of material processed than CM [conventional manufacturing] when considering the direct manufacturing process itself...impacts depend greatly on part geometry—a solid cube will be much lower impact to produce by machining, while a hollow shell or lattice can be lower impact to produce by AM.” The report further recognizes the need for additional life cycle assessment (LCA) studies to quantify environmental impacts: “More LCA studies are necessary to definitively compare metal AM to CM; especially direct comparisons of AM to machining, and especially for technologies such as binder jetting and DED. These LCAs should ideally also include more of the product life cycle.”

Quotes from researchers Dr. Jeremy Faludi and Corrie Van Sice.

The full paper is available to AMGTA member companies, other industry stakeholders, and the general public on the AMGTA website at: <https://www.amgta.org/resources/>.

3D-printgiganten EOS fremmer et bæredygtigt mindset hos sig selv og sine kunder

EOS, der leverer AM-løsninger og industrielle 3D-printere i hele verden, har en ambitiøs bæredygtighedsstrategi. Med den løbende implementering arbejder EOS for at skubbe på en generel udvikling hos sine kunder, og virksomheden møder samtidig en stigende efterspørgsel efter miljømæssigt bæredygtige løsninger.

EOS arbejder med bæredygtighed under overskriften ansvarlig fremstilling, herunder med fokus på 'People', 'Planet' og 'Performance'. 'People' henviser til medarbejdernes adfærd; at de respekterer miljøet og udviser ansvarlig forretningsadfærd. 'Planet' vedrører miljømæssige overvejelser i forhold til materialevalg samt mulighederne for at reducere udledning af drivhusgasser med brug af 3D-print. Endelig handler 'performance' om produkterne, hvilket indebærer overvejelser om energieffektivitet og evt. ændringer i forsyningskæden for at sikre et mere miljøvenligt produkt for kunden.

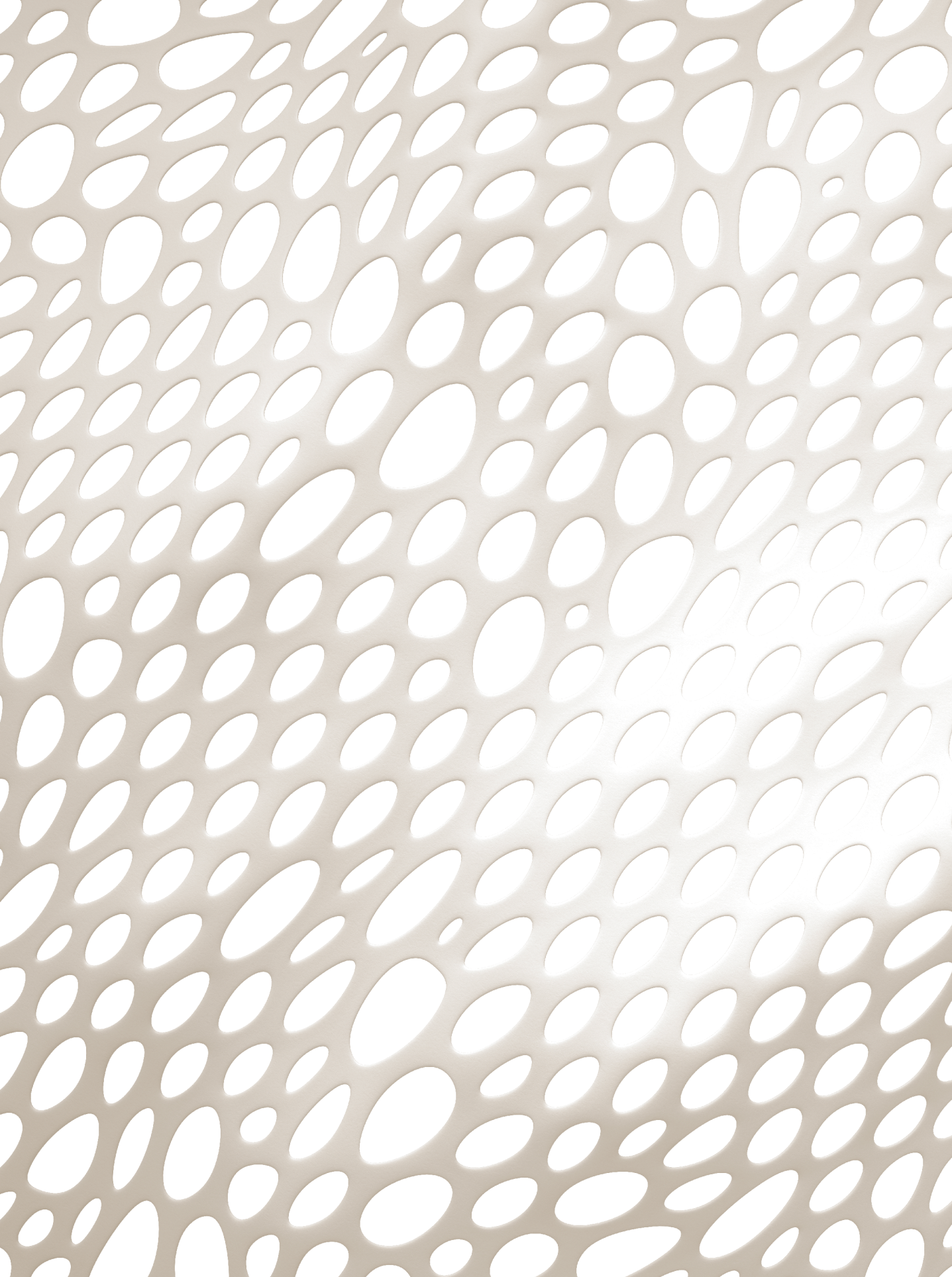
“We work with our customers on transforming products by researching and using sustainable materials and on designing products that are more sustainable compared to what is possible with traditional manufacturing practices. It is a shift of mindset that we are developing in dialogue with our clients. More and more governmental institutions are supporting this as a strategic topic as well, and we are open to bring in our expertise whenever it is asked for”.

