

Rapport

Den teknologiske udvikling og kompetencer på fremtidens arbejdsmarked

En litteraturoversigt



Karsten Albæk

Den teknologiske udvikling og kompetencer på fremtidens
arbejdsmarked – En litteraturoversigt

VIVE og Karsten Albæk, 2018

e-ISBN: 978-87-7119-512-5

Projekt: 100788

VIVE – Viden til Velfærd

Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd

Herluf Trolles Gade 11, 1052 København K

www.vive.dk

VIVE blev etableret den 1. juli 2017 efter en fusion mellem KORA og SFI. Centeret er en uafhængig statslig institution, som skal levere viden, der bidrager til at udvikle velfærdssamfundet og den offentlige sektor. VIVE beskæftiger sig med de samme emneområder og typer af opgaver som de to hidtidige organisationer.

VIVEs publikationer kan frit citeres med tydelig kildeangivelse.

Forord

Denne rapport indeholder en gennemgang af aktuelle, væsentlige rapporter, som forsøger at identificere kompetence- og færdighedsbehov på fremtidens arbejdsmarked. Hovedinteressen er de forventede ændringer i arbejdsopgaver og kompetencer som følge af ny teknologi. Rapporten indeholder korte resuméer af de væsentligste konklusioner og en opstilling af de færdigheder og kompetencer, som optræder i materialet. Præsentationen i rapporten er sat op, så man forhåbentligt hurtigt kan få et overblik over resultaterne i litteraturen.

Litteraturgennemgangen sigter mod at medtage bidrag, som omfatter (lister af) navngivne færdigheder, som vurderes af betydning på fremtidens arbejdsmarked. Denne rapport inkluderer en omtale af samtlige bidrag med lister over kompetencer eller færdigheder på fremtidens arbejdsmarked, som er identificeret via litteratursøgningen. I enkelte tilfælde medtages endvidere bidrag, som har betydning for vurdering af det omfang, computere kan overtage arbejdsfunktioner.

En del af den gennemgåede litteratur har et betydeligt bredere sigte end vurdering af kompetencebehov på fremtidens arbejdsmarked, fx behandles den teknologiske udviklings forventede betydning for arbejdsløshed, beskæftigelse og erhvervsdeltagelse. Der er en betydelig spændvidde mellem de forskellige bidrags vurdering af dette emne. Denne spændvidde illustreres med en omtale af udvalgte bidrag i rapportens afsluttende oversigt.

Rapporten er udarbejdet af seniorforsker, ph.d. (økonomi) Karsten Albæk efter opdrag fra Uddannelses- og Forskningsministeriet. Stud.scient.soc. Julie Kaas Seerup har bistået med litteratursøgningen. Rapporten er gennemlæst og kommenteret af forskningsleder emeritus, mag.scient.soc. Anders Rosdahl. Faglig kvalitetssikring af rapportens indhold er gennemført ved professor Erling Barth, Institutt for samfunnsforskning, Oslo.

Lisbeth Pedersen

19. april 2018

Indhold

Sammenfatning	5
1 Indledning.....	8
2 Begrebsafklaring	9
2.1 Fag eller "occupations"	9
2.2 Arbejdsfunktioner eller "tasks"	9
2.3 Kompetencer og "skills"	10
2.4 Europa og O*NET	11
2.5 Fremtiden.....	12
3 Eksisterende viden	13
3.1 Udviklingen i arbejdsfunktioner; Autor, Levy & Murnane (2003)	13
3.2 Polarisering; Goos, Manning & Salomons (2014)	14
3.3 Kapløb mellem teknologi og uddannelse; Goldin & Katz (2008)	15
3.4 Slut med vækst i efterspørgsel efter kognitive færdigheder? Beaudry, Green & Sand (2016)	15
3.5 Vækst i efterspørgsel efter sociale færdigheder; Deming (2017)	16
3.6 Efter disruptionen; Autor & Dorn (2009)	17
3.7 Om fremtiden og fremtidens uddannelser; Autor (2015)	17
4 Fremskrivninger med eksperter og O*NET	19
4.1 Eksperter og computerisering af fag; Frey & Osborne (2013).....	19
4.2 Computerisering af arbejdsfunktioner – PIAAC; Arntz, Gregory & Zierahn (2016)	21
4.3 En revurdering; PwC (2017)	23
4.4 En videreudvikling af Frey & Osborne (2013); Citi GPS (2016)	24
4.5 Computerisering af arbejdsfunktioner; McKinsey Global Institute (2017a)	24
4.6 Trends og beskæftigelse; Bakhshi m. fl. (2017)	26
4.7 Behov for færdigheder i Europa; Cedefop (2013)	28
4.8 En survey; World Economic Forum (2016).....	29
5 Andre fremskrivninger	32
5.1 Færdigheder i PIAAC og computere; Elliott (2017).	32
5.2 Sociale og andre kompetencer; World Economic Forum (2015).....	33
5.3 En engelsk survey; Deloitte (2015).....	35
6 Opsamling	36
6.1 Eksisterende viden.....	36
6.2 Oversigt over kompetencebehov på fremtidens arbejdsmarked	37
6.3 Teknologisk udvikling, arbejdsløshed og erhvervsdeltagelse.....	39
Bilag 1 Litteratursøgning og -udvælgelse	41
Bilag 2 Skematisk oversigt over kompetencebehov.....	42
Litteratur	45

Sammenfatning

Denne rapport indeholder en oversigt over litteraturen om den teknologiske udviklings betydning for efterspørgsel efter arbejdskraft med forskellige kompetencer på fremtidens arbejdsmarked. Rapporten indeholder en gennemgang af aktuelle, væsentlige rapporter, som forsøger at identificere kompetence- og færdighedsbehov på fremtidens arbejdsmarked. Hovedinteressen er de forventede ændringer i arbejdsopgaver og kompetencer som følge af ny teknologi.

Udgangspunktet for vurderingerne af behovene for kvalifikationer på fremtidens arbejdsmarked er opgørelser af ændringer i kvalifikationskravene de seneste årtier. I litteraturen skelnes der mellem de arbejdsfunktioner ("tasks"), som computere kan overtage ("rutine" arbejdsfunktioner), og de arbejdsfunktioner, som computere ikke kan overtage ("ikke-rutine" arbejdsfunktioner). Over tid er der sket ændringer i sammensætningen af de arbejdsfunktioner, de beskæftigede udfører. De fleste opgørelser viser en betydelig formindskelse over tid i omfanget af rutine arbejdsfunktioner. Modsætningsvis har der været en kraftig vækst i kognitive ikke-rutine arbejdsfunktioner, mens udviklingen i manuelle ikke-rutine arbejdsfunktioner indtager en mellemposition.

Når fag rangordnes efter lønniveau, ses, at omfanget af rutinemæssige arbejdsfunktioner typisk er større blandt fagene i midten af lønfordelingen sammenlignet med fagene i toppen og bunden af lønfordelingen. Opgørelsen tilsiger, at den teknologiske udvikling over tid vil reducere beskæftigelsen for fagene, der ligger i midten af lønfordelingen, relativt til beskæftigelsen i toppen og i bunden af lønfordelingen. Flere studier viser en sådan polarisering af arbejdsmarkedet, også for Danmark (Goos, Manning & Salomons, 2014).

Når omfanget af job med rutine arbejdsfunktioner formindskes, mens andelen med ikke-rutine arbejdsfunktioner forøges, kan det forventes, at betydningen af samarbejde på arbejdspladserne (teamproduktion) bliver større og dermed også betydningen af at kunne interagere produktivt med kolleger (sociale færdigheder). På det amerikanske arbejdsmarked har der været en kraftig vækst i beskæftigelsen i de fag, som kræver et højt niveau af både matematiske og sociale færdigheder, Derimod var der en reduktion af beskæftigelsen i de fag, som kræver højt niveau af matematik, men lavt niveau af sociale færdigheder. Fagene med høje krav til matematik, men lave krav til sociale færdigheder, omfatter mange "STEM fag" (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Gode kognitive færdigheder giver højere lønninger, og det samme gælder gode sociale færdigheder. Kombinationen af gode kognitive evner og gode sociale færdigheder giver imidlertid en ekstra lønmæssig bonus ud over, hvad niveauet for kognitive og sociale evner tilsiger. Det økonomiske afkast af sociale færdigheder har været stigende over tid. Gode kognitive og sociale færdigheder forøger sandsynligheden for at opnå fuldtidsbeskæftigelse.

Et godt spørgsmål er, om man kan forvente, at den hidtidige polarisering på arbejdsmarkedet vil fortsætte i fremtiden. En hovedbidragyder til litteraturen om den teknologiske udviklings påvirkning af arbejdsmarkedet mener *ikke*, at det vil være tilfældet. Forfatteren forventer i de kommende årtier et betydeligt spektrum af "middle-skill" job, som kombinerer faglært kunnen ("specific vocational skills") med grundlæggende færdigheder på middelniveau inden for læsning, regning, tilpasningsevne, problemløsning og "common sense". Formodningen er, at arbejdsfunktionerne i denne type job ikke kan opløses i komponenter, hvor maskiner udfører funktioner på middelniveau, mens arbejdskraften udfører de resterende funktioner på lavt fagligt niveau, uden at der indtræder en væsentlig formindskelse i kvaliteten. Argumentet leder frem til, at mange job på middelniveau i fremtiden vil kombinere rutine funktioner med forskellige ikke-rutine funktioner, hvor mennesker har en komparativ fordel: interpersonel interaktion, fleksibilitet, tilpasningsduelighed og problem-

løsning. Dette kræver imidlertid, at uddannelserne i fremtiden giver arbejdskraften færdigheder, som komplementerer ny teknologi, i modsætning til færdigheder, som kan erstattes af ny teknologi.

Denne litteraturoversigt har gennemgået en række studier, som opgør behovet for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked, og der er udarbejdet oversigter over, hvilke kompetencer studierne omtaler. Til at støtte fortolkningen er der udarbejdet en oversigt over, hvor mange studier der omtaler udvalgte overordnede færdigheder. Denne oversigt vises i tabel S.1.

Tabel S.1 Antal studier, som nævner øget behov for bestemte færdigheder på fremtidens arbejdsmarked, ud af 8 studier

Færdighed	Antal studier	De enkelte studier
Kognitive færdigheder	7	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Sociale færdigheder	7	Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Deloitte, 2015; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Problemløsning	7	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Deloitte, 2015; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Numeriske færdigheder	5	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Deloitte, 2015; World Economic Forum, 2016; 2015
Kommunikative færdigheder	4	Bakhshi m.fl., 2017; Frey & Osborne, 2013; Deloitte, 2015; World Economic Forum, 2015
IT færdigheder	3	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Cedefop, 2013; World Economic Forum, 2015

Anm.: Denne tabel er en kopi af tabel 6.1.

Blandt hovedkategorier af færdigheder viser det sig, at kognitive færdigheder er topscorer ved en opgørelse af antallet af studier, hvor denne færdighed nævnes som væsentlig på fremtidens arbejdsmarked. Det er (måske) bemærkelsesværdigt, at sociale færdigheder også er topscorer på listen på linje med kognitive færdigheder.

Nogle af studierne indeholder også en rangordning af færdighedernes betydning på fremtidens arbejdsmarked. Her viser det sig, at kognitive færdigheder tenderer til at optræde højere end sociale færdigheder på listerne over færdigheder af betydning for fremtidens arbejdsmarked.

Gennemgangen af rapporterne viser, at litteraturen om kompetencer på fremtidens arbejdsmarked ikke udelukker, at de kompetencer, som anvendes for øjeblikket, også anvendes i fremtiden. Det indtryk, man får ved gennemlæsning af bidragene, er imidlertid, at der forventes en ændring i prioriteringen af kompetencerne på fremtidens arbejdsmarked.

Når virksomheder spørges om fremtidens kompetencebehov, er svaret ofte, at teamwork, samarbejde og verbal kommunikation er blandt de mest værdifulde færdigheder. Givet den betydning, som ikke-kognitive færdigheder tillægges, ville det derfor være formålstjenligt med forslag eller anvisninger til, hvordan fx skolesystemet kan fremme disse færdigheder. Den litteratur, som er gennemgået i forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport, er imidlertid desværre så godt som tavs på dette felt (det er måske forventeligt – ét emne er færdighedernes betydning, hvordan de opnås, kan siges at være et andet emne).

En enkelt forfatter nævner eksplicit, at han ikke behandler, hvordan sociale færdigheder opnås, eller om omfanget af dem kan påvirkes via uddannelse eller andre indsatser. I stedet omtales et enkelt område, hvor litteraturen giver et anvendeligt resultat i denne sammenhæng, nemlig at de positive effekter i voksenalderen af interventioner for udsatte grupper i førskolealderen synes at virke gennem forøgelse af sociale færdigheder.