Markus Glasser

Senior Vice President EMEA, EOS

En af måderne, hvorpå EOS og virksomhedens kunder arbejder med bæredygtighed i AM, er gennem optimering af produkter, så de vejer mindst muligt. Letvægtskonstruktioner reducerer kundens energiforbrug både i transport og i brug. Derudover har man fokus på at genanvende overskydende printmateriale og på at printe lokalt og on-demand for at mindske overproduktion og unødigt transport.

Markus Glasser peger på, at fremstillingsindustrien i Norden er foran i forhold til et generelt innovativt mindset. Man er vant til at tænke bæredygtighed ind i løsninger, og han er overbevist om, at det også fremadrettet kommer til at præge udviklingen inden for AM i regionen.



Potentialer for AM i metal

AM i metal, hvor emner i f.eks. stål, aluminium og titanium kan printes, åbner mange nye muligheder for industriel fremstilling, især hvad angår design, produktionstid og pris. Det giver desuden virksomhederne mulighed for at tilpasse sig et marked, hvor der er stigende krav om fleksible produkter og korte deadlines. Den mest almindelige anvendelse af teknologien er til print af delkomponenter, til færdige produkter eller til andre virksomheder. I Danmark er der endnu kun få virksomheder, der benytter sig af 3D-print i metal, men der er i de senere år begyndt at ske en udvikling. Dette kapitel sætter fokus først på internationale tendenser og dernæst på udviklingen i Danmark samt i nabolandet Sverige.

Den internationale udvikling inden for metal

I 2020 blev den anden oversigt over internationale ledere inden for AM udgivet. Oversigten, Additive Manufacturing Landscape 2020, inkluderer i alt 231 organisationer (171 organisationer i 2019). Den er publiceret af den London-baserede konsulentvirksomhed AMFG, der selv er med på listen som en af de ledende aktører inden for software-udvikling. Formålet med oversigten er at give fremstillingsvirksomheder på tværs af brancher en bedre forståelse af det nuværende marked for AM og fremadrettet at kunne bruge den som 'benchmark' til at sammenligne udviklingen i industrien. Danmark har ikke organisationer repræsenteret på listen, men fra Sverige er Höganäs og Sandvik repræsenteret som to ud af i alt 24 ledende metalleverandører.

Ifølge AMFG er høje materialepriser og det tilgængelige materialeudvalg de største barrierer for at implementere AM. Priserne falder imidlertid langsomt, i takt med at brugen af 3D-printere kontinuerligt øges. Både AM-polymerer og -metaller er dog stadig dyrere end ikke-AM-materialer.

Også antallet af tilgængelige materialer vokser kontinuerligt. The Senvol Database oplyste i år 2245 forskellige AM-materialer, en stigning fra 1700 materialer i 2019. Af disse er 804 metalmaterialer, med nikkel, stål og titanium som de markedsledende, men også omfanget af aluminiumprodukter stiger. Mens metalmaterialer begynder at vinde indpas, er polymerer fortsat de mest anvendte og udgør 82 % af markedet. I et internationalt perspektiv er den største kundesgruppe for metal serviceleverandører, hvilket er en tendens, der også afspejles i Danmark.