Litteraturgennemgangen i denne rapport giver bl.a. anledning til en observation af betydning for vurderingen af opnåelse af kognitive og ikke-kognitive færdigheder. En rapport udmærker sig ved at medtage mål for en bredere gruppe af færdigheder end de grundlæggende kognitive færdigheder som læsning og regning. Der medtages tre mål: kreativitet, kritisk tænkning og nysgerrighed. For alle tre mål ligger finske skoleelever i top blandt de lande, som er omfattet af opgørelsen, mens danske skoleelever ligger lavere for alle tre mål. Danske skoleelever har også opnået lavere resultater end de finske, hvad angår læse- og regnefærdigheder som målt ved PISA. Baseret på denne observation synes der således ikke at være en modsætning mellem at opnå gode resultater i kognitive færdigheder og i ikke-kognitive færdigheder.

1 Indledning

We don't believe in the coming obsolescence of all human workers. In fact, some human skills are more valuable than ever, even in an age of incredibly powerful and capable digital technologies. But other skills have become worthless, and people who hold the wrong ones now find that they have little to offer employers. They're losing the race against the machine. (Brynjolfsson & McAfee, 2011, s. 8)

Den følgende rapport indeholder en gennemgang af aktuelle, væsentlige rapporter, som forsøger at identificere kompetence- og færdighedsbehov på fremtidens arbejdsmarked. Hovedinteressen er de forventede ændringer i arbejdsopgaver og kompetencer som følge af ny teknologi. Rapporten indeholder korte resuméer af de væsentligste konklusioner og en opstilling af de færdigheder og kompetencer, som optræder i materialet. Præsentationen i rapporten er sat op, så man forhåbentligt hurtigt kan få et overblik over resultaterne i litteraturen.

Den gennemgåede litteratur er bl.a. baseret på en litteratursøgning for at identificere artikler og rapporter fra førende organisationer på området. Litteratursøgning og -udvælgelse er nærmere gennemgået i bilag 1.

Rapporten koncentrerer sig om at identificere kompetence- og færdighedsbehov på fremtidens arbejdsmarked set i lyset af den teknologiske udvikling. Gennemgangen inkluderer en omtale af de metoder, som er anvendt for at nå frem til resultaterne.

Litteraturgennemgangen sigter mod at medtage bidrag, som omfatter (lister af) navngivne færdigheder, som vurderes af betydning på fremtidens arbejdsmarked. Denne rapport inkluderer en omtale af samtlige bidrag med lister over kompetencer eller færdigheder på fremtidens arbejdsmarked, som er identificeret via litteratursøgningen. I enkelte tilfælde medtages endvidere bidrag, som har betydning for vurdering af, i hvilket omfang, computere kan overtage arbejdsfunktioner.

En del af den gennemgåede litteratur har et betydeligt bredere sigte end vurdering af kompetencebehov på fremtidens arbejdsmarked, fx behandles den teknologiske udviklings forventede betydning for arbejdsløshed, beskæftigelse og erhvervsdeltagelse. Der er en betydelig spændvidde mellem de forskellige bidrags vurdering af dette emne. Denne spændvidde illustreres med en omtale af udvalgte bidrag i rapportens afsluttende oversigt.

Rapporten er disponeret som følger. I kapitel 2 omtales de begreber, som litteraturen anvender, så som fag, arbejdsfunktioner og kompetencer. Endvidere omtales centrale data, som anvendes i bidragene. Kapitel 3 gennemgår centrale bidrag i den videnskabelige litteratur på området, herunder den artikel, som danner grundlag for de fleste efterfølgende bidrag på området. Disse bidrag behandler den udvikling på arbejdsmarkedet, som har fundet sted i USA og andre OECD lande, er empiriske af karakter og analyserer data for arbejdsmarkedet i årtier op til det tidspunkt, hvor artiklerne er publicerede. Kriteriet for medtagelse af bidragene er, at de empiriske resultater skønnes at have betydning for vurderingen af behovene for kvalifikationer på fremtidens arbejdsmarked.

De følgende to afsnit indeholder litteraturgennemgangen af de bidrag, som forsøger at skønne over den fremtidige udvikling på arbejdsmarkedet. Kapitel 4 indeholder de bidrag, som tager udgangspunkt i det amerikanske arbejdsministeriums database, som indeholder detaljerede oplysninger om fag og arbejdsfunktioner. Suppleret med vurderinger fra "eksperter" danner disse opgørelser grundlaget for skøn over den teknologiske udviklings betydning for fremtidens arbejdsmarked. Kapitel 5 indeholder en gennemgang af andre bidrag. Kapitel 6 indeholder en opsamling af den gennemgåede litteratur.

2 Begrebsafklaring

Litteraturen anvender forskellige begreber i forbindelse med opgørelser og målinger af relationen mellem arbejdsmarkedet og kompetencer. Et væsentligt element i analyserne er således samspillet mellem egenskaber eller karakteristika ved personer som "kompetencer" sammenholdt med, hvad personerne foretager sig på arbejdsmarkedet. Der indledes derfor med en omtale og forsøg på afklaring af indholdet af de væsentligste begreber, som går igen i de forskellige bidrag.

Nedenstående er en oversigt over forskellige centrale begreber, som anvendes i litteraturen, der omtales i det efterfølgende, samt et forsøg på at angive indholdet i den typiske anvendelse af begreberne. Begrebernes betydning kan imidlertid variere, og ikke alle bidrag, som omtales i det følgende, lever fuldstændigt op til nedenstående systematik.

2.1 Fag eller "occupations"

Et centralt element i litteraturen er opgørelser af, hvilken type af job, de beskæftigede har, hvad der på engelsk betegnes som "occupations". På dansk findes der ikke et analogt udtryk, som dækker den engelske betegnelse. I det følgende anvendes betegnelsen "fag" eller "faggrupper" analogt til det engelske udtryk "occupation", jævnfør Danmarks Statistiks betegnelse "fagklassifikation".

Klassifikationerne i forskellige lande foretages ofte med udgangspunkt i den internationale klassifikation, "International Standard Classification of Occupations" (ISCO). Sådanne opgørelser findes fx både for det danske og for det amerikanske arbejdsmarked.

Danmarks Statistik fordeler lønmodtagerne i overensstemmelse med ISCO, eller nærmere bestemt en dansk variant, DISCO. På det mest detaljerede niveau er der af størrelsesordenen 500 faggrupper i DISCO (fx er der sondret mellem mekanikere, som reparerer personbiler, mekanikere, som reparerer lastbiler, samt et par andre typer af mekanikere).

For amerikanske forhold findes en tilsvarende klassifikation, "Census Occupation Codes", med ca. samme detaljeringniveau som DISCO. Imidlertid udarbejder det amerikanske arbejdsministerium langt mere detaljerede fagklassifikationer, som også indeholder forskellig information om fagene. Disse opgørelser spiller en central rolle som datagrundlag for de analyser, der omtales i det følgende.

2.2 Arbejdsfunktioner eller "tasks"

Et andet spørgsmål er, hvilke "tasks" eller "arbejdsopgaver", de beskæftigede udfører, hvad der i det følgende betegnes "arbejdsfunktioner". På det helt overordnede niveau skelnes der eksempelvis mellem kognitive og manuelle arbejdsfunktioner, som anvendes i varierende omfang afhængigt af den faggruppe, som lønmodtageren tilhører. Hovedkategorierne kognitive og manuelle arbejdsfunktioner kan imidlertid underopdeles i enkelte arbejdsfunktioner med en betydelig større detaljeringsgrad.

Der findes to typer kilder til opgørelser af omfanget af forskellige arbejdsfunktioner i de forskellige faggrupper. Den primære kilde har været "eksperter", som foretager opgørelser til brug for jobcentres formidling af arbejdskraft. Den anden kilde er spørgeskemaundersøgelser blandt beskæftigede, som spørges om, hvilken faggruppe, de tilhører, og hvilke arbejdsfunktioner, de udfører.

Bidragene, som analyserer amerikanske data, anvender typisk opgørelser foretaget af eksperter (det er fx datagrundlaget i Autor, Levy & Murnane (2003), som omtales nærmere i det følgende). Disse eksperter har udarbejdet den såkaldte Dictionary of Occupational Titles (DOT) for det amerikanske arbejdsministerium. Den første udgave kom i 1939 med det formål, at *furnish public employment offices ... information and techniques [to] facilitate proper classification and placement of work seekers* (Autor, Levy & Murnane, 2003, s. 1291). Senere udgaver af DOT er udkommet i 1949, 1965, 1977 og 1991. I DOT evalueres *more than 12,000 highly detailed occupations along 44 objective and subjective dimensions, including training times, physical demands and required worker aptitudes, temperaments, and interests* (Autor, Levy & Murnane, 2003, s. 1292). Opgørelserne aggregeres efterfølgende op til den trecifrede "Census Occupation Codes", hvoraf der er ca. 450.

Alternativet til opgørelser foretaget af eksperter er spørgeskemadata indsamlet fra beskæftigede. I fx Tyskland er der flere gange gennemført sammenlignelige spørgeskemaundersøgelser, hvor repræsentativt udvalgte lønmodtagere er blevet spurgt om, hvilke funktioner, de udfører på jobbet (undersøgelserne er bl.a. anvendt i Spitz-Oener, 2006). Nyere bidrag i den amerikanske litteratur anvender typisk afløseren for DOT, det såkaldte "Occupational Information Network", forkortet O*NET, som blev påbegyndt i 1998. O*NET er både baseret på ekspertvurderinger og på surveys blandt beskæftigede, som gennemføres løbende. Surveyene indeholder spørgsmål om de beskæftigedes arbejdsfunktioner, viden, kompetencer m.m. O*NET indeholder endvidere en fremskrivning af beskæftigelsen i de enkelte fag i USA over en 10-årig periode. Disse fremskrivninger revideres jævnligt, typisk hvert andet år. Den sidste revision fandt sted i 2016 og danner derfor skøn over beskæftigelsen på fag i USA frem til 2026.¹

2.3 Kompetencer og "skills"

Kompetencer (eller "competencies") anvendes typisk om egenskaber hos personer (i modsætning til fag og arbejdsfunktioner, som er karakteristika ved arbejdsmarkedet). Begrebet anvendes bl.a. af OECD i forbindelse med undersøgelser, som sigter mod at måle færdigheder hos respondenterne, der er relevante på arbejdsmarkedet og i samfundet.

Den mest kendte af OECD's undersøgelser er Programme for International Student Assessment (PISA), som måler skoleelevers kompetencer, når de er 15 år, især kompetencer inden for læsning, matematik og naturvidenskab. I 2012 gennemførte OECD en tilsvarende undersøgelse blandt voksne i alderen 16-65 år, Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC). Undersøgelsen sigter primært mod at måle respondenternes færdigheder inden for læsning, matematik og problemløsning med IT, men inkluderer også spørgsmål om fx respondenternes arbejdsfunktioner.

I litteraturen optræder også begrebet "skills" (som ofte oversættes med "færdigheder"). Begrebet anvendes bl.a. i litteraturen om "skills mismatch", som sigter mod at opgøre, om de færdigheder, som lønmodtagerne har erhvervet i uddannelsessystemet, svarer til de færdigheder, som de anvender på arbejdspladserne (se fx ILO, 2014). En sådan opgørelse forudsætter, at "skills" kan opgøres og måles hos både personer og job.

Da begreberne synes at have nuancer, hvad angår den betydning, de tillægges i forskellige sammenhænge, kan det være nyttigt at nævne en (hel- eller) halvofficiel beskrivelse i en fælles rapport

¹ Det er disse fremskrivninger, der danner baggrund for opgørelserne i den netop udgivne rapport fra World Economic Forum (2018). Rapporten behandler overgangen til beskæftigelse, således at der er et godt match mellem arbejdstager og job, set i lyset af de aktuelle ændringer på arbejdsmarkedet.

fra Cedefop og ILO.² Ifølge oversigten over "Key Technical Terms" (Cedefop & ILO, 2016, s. 214-15) afgrænses "competency" til:

The proven or demonstrated individual capacity to use know-how, skills, qualifications or knowledge in order to meet usual and changing occupation situations and requirements. (UNESCO)

Tilsvarende afgrænses "skill" til:

Skill is understood as being the ability to carry out a mental or manual activity, acquired through learning and practice, where skill is an overarching term which includes knowledge, competency and experience, as well as the ability to apply these in order to complete tasks and solve work-related problems.

Ifølge disse afgrænsninger er "skills" således et mere overordnet begreb, som inkluderer kompetencer, hvor andre komponenter af "skills" omfatter viden og erfaring.