Bühler Group har gjort deres omkostninger lavere med en 3D metalprinter, da hver enhed er lavet i ét stykke modsat tidligere, hvor de var sammensat af flere komponenter. Foto: Bühler Group

Økosystemet i Danmark sætter fokus på industrielt 3D-metalprint

Teknologisk Institut gennemførte i 2018 en undersøgelse, der viste, at omkring 30 % af de danske virksomheder, der deltog i undersøgelsen, kunne se, at 3D-metalprint var en mulighed for dem – men at blot 3 % var i gang med teknologien. Hver femte virksomhed blandt dem, der syntes, at 3D-metalprint var relevant for dem, ville selv investere i de nødvendige kompetencer og udstyr. En stor del ville anvende underleverandører, mens hver fjerde virksomhed ikke havde en klar forestilling om, hvordan introduktionen af 3D-metalprint ville forløbe (3D metal-print revolution i fremstillingsindustrien, Teknologisk Institut 2018).

Teknologisk Institut er en af de aktører i det danske økosystem, som har investeret i 3D-metalprintere for herigenem at fremme danske virksomheders brug af teknologien. Instituttet åbnede i 2018 Center for industriel 3D-print i Aarhus, hvor der er fire metalprintere tilgængelige. Derudover har også Force Technology, DTU, Aarhus Universitet, NextTech i Kolding og Herningsholm Erhvervsskole investeret i 3D-metalprintere. Sidstnævnte er projektejer på det nyligt opstartede projekt "3D Metal Alliancen", hvor Dansk AM Hub også indgår som partner.

Projekt satser på kompetenceudvikling af midtvestjysk klynge af metalvirksomheder

Projektet, som har fået finansiering fra Industriens Fond, vil styrke klyngen af metal-SMV'er i Danmark ved at opbygge "3D Metal Alliancen" – et samarbejde med Herningsholm Erhvervsskole og AU Herning, som skal give industrien adgang til 3D-metalprintkompetencer og -udstyr.

Projektet består af en række uddannelsesaktiviteter, hvorunder der bl.a. oprettes et korps af metalprintlæringe, som skal være spydspidser i forhold til at bringe viden og kompetencer ud i virksomhederne. Undervejs skal seminarer klæde metal-SMV'erne på til bedre at kunne se forretningsmuligheder, og der indgås individuelle kompetenceforløb.

3D Metal Alliancen skal på længere sigt give danske metal-SMV'er adgang til faglærte og ingeniører med solide kompetencer inden for 3D-metalprint og styrke deres markedsposition og konkurrencekraft.

Projektet AM-Line 4.0, som Teknologisk Institut driver i samarbejde med bl.a. DTU, MADE, Danfoss og Grundfos, har nu været i gang i tre år. Der afholdes i den sammenhæng open labs, workshops og industribesøg hos virksomheder, som allerede arbejder med AM. Formålet er, med fokus på åben innovation, at udbrede 3D-metalprint til flere virksomheder. Hos Teknologisk Institut oplever man en stigende interesse, og flere danske virksomheder er i løbet af det seneste år blevet hjulpet videre i forhold til deres muligheder for at anvende 3D-metalprint.

”Metal-3D-print er nu modnet i en grad, hvor det giver mening bredt i fremstillingsindustrien og ikke kun i produktion af højværdiprodukter. Vi har f.eks. småkageproducenten, der printer dyser til anvendelse i produktion. Der er sket et skifte i de seneste år, hvor vi også ser mere konkurrencedygtige priser på industrielle 3D-printere”.

Jeppe Skinnerup Byskov

Souschef, ph.d., Teknologisk Institut

I undersøgelsen fra 2018 så virksomheder især pris og kvalitet som hindringer for at investere i teknologien, og de oplevede ikke, at 3D-metalprint blev efterspurgt af deres kunder. I økosystemet arbejdes der netop på at forberede de danske SMV'er på at være konkurrencedygtige, så de er klar i det øjeblik, nye konkurrenter kommer til og udnytter fordelene ved 3D-metalprint med billigere, skræddersyede og lettere komponenter og produkter.

Danitech A/S: Langt om længe giver det mening at 3D-printe i metal

The Additive Manufacturer Green Trade Association (AM For sønderjyske Danitech A/S, der udvikler 'motion and control solutions', som er en vital disciplin i konstruktionen af industrimaskiner, er tiden nu moden til at 3D-printe maskinkomponenter i metal.

Pappresseren på genbrugsstationen, affaldskomprimatoren bag supermarkedet eller løftebordet hos den store industrivirksomhed. Alt sammen er det eksempler på maskiner, der anvender moderne hydraulik og mekanik. Selv om Danitech i mange år har været frontløber på området, har virksomheden været tøvende med at udforske AM-teknologien på grund af de tekniske begrænsninger inden for metalprint. Men netop de begrænsninger er efterhånden ved at være fortid.

”Vi har haft mange diskussioner om 3D-print hen over årene, men de er stort set alle sammen endt med konstateringen af, at 3D-print primært egner sig til plastik. Sådan har det også været historisk, men sådan er det ikke nødvendigvis længere. Det har været en øjenåbner for os at finde ud af, at metalprint rent faktisk kan lade sig gøre”.

Rasmus Iversen

Head of Business Development, Danitech A/S

Danitech har deltaget i AM Sustain-programmet, hvor de har arbejdet med deres idé om at bruge 3D-print som fremstillingsmetode til hydrauliske ventilblokke. Det skal fremover indgå som en integreret del af tilbuddet til udviklingsafdelingen hos maskinproducenter og andre af virksomhedens kunder, der ønsker at styrke bæredygtighed og innovation.

”Selv om vi stadig er i den indledende fase, er det indlysende for os, at 3D-print fjerner nogle af de begrænsninger, som man normalt associerer med de traditionelle produktionsmetoder. Det betyder bl.a., at vi kan lave mere specielle og avancerede bevægelses- og kontrolløsninger til vores kunder. Det betyder også, at vi langt lettere kan indgå som en integreret del af vores kunders udviklingsafdeling og hjælpe dem med at tænke innovation og bæredygtighed ind i deres forretning”.

Rasmus Iversen

Head of Business Development, Danitech A/S

Selv om AM-teknologien har rykket sig meget i de seneste år, er der dog stadig barrierer, påpeger Rasmus Iversen. Den største af dem er uden tvivl prisen. Derfor ser de indtil videre primært på specialopgaver, hvor prisen ikke nødvendigvis er førsteprioritet. Et andet interessant område for virksomheden fremadrettet er lavvolumenprodukter. Her kan 3D-print både gøre Danitech i stand til at reducere spildet med 50-70 % og samtidig nedbringe transportomkostningerne.



Foto: Zmorph Multitool 3D printer

Salget af industrielle 3D-metalprintere til virksomheder er endnu begrænset

PLM Group er forhandler af 3D-printere i Danmark, resten af Norden og Baltikum. De understreger, at salget af 3D-metalprintere til danske virksomheder endnu er begrænset. Hos PLM Group lægger man meget vægt på at vejlede sine kunder, så man i samråd med den enkelte virksomhed vurderer business-case og materialevalg. Herunder diskuteres det, hvilken kvalitet der er behov for i forbindelse med virksomhedens planlagte anvendelse af teknologien.

”Vi hjælper virksomhederne med at tage helikopterblikket, så man ser på hele værdikæden. 3D-print vil altid tabe på pris, hvis man sammenligner 1-1. Det handler om at give en add-on til fremstillingen i dag, og det handler om designmulighederne, det giver”.

Jimmy Müller

Business Development Manager, PLM Group

Overordnet set er der fortsat et behov for at udbrede virksomhedernes kendskab til mulighederne med 3D-metalprint. Der er i den sammenhæng behov for gode cases, som virksomhederne kan spejle sig i. Som det fremgår af tekstboksen, er plastik og højtydende plastik, der i nogle tilfælde anvendes som alternativ til metal, de dominerende materialevalg blandt PLM Groups kunder og samarbejdspartnere.

Nordiske og baltiske virksomheders materialevalg

PLM Group følger udviklingen på markedet med et årligt spørgeskema, som de sender til kunder og andre fremstillingsvirksomheder i deres netværk i den nordisk-baltiske region. Det seneste fra 2019 omfattede 187 svar fra virksomheder i forskellige brancher (The current state of 3D-printing, PLM Group 2019). Nedenfor oplistes resultaterne angående virksomheders materialeanvendelse:

- Plastik er det mest anvendte materiale. 91 % af de adspurgte bruger materialet, en stigning på 7 procentpoint fra 2018.
- Højtydende plast ligger på 29 %, det samme som i 2018. Det betragtes som et højt tal, da disse materialer hovedsagelig bruges til produktion-værktøjer og delelementer i slutprodukter.
- Metalmaterialer er faldet fra 35 til 12 %. Det kan forklares på flere måder. For det første bruges 3D-print af metal hovedsagelig til slutbrugsdele. For det andet bruger mange højtydende plast som et alternativ til metal.