Begrebet kompetencer har betydelig anvendelse i forskellige landes uddannelsessystemer. Fx er det i Danmark et krav til kurser på de videregående uddannelser, at de enkelte kurser skal indeholde en beskrivelse af de kompetencer, som de studerende forventes at erhverve ved at følge kurset. Det kan være af relevans at nævne Uddannelses- og Forskningsministeriets såkaldte "kvalifikationsramme", som danner udgangspunkt for beskrivelsen af de enkelte kurser.³ Der skelnes således mellem (1) viden:

Viden angiver viden om et emne samt forståelse

(2) færdigheder:

Færdigheder angiver, hvad en person kan gøre eller udføre

og (3) kompetencer:

Kompetencer handler om ansvar og selvstændighed og angiver evnen til at anvende viden og færdigheder i en arbejdsituation eller i studiemæssig sammenhæng.

Begrebet "færdighed" anvendes i denne rapport i overensstemmelse med ovenstående afgrænsning af "skills" i Cedefop & ILO (2016).

2.4 Europa og O*NET

En betydelig del af de undersøgelser, som omtales i denne litteraturoversigt, bygger på opgørelser fra den amerikanske database O*NET. Et naturligt spørgsmål er derfor, i hvilket omfang opgørelser af indholdet af arbejdsfunktioner for fag i USA er sammenlignelige med tilsvarende opgørelser for europæiske arbejdsmarkeder.

Dette spørgsmål kan i nogen grad besvares, idet det spørgeskema, som ligger til grund for O*NET, er blevet anvendt til at gennemføre surveys i både Italien og Tjekkiet. Man kan derfor opgøre besvarelsenerne for de enkelte fag i USA og undersøge, hvor stor sammenhængen er med

² Cedefop er EU's center for arbejdsmarkedsrelateret uddannelse, beliggende i Thessaloniki, og har den engelske betegnelse "European Centre for the Development of Vocational Training". Indholdet af internationalt sammenlignelige arbejdsmarkedsstatistiske begreber som arbejdsløshed og arbejdsstyrke fastlægges af FN's arbejdsmarkedsorganisation ILO ("International Labour Organization"), som er beliggende i Geneve.

³ Se <https://ufm.dk/uddannelse/anerkendelse-og-dokumentation/dokumentation/kvalifikationsrammer/begreber>.

besvarelserne for de enkelte fag i Italien og Tjekkiet. Det viser sig, at der i de fleste tilfælde er en ganske pæn overensstemmelse mellem besvarelserne i USA og de to europæiske lande.

En rapport fra Cedefop viser en høj grad af overensstemmelse for 18 variable i O*NET (Cedefop, 2013, tabel 18, s. 76). Resultaterne af spørgeskemaet for USA sammenholdt med henholdsvis Italien og USA giver en høj korrelation for de fleste variables vedkommende (de fleste har en korrelationskoefficient omkring 0,8). En væsentlig undtagelse er, at der er stor forskel mellem USA og de to europæiske lande i de beskæftigedes vurdering af betydningen af fremmedsprog for at udøve faget (korrelationskoefficienterne mellem de amerikanske og europæiske svar ligger på 0,4-0,6 på det tocifrede ISCO niveau), men her er der netop grund til at forvente en forskel mellem USA og Europa.

Beskæftigedes besvarelser af samme surveys i USA og to europæiske lande viser således god overensstemmelse mellem amerikanske og europæiske beskæftigedes vurdering af færdigheders betydning for varetagelse af fag. Denne observation giver anledning til at forvente, at opgørelser med anvendelse af information fra den amerikanske database O*NET også har relevans for europæiske forhold.

2.5 Fremtiden

Skønnene over behov for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked set i lyset af den teknologiske udvikling tager typisk udgangspunkt i den teknologi, som er kendt og eksisterer for øjeblikket. Imidlertid er kendte teknologier oftest ikke udbredt til alle anvendelsesområder, bl.a. fordi der kan være udviklingsomkostninger i forbindelse med tilpasningen af teknologien til forskellige anvendelser. Rapporter med mere kompleks metodologi angiver, at der er dannet skøn over fx udviklingsomkostninger og hastigheden af udbredelse af teknologi til forskellige segmenter af økonomien. I nogle rapporter er der anført en tidsgrænse, således at fremskrivningerne angives at gælde til et bestemt årstal.

3 Eksisterende viden

Dette kapitel gennemgår centrale bidrag i den videnskabelige litteratur på området. Alle bidragene har form af artikler offentliggjort i internationale tidsskrifter (undtagen en bog, som er baseret på artikler i internationale tidsskrifter). Den første artikel, som gennemgås nedenfor, danner grundlag for de fleste efterfølgende bidrag på området, herunder de fleste fremskrivninger af kompetencer på fremtidens arbejdsmarked, som omtales i de efterfølgende afsnit.

Bidragene behandler den udvikling på arbejdsmarkedet, som har fundet sted i USA og andre lande, er empiriske af karakter og analyserer data for arbejdsmarkedet i årtier op til det tidspunkt, hvor artiklerne er publicerede. Kriteriet for medtagelse af bidragene i denne litteraturgennemgang er, at de empiriske resultater skønnes at have betydning for vurderingen af behovene for kvalifikationer på fremtidens arbejdsmarked. Typisk begrænser gennemgangen af bidragene sig til at nævne konklusionen, tidsperiode og de begreber, som anvendes i bidragene.⁴

3.1 Udviklingen i arbejdsfunktioner; Autor, Levy & Murnane (2003)

Autor, Levy & Murnane (2003) danner udgangspunktet for den efterfølgende litteratur på området. Derfor foretages en kort gennemgang af centrale elementer i denne artikel.

Autor, Levy & Murnane (2003) foretager en begrebsmæssig opdeling i to dimensioner af de arbejdsfunktioner, som de beskæftigede udfører. Den ene dimension er, om arbejdsfunktioner er af rutinemæssig karakter, hvilket indebærer, at arbejdsfunktionen kan udføres af maskiner, som følger eksplicitte programmeringsregler. Øvrige arbejdsfunktioner er af ikke-rutinemæssig karakter. Den anden dimension er, om arbejdsopgaverne er manuelle, eller om de ikke er manuelle. De ikke-manuelle arbejdsfunktioner betegner Autor, Levy & Murnane (2003), s. 1285, som "information processing", men i den efterfølgende tabel i artiklen står disse arbejdsfunktioner opført som analytiske og interaktive arbejdsfunktioner. Efterfølgende anvendes også betegnelsen "cognitive" om disse arbejdsfunktioner.