Sammen med DanSTAR har Teknologisk Institut 3D printet et brændkammer til en raketdyse. AM teknologien har gjort det muligt at signifikant formindske vægten og derved reducere brændstof brugt på at løfte raketten. Foto: Teknologisk Institut

Potentialer for det danske økosystem, hvis vi ser mod Sverige

Dansk AM Hub fik i samarbejde med Alfred Nobel Science Park i Sverige i 2020 finansiering fra Interreg Øresund-Kattegat-Skagerrak-programmet til for-projektet AM Nordic. For-projektet skal undersøge mulighederne for et styrket samarbejde mellem AM-økosystemerne i Danmark, Norge og Sverige med henblik på udvikling af et større samarbejdsprojekt. Som et led i for-projektet er der i efteråret 2020 blevet gennemført en analyse, der bl.a. konstaterer, at industrielt AM i metal er et fælles fokusområde på tværs af de skandinaviske lande, om end den industrielle brug varierer. Fra både dansk og norsk side ser man således muligheder for at trække på erfaringerne i det svenske økosystem, hvor der er stærkt opbyggede kompetencer på området i både forsknings- og udviklingsmiljøer samt i fremstillingsindustrien.

Nogle af de mest avancerede brugere af AM, der også har indflydelse internationalt, er Siemens Industrial Turbomachinery i Finspång, som er et flagskib for metal-AM i hele Siemens, samt GKN Aerospace og Sandvik, som begge har småskalaproduktion af komponenter. Særligt det unikke miljø baseret i Örebro inden for metal-AM, kaldet AMEXCI, bliver fremhævet som en mulig inspirationskilde for danske virksomheder.

Additive Manufacturing Excellence for Industry (AMEXCI) blev etableret i 2017 på initiativ af investor Marcus Wallenberg, som samlede 11 af Sveriges største fremstillingsvirksomheder for at skubbe bag på udviklingen inden for AM. Saab, ABB, Atlas Copco og Scania er nogle af de virksomheder, der var med til at etablere AMEXCI. AMEXCI's rolle er at fungere som et forsknings-, udviklings- og uddannelsesben for medlemsvirksomhederne. Således drives 16 forskellige forskningsprogrammer i regi af AMEXCI, mere end 500 af medarbejdere i ejergruppen har deltaget i et specialudviklet uddannelsesprogram, og med brug af de tilgængelige 3D-printere er der designet og produceret mere end 300 unikke applikationer til produktion. Formålet med joint venture-virksomheden AMEXCI, der både udgør et samarbejde for F&U og uddannelse samt et storskala-3D-printcenter, er at inspirere medlemsvirksomhederne til at tage det, de lærer, og integrere det i deres egne processer.

AM i metal var ét ud af flere fokusområder i analysen, der giver indspil til en videre samarbejdsproces. Dansk AM Hub og Alfred Nobel Science Park vil således – som afslutning på for-projektet – samle virksomheder og andre aktører til en workshop, hvor der skal arbejdes videre med udformningen af et kommende samarbejdsprojekt.

Det danske aktørlandskab

Større og stærkere AM-netværk bekræfter teknologiens potentiale

Oversigten over aktørerne på det danske AM-marked giver et overblik over, hvilke områder de opererer indenfor. Fra år til år viser det også udviklingen på markedet både generelt og inden for specifikke områder.

Det samlede aktørlandskab består i Danmark af leverandører, udviklere, rådgivere, netværk, uddannelsesinstitutioner og brugere af AM-teknologien. Aktørernes vigtigste opgave er at tilbyde mulighed for videndeling og sørge for, at AM-teknologien udbredes til industrien, så flere virksomheder adopterer teknologien i det omfang, det er relevant.

I tabel 1 ses definitionen på de forskellige aktører. Oversigten er udarbejdet med input fra dele af økosystemet selv. De forskellige aktører kan godt have snitflader til nogle af de andre kategorier, og i sådanne tilfælde placeres aktøren under sin hovedaktivitet/fokus/område. De enkelte aktører er ikke vægtet op imod hinanden i forhold til omfanget af deres AM-aktiviteter.

Oversigten er ikke udtømmende, men udtryk for et øjebliksbillede.

TABEL 1
Definition af aktører.