Resultatet af opdelingen kan vises i en to gange to tabel som i tabel 3.1. Pointen i opdelingerne er, at computerisering må forventes at have forskellig effekt i tabellens felter. Rutinefunktioner er defineret som arbejdsfunktioner, som kan udføres af maskiner, og som derfor må forventes at erstatte arbejdskraft, eller "substituere" arbejdskraft, jævnfør indholdet i tabellens første søjle (hvor "substantiel substitution" står angivet i begge rækker). Modsætningsvis kan analytiske eller interaktive arbejdsfunktioner (der samlet betegnes som "kognitive arbejdsfunktioner") udføres mere effektivt ved hjælp af computere. Resultatet er, at efterspørgslen efter disse arbejdsfunktioner forøges, jævnfør betegnelsen "stærk komplementaritet" i tabellens første række, anden søjle. Øget anvendelse af computere forventes ikke at have betydning for de manuelle arbejdsfunktioner, som ikke kan udføres af computere, jævnfør indholdet af tabellens anden række, anden søjle ("begrænset substitution eller komplementaritet").

⁴ For egentlige surveys af litteraturen om den teknologiske udviklings betydning for udviklingen på arbejdsmarkedet henvises til Acemoglu & Autor (2011); Autor (2013, 2015). En dansk oversigt over samfundsøkonomiske effekter af uddannelse er Andersen (2018), som inkluderer analytiske overvejelser baseret på udførelse af arbejdsfunktioner eller "tasks". Andersen (2018) indeholder endvidere referencer til danske bidrag på området, herunder Skaksen & Malchow-Møller (2003).

Tabel 3.1 Konsekvenser af computerisering afhængigt af arbejdsfunktioner

Arbejdsfunktioner	Rutine	Ikke-rutine
Analytiske og interaktive (kognitive)	Substantiel substitution	Stærk komplementaritet
Manuelle	Substantiel substitution	Begrænset substitution eller komplementaritet

Kilde: Autor, Levy & Murnane, 2003, s. 1286.

Autor, Levy & Murnane (2003) anvender den amerikanske opgørelse over arbejdsfunktioner, DOT, for årene 1977 og 1991. Dataperioden i den empiriske undersøgelse går fra 1960 til 1998.

Autor, Levy & Murnane (2003) tager udgangspunkt i de detaljerede arbejdsfunktioner i DOT og aggregerer op til fem hovedkategorier, som anvendes i analyserne. De fem kategorier svarer til indholdet i tabel 3.1. De fem hovedkategorier er: "routine cognitive" (række 1, søjle 1), "routine manual" (række 2, søjle 1), "non-routine manual" (række 2, søjle 2 i tabel 3.1), mens indholdet i række 1, søjle 2 deles op i to kategorier: "non-routine analytic" og "non-routine interactive".

Autor, Levy & Murnane (2003) viser, at der over tid er sket ændringer i sammensætningen af arbejdsfunktioner. Omfanget af rutine arbejdsfunktioner er formindsket betydeligt, både hvad angår kognitive og manuelle rutine arbejdsfunktioner. Modsætningsvis har der været en kraftig vækst i både analytiske og interaktive ikke-rutine arbejdsfunktioner, mens udviklingen i manuelle ikke-rutine arbejdsfunktioner indtager en mellemposition.

Disse empiriske resultater i Autor, Levy & Murnane (2003) danner udgangspunkt for en betydelig efterfølgende litteratur. Hvis den hidtidige udvikling fortsætter, må fremtiden forventes at indebære en fortsat reduktion i omfanget af rutine arbejdsfunktioner og en fortsat vækst i omfanget af analytiske og interaktive ikke-rutine arbejdsfunktioner.

Ændringer i omfanget af forskellige arbejdsfunktioner over tid kan ske både mellem fag og inden for fag. Udviklingen i beskæftigelsen *mellem* fag betegnes af Autor, Levy & Murnane (2003), s. 1292, som den "ekstensive margin". Denne variation tager imidlertid ikke højde for ændringer i arbejdsfunktioner over tid *inden for* de enkelte fag, som Autor, Levy & Murnane (2003) betegner som den "intensive margin". Målinger af ændringer i den intensive margin kræver to tidsmæssigt adskilte opgørelser af arbejdsfunktioner inden for de enkelte fag, og forfatterne anvender DOT opgørelserne for 1977 og 1991 til dette formål. En opgørelse på brancheniveau viser, at hovedparten af væksten i både analytiske og interaktive ikke-rutine arbejdsfunktioner er sket inden for brancher, mens forskydninger mellem brancher spiller en mindre rolle (Autor, Levy & Murnane, 2003, s. 1298).

3.2 Polarisering; Goos, Manning & Salomons (2014)

I den økonomiske litteratur findes der to "hovedskoler" i forbindelse med analyser af konsekvenserne af ny teknologi. Den ene er "Skill-Biased Technological Change", den anden er "Routine-Biased Technological Change" eller "task approach", jævnfør ovenstående gennemgang af Autor, Levy og Murnane (2003). I Goos, Manning & Salomons (2014) anvendes forkortelserne SBTC og RBTC for de to typer af tankegange eller modeller.

Når fag rangordnes efter lønniveau, viser det sig typisk, at omfanget af rutinemæssige arbejdsfunktioner eller "tasks" er større blandt fagene i midten af lønfordelingen sammenlignet med fagene i toppen og bunden af lønfordelingen. Tankegangen i RBTC tilsiger derfor, at den teknologiske udvikling over tid vil reducere beskæftigelsen for fagene, der ligger i midten af lønfordelingen, relativt til beskæftigelsen i toppen og i bunden af lønfordelingen. Flere studier viser en sådan udvikling. Denne udvikling tages som evidens for, at den teknologiske udvikling over tid har reduceret

omfanget af rutineprægede arbejdsfunktioner. Resultatet af RBTC er derfor en polarisering af arbejdsmarkedet, jævnfør titlen på Goos & Manning (2007), *Lousy and Lovely Job: The Rising Polarization of Work in Britain*.

Typiske tager undersøgelseerne udgangspunkt i de amerikanske opgørelser af arbejdsfunktioner inden for fag, især O*NET – det gælder fx Goos, Manning & Salomons (2014) i deres analyse af udviklingen i forskellige europæiske lande (data er EU's Labour Force Survey). For de fleste lande findes en reduktion i beskæftigelsen for grupper i midten af fagstrukturen. Dette gælder ifølge opgørelsen hos Goos, Manning & Salomons (2014) også for Danmark.