Aktør	Definition
Leverandører	Forhandlere af hardware, software, materialer, scannere m.v. til 3D-print.
Udviklere	Udviklere af hardware, software og materialer til 3D-print.
Rådgivning og Ydelser	Printservicevirksomheder og konsulenter, der kan have AM som enten en central eller en perifer del af deres forretning
Viden, Forskning & Uddannelse	Universiteter, uddannelsesinstitutioner og andre læringsmiljøer, der har forskningsaktiviteter eller værksteder, udbyder kurser eller lignende.
Organisationer / Netværk	Organisationer, foreninger og/eller online-platforme, der enten har 3D-print som sit absolutte fokus, eller som har en vigtig rolle i forhold til at udbrede anvendelsesorienteret viden til industrien.
Brugere	Virksomheder, i hvilke AM-teknologien er en essentiel del af deres forretningsgrundlag og bidrager signifikant til deres konkurrenceevne.

AM Aktørlandskab



Mangler der virksomheder, eller er din virksomhed placeret forkert, så kontakt Dansk AM Hub: info@am-hub.dk

Et økosystem i vækst

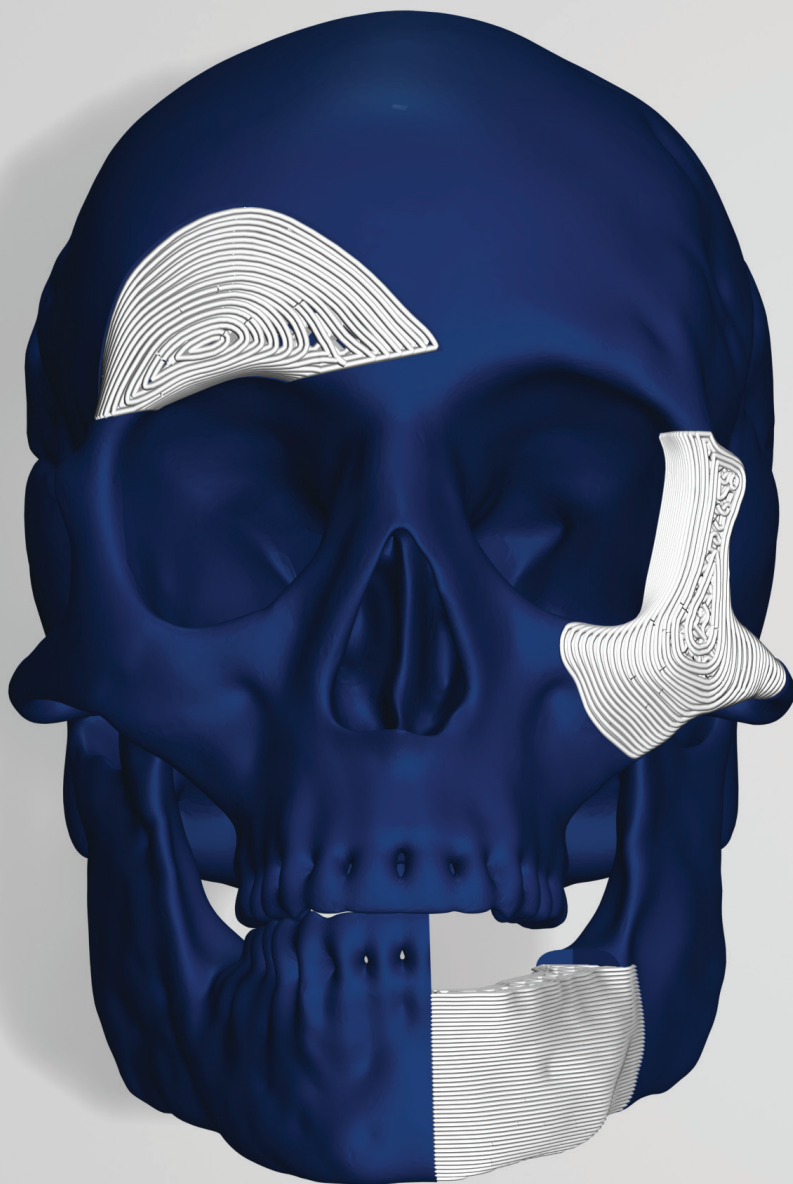
Det danske aktørlandskab viser fortsat sit potentiale, og der kommer løbende nye AM-virksomheder ind på markedet.

De nye virksomheder, der opererer inden for AM-området, inkluderer bl.a. Pond 12, Farmdroid og Arcanaut. Fællesnævneren for alle tre er, at AM-teknologien er en bærende del af deres forretningsmodel. Pond 12 og Farmdroid viser gode eksempler på, hvordan teknologien kan bruges i en bæredygtig sammenhæng. Pond 12 går en spændende fremtid i møde med udvikling af 100 % biobaseret 3D-print-filament. Farmdroid har brugt teknologien til at udvikle en fuldautomatiseret robot til såning og lugning af afgrøder i landbruget, hvilket er en løsning, der både reducerer omkostninger og CO2-udledning. Arcanaut demonstrerer, hvordan teknologien inden for produktion af ure kan bruges til at skabe nye designmuligheder, som ikke ville have været mulige med traditionelle produktionsmetoder.

Mere etablerede aktører har også haft et yderst positivt 2020. Året startede med, at Damvig A/S blev opkøbt af svenske Prototal A/B. Et opkøb, som både kan cementere Damvig A/S som en endnu stærkere spiller inden for AM og samtidig er et tegn på det store potentiale for deres forretningsområde. Hertil har Create it REAL også senest rejst 23 million DKK fra Investo Capital og VF Venture (under Vækstfonden). Endelig er det lykkedes Particle3D at rejse lidt over 20 mio. DKK fra West Hill Capital. Det er en kapitaltilførsel, som skal bruges til at igangsætte produktion af 3D-printede knoglefrakturer, få produktet klar til markedet og opbygge en stærk marketingplatform.

Også hos andre aktører ses positive tendenser, særligt i forhold til det øgede fokus på metalprint. Inden for GTS-verdenen har Force Technology åbnet nye 3D-metalprint- og lasersvejsfaciliteter i Lindø Industripark.





Med et 3D printet individualiseret, porøst og nedbrydeligt knogle-implantat bliver knogle-implantation mere præcist, effektivt og sikkert. Det betyder, at kirurger får mulighed for at designe et knogle-implantat til patientens behov og anatomi og strømline arbejdsprocessen, hvilket giver en bedre procedure og en højere kvalitet. Foto: Particle3D



Dansk AM Hub ser frem til 2021

2020 har i den grad været præget af coronakrisen, hvilket har sat sine tydelige spor i store dele af industrien herhjemme. Mange virksomheder har kæmpet med faldende omsætning og eksport og oplevet øget pres på deres globale forsyningskæder. Det har sat fokus på, hvordan vores virksomheder bør tænke i større robusthed i krisesituationer og overveje, hvordan bl.a. nye teknologier kan bidrage til, at virksomheder forbliver konkurrencedygtige – også i vanskelige tider. Additiv produktion kan spille en vigtig rolle i den udvikling, og det er i det kommende år Dansk AM Hubs klare målsætning at mobilisere de danske AM-aktører endnu mere og få sat AM helt frem på dagsordenen, så endnu flere danske virksomheder tager teknologien til sig.

Dansk AM Hub har i 2020 afsluttet en strategiproces, som peger mod et øget fokus på bæredygtighed i de kommende fire år. Det er vigtigt, at industrien begynder at se, hvordan AM-teknologien nu og på længere sigt kan blive en central brik i omstillingen henimod en bæredygtig og mere klimavenlig dansk produktionssektor, som er endnu mere konkurrencedygtig. Derfor skal AM og bæredygtighed gennem real-life cases gøres konkret for danske virksomheder, så vi kan gøre Danmark verdensførende i anvendelsen af AM til bæredygtighed.

I Dansk AM Hub kommer vi derfor til at igangsætte en række nye initiativer og programmer, hvor bæredygtighed vil være i centrum. Det betyder, at de fleste af Dansk AM Hubs aktiviteter vil blive målt op imod en række bæredygtighedsparametre, så 'branchen' står tilbage med en tydeligere fornemmelse af, hvor meget AM-teknologien rent faktisk kan bidrage med i forbindelse med fjernelsen af CO2 fra virksomhedernes produktionsgange.

Der vil allerede fra starten af 2021 blive igangsat en målrettet indsats for at komme endnu tættere på virksomhederne ude omkring i landet, og Dansk AM Hub vil i det kommende år have særligt fokus på at skabe mere lokal forankring og være endnu mere synlige. Der vil blive sat fokus på metalprints store potentiale og rolle, som vi i Danmark kun har set begyndelsen af, således at flere virksomheder vil begynde at kigge den vej.