3.3 Kapløb mellem teknologi og uddannelse; Goldin & Katz (2008)

I litteraturen om "Skill-Biased Technological Change" er udgangspunktet en antagelse om, at teknologiske ændringer har en forskellig effekt på forskellige typer af arbejdskraft kategoriseret efter uddannelse: personer med lav uddannelse har job, som bliver påvirket af muligheden for at automatisere arbejdsprocesser, mens personer med høj uddannelse har job, som bliver mere produktive som følge af den teknologiske udvikling. Ifølge tankegangen vil den teknologiske udvikling over tid resultere i en større efterspørgsel efter arbejdskraft med høj uddannelse relativt til arbejdskraft med lav uddannelse. Resultatet af SBTC er derfor et "kapløb mellem teknologi og uddannelse", jævnfør titlen på Goldin & Katz (2008): *The Race between Education and Technology*. Litteraturen på dette felt analyserer typisk emnet inden for en økonomisk model baseret på udbud og efterspørgsel efter højt- og lavt uddannet arbejdskraft samt ændring over tid i den relative efterspørgsel som følge af den teknologiske udvikling.

Goldin & Katz (2008) viser, at lønningerne til college-uddannede amerikanere, relativt til high school-uddannede, faldt i perioden fra 1910 til 1950. Fra 1950 og frem til 2005 steg de relative lønninger imidlertid kraftigt, således at lønforskellen i 2005 var ca. på niveau med forskellen i 1910 (Goldin & Katz, 2008, figur 8.1, s. 290). Den sidste del af perioden, 1990-2005, var karakteriseret ved en moderat vækst i lønningerne og i udbuddet af college-uddannede sammenlignet med den foregående periode, 1980-1990 (Goldin & Katz, 2008, tabel 8.1, s. 297). Forfatterne når derfor frem til det resultat, at væksten i efterspørgslen efter højtuddannede som følge af den teknologiske udvikling har været mere afdæmpet i den sidste del af det tidsrum, der analyseres. Forøgelsen i lønforskellene mellem personer med og uden college-uddannelse i perioden 1990-2005 tilskrives derfor den reducerede vækst i antallet af college-uddannede (Goldin & Katz, 2008, s. 303).

3.4 Slut med vækst i efterspørgsel efter kognitive færdigheder? Beaudry, Green & Sand (2016)

Beaudry, Green & Sand (2016) analyserer udviklingen i efterspørgsel og udbud af fag på det amerikanske arbejdsmarked i perioden 1980 til 2013. Resultatet er en interessant modifikation til resultaterne i Autor, Levy & Murnane (2003).

Beaudry, Green & Sand (2016) opdeler fagene i tre kategorier: (1) "cognitive, non-routine task occupations", (2) "routine task occupations" og (3) "manual nonroutine-task occupations". Forfatterne viser, at beskæftigelsen i den første kategori, kognitiv beskæftigelse, har været voksende fra 1980 til 2000 for herefter at være stabil i perioden 2000 til 2013. Et tilhørende indeks for udbuddet har været voksende gennem hele perioden (Beaudry, Green & Sand, 2016, figur 6, s. S221). Beskæftigelsen i den anden kategori, rutinebeskæftigelse, har været kraftigt faldende siden 1990, mens det tilhørende indeks for udbuddet har været svagt faldende. Den tredje kategori, manuel

beskæftigelse, viser en kraftig vækst i beskæftigelsen over perioden, mens indekset for udbuddet har været kraftigt faldende (Beaudry, Green & Sand, 2016, figur 8, s. S224).

Analysen giver indtryk af, at væksten i kognitiv beskæftigelse siden år 2000 er standset på trods af, at udbuddet er steget, hvilket står i modsætning til manuel beskæftigelse, hvor beskæftigelsen er steget, mens udbuddet er faldet. Disse observationer giver anledning til titlen på artiklen: *The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks*.

Beaudry, Green & Sand (2016) indeholder også et bud på forklaring af udviklingen. Perioden op til år 2000 skulle være karakteriseret ved betydelig investering i "General Purpose Technology". Under introduktions- og investeringsfasen af denne teknologi var der en kraftig efterspørgsel efter fag, som krævede anvendelse af kognitive evner. Efter introduktionen af teknologien er der imidlertid alene behov for vedligeholdelse af teknologien, og væksten i efterspørgslen efter arbejdskraft med kognitive evner ophører derfor.

Den empiriske analyse i Beaudry, Green & Sand (2016) giver et interessant billede af den senere udvikling i efterspørgslen efter kompetencer på det amerikanske arbejdsmarked. Resultatet står i skarp kontrast til en betydelig del af den litteratur om efterspørgsel efter kompetencer på fremtidens arbejdsmarked, som gennemgås i det følgende.

3.5 Vækst i efterspørgsel efter sociale færdigheder; Deming (2017)

Deming (2017) analyserer betydningen af sociale færdigheder på det amerikanske arbejdsmarked for perioden 1980 til 2012. Han noterer indledningsvis, at betydningen af samarbejde på arbejdspladserne (teamproduktion) synes at være forøget og dermed også betydningen af at kunne interagere produktivt med kolleger.

Data for analysen er variable fra O*NET kombineret med surveys. Sociale færdigheder for et fag måles som gennemsnittet af fire variable fra O*NET: (1) koordinering, (2) forhandling, (3) overtalelse og (4) social opfattelsesevne. Analogt med Autor, Levy & Murnane (2003) måles også analytiske færdigheder, men Deming (2017) holder sig til matematiske færdigheder. Indekset for matematiske færdigheder er således konstrueret ud fra svarene om, i hvilket omfang faget kræver (1) evner til at ræsonnere matematisk, (2) matematik for at løse problemer og (3) viden om matematik (Deming, 2017, s. 1615).

Deming (2017) foretager herefter en kategorisering af fagene efter hvilket omfang, de kræver af matematiske og sociale færdigheder, hvor opdelingen er en todeling i høj eller lav. Det viser sig, at der i perioden 1980 til 2012 har været en kraftig vækst i beskæftigelsen i de fag, som kræver et højt niveau i både matematiske og sociale færdigheder, næsten 12 procentpoint målt som andel af den amerikanske arbejdsstyrke. Modsætningsvis var der en reduktion i beskæftigelsen på 3 procentpoint i de fag, som kræver højt niveau af matematik, men lavt niveau af sociale færdigheder (Deming, 2017, s. 1593 og 1625-27). Det noteres, at fagene med høje krav til matematik, men lave krav til sociale færdigheder, omfatter mange "STEM fag" (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Deming (2017) omfatter også en analyse af aflønningen til kognitive og sociale færdigheder (de surveys, som anvendes til analyserne, indeholder variable, der kan anvendes som indikatorer for kognitive evner og sociale færdigheder). Gode kognitive evner giver højere lønninger, og det samme gælder gode sociale færdigheder. Kombinationen af gode kognitive evner og gode sociale færdigheder giver imidlertid en ekstra lønmæssig bonus ud over, hvad niveauet for kognitive og

sociale evner hver for sig skulle tilsi (koefficienten til interaktionsleddet mellem kognitive og sociale evner er positiv, se Deming, 2017, tabel 1, s. 1620).