Det er fortsat vigtigt for Dansk AM Hub at holde fast i en række oprindelige filantropiske principper for vores virke og fortsat at være Danmarks uafhængige og nationale samlingspunkt for AM-teknologien, der har til formål at inspirere og udbrede kendskabet til AM-teknologien. Vores ambition er til stadighed at være den aktør i Danmark, som bringer økosystemet sammen og taler ind i de

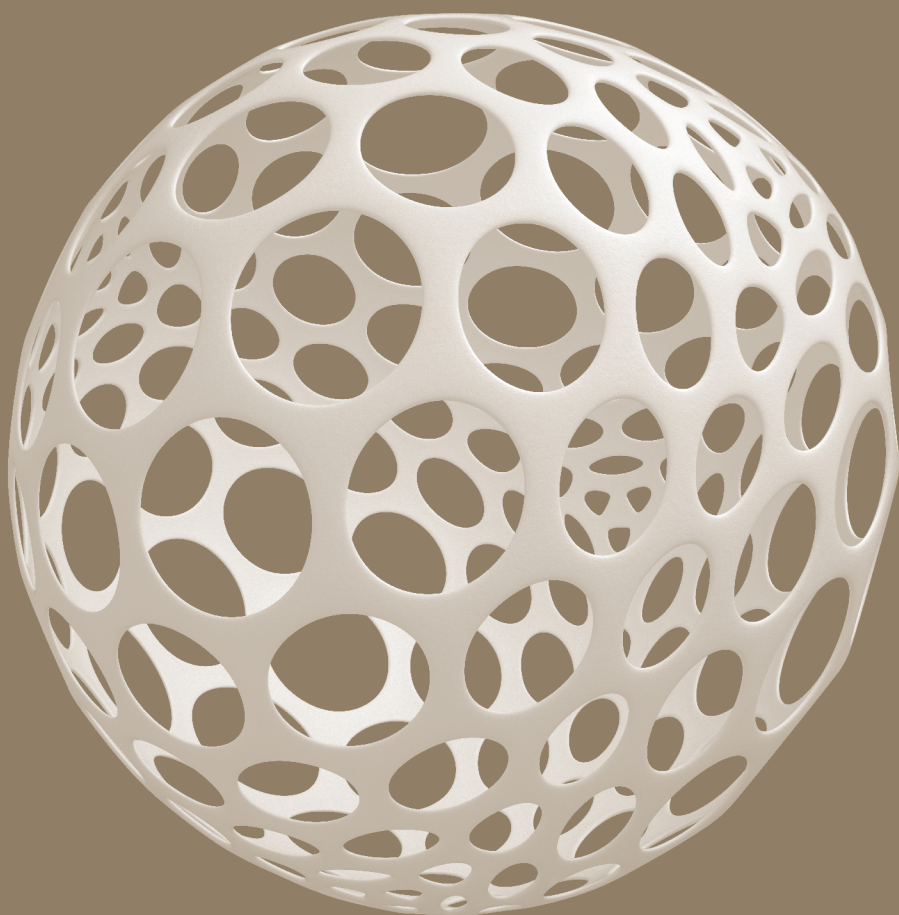
strategiske overvejelser, som virksomhederne kan gøre sig i forhold til at integrere AM-teknologien i virksomhedens forretninger, og samtidig være den brobygger, der mobiliserer alle AM-aktører i Danmark, så virksomheder, der har et ønske om at arbejde med AM-teknologien, får den bedste rådgivning og vejledning til netop deres konkrete udfordring.

Udfordringerne forbundet med at tiltrække kvalificeret arbejdskraft inden for AM kræver et nationalt løft i uddannelsessystemet, så Danmark kan give branchen den nødvendige, dygtige og tilpasningsdygtige arbejdsstyrke nu og i fremtiden. Med udgangspunkt i danske fremstillingsvirksomheders kompetencebehov har Dansk AM Hub taget initiativ til at gennemføre en behovsanalyse for AM i uddannelsessystemet, som vil blive gennemført af Iris Group i perioden november 2020-februar 2021. Den vil bestå af en inddragende proces, hvor der indsamles perspektiver fra større danske fremstillingsvirksomheder, SMV'er og uddannelsesmiljøerne. Disse aktører bringes sammen for at diskutere behov samt fremadrettet handling på uddannelsesområdet.

Som noget nyt i år kan virksomheder melde sig ind i Dansk AM Hub, hvad enten de betragter sig som en del af AM-aktørlandskabet, er en ny startup eller en helt almindelig dansk produktionsvirksomhed med interesse for AM. Det vil give adgang til en lang række af Dansk AM Hubs værditilbud, lige fra gratis deltagelse på AM-konferencer (i Danmark og internationalt), print-vouchers, deltagelse i rådgivning- og sparringsforløb med erfarne eksperter inden for AM og en masse mere.

Læs mere om et medlemskab hos Dansk AM Hub <https://am-hub.dk/medlem/> eller kontakt os direkte på info@am-hub.dk.

Vi glæder os til 2021!



DANSK AM HUB

CARL JACOBSENS VEJ 16,
OPGANG 16, 1. SAL, 2500 VALBY

WWW.AM-HUB.DK