Endvidere vises det, at det økonomiske afkast af sociale færdigheder har været stigende over tid. Aflønningen til gode sociale færdigheder var således betydeligt højere i 2000'erne sammenlignet med midt 80'erne og 1990'erne (Deming, 2017, s. 1593 og 1629-32).

Deming (2017) indeholder endvidere en analyse af, i hvilket omfang færdigheder har betydning for at have fuldtidsbeskæftigelse. Det vises, at gode kognitive og sociale færdigheder forøger sandsynligheden for at have fuldtidsbeskæftigelse (Deming, 2017, tabel 4, s. 1630).

Afslutningsvis nævnes:

This article argues for the importance of social skills, yet it is silent about where social skills come from and whether they can be affected by education or public policy. (Deming, 2017, s. 1635)

Endvidere foretages den observation, at litteraturen om effekterne af interventioner for udsatte grupper i førskolealderen giver det robuste resultat, at interventionerne giver vedvarende virkninger på "outcomes" i voksenalderen som beskæftigelse, indtjening og kriminalitet, selvom korttids-effekterne på tests scores er ophørt. Det er derfor tænkeligt, at disse effekter i voksenalderen er et resultat af en forøgelse af de sociale færdigheder i førskolealderen, idet førskoleindsatsen fokuserer mere på udvikling af sociale og emotionelle kompetencer end på de mere akademisk orienterede discipliner i skolen som læsning og regning.

3.6 Efter disruptionen; Autor & Dorn (2009)

Det typiske resultat, hvad angår beskæftigelsesudviklingen over tid for forskellige fag, er som nævnt en reduktion i beskæftigelsen for grupper i midten af fagstrukturen, jævnfør omtalen af opgørelserne hos Goos, Manning & Salomons (2014). Denne udvikling rejser spørgsmålet, hvad der er blevet af de grupper, som har fået reduceret beskæftigelsen som følge af den teknologiske udvikling. Dette spørgsmål rejser fx af Autor (2015), som fremsætter den hypotese, at disse grupper i stedet har fundet beskæftigelse i lavere kategorier, dvs. "manual task-intensive occupations" (Autor, 2015, s. 19).

Autor & Dorn (2009) viser, at gennemsnitsalderen i fag med vigende beskæftigelse er vokset relativt til gennemsnitsalderen i fag med voksende beskæftigelse. For lokale arbejdsmarkeder i USA vises endvidere, at et fald i beskæftigelsen i rutinejob synes at resultere i en vækst i beskæftigelsen for højtuddannede både i den øvre og den nedre del af fagstrukturen, mens beskæftigelsen for lønmodtagere med lav uddannelse alene vokser i den nedre del af fagstrukturen.⁵

3.7 Om fremtiden og fremtidens uddannelser; Autor (2015)

Som det fremgår af ovenstående, er Autor en hovedbidragyder til litteraturen om den teknologiske udviklings påvirkning af arbejdsmarkedet. En nylig oversigtsartikel, Autor (2015), runder af med en diskussion af fremtidens arbejdsmarked og de afledede krav til uddannelsessystemet.

⁵ Det forhold, at højtuddannede tager job i den nedre del af fagstrukturen, omtales undertiden på dansk som "gøgeungeeffekten". Dette begreb kan tillægges forskellig betydning. Da gøgeungen remplacerer de fugleunger, som tidligere befandt sig i reden, ville en direkte analogi tilsi, at de højtuddannede formindsker beskæftigelsen af arbejdskraft med mindre uddannelse. En sådan effekt bygger imidlertid på den implicite forudsætning, at antallet af job for mindre uddannede er konstant, hvilket er en stærkt diskutabel antagelse.

Ifølge Auteurs vurdering vil polariseringen af arbejdsmarkedet ikke fortsætte i det uendelige. Mens mange af *arbejdsfunktionerne* i eksisterende job for middelklassen vil være mulige at automatisere, vil mange af *jobbene* for middelklassen fortsætte med at kræve en blanding af funktioner fra et bredt spektrum af færdigheder (Autor, 2015, s. 26). Som eksempel nævnes job inden for sundhedssektoren som radiologer og "nurse technicians". Sådanne fag kræver typisk kendskab til "middle-skill" matematik, "life sciences" og analytisk ræsonnement. Autor nævner, at beskrivelsen af fagene i et vist omfang også gælder faglærte job, fx inden for reparation, som blikkenslagere, bygningsarbejdere, elektrikere, ventilationsarbejdere og mekanikere. Endvidere passer beskrivelsen på en række moderne kontorjob, som understøtter koordinering og beslutningstagen, samt en række job inden for marketing.

Autor forventer således i de kommende årtier et betydeligt spektrum af "middle-skill" job, som kombinerer faglært kunnen ("specific vocational skills") med grundlæggende færdigheder på middelniveau inden for læsning, regning, tilpasningsevne, problemløsning og "common sense". Formodningen er, at arbejdsfunktionerne i denne type af job ikke kan opløses i komponenter, hvor maskiner udfører funktioner på middelniveau, mens arbejdskraften udfører de resterende funktioner på lavt fagligt niveau, uden at der indtræder en væsentlig formindskelse i kvaliteten. Argumentet leder frem til, at mange job på middelniveau i fremtiden vil kombinere rutinefunktioner med forskellige ikke-rutinefunktioner, hvor mennesker har en komparativ fordel: interpersonel interaktion, fleksibilitet, tilpasningsevne og problemløsning (Autor, 2015, s. 27).

De positive forventninger til fremtiden kommer dog med en modifikation. Det nævnes således:

This prediction has one obvious catch: the ability of the US education and job training system (both public and private) to produce the kinds of workers who will thrive in these middle-skill jobs of the future can be called into question. In this and other ways, the issue is not that middle-class workers are doomed by automation and technology, but instead that human capital investment must be at the heart of any long-term strategy for producing skills that are complemented by rather than substituted for by technological change. (Autor, 2015, s. 27)

Ifølge Autor skulle et væsentligt sigte med uddannelserne i fremtiden altså være at give arbejdskraften færdigheder, som komplementerer ny teknologi, i modsætning til færdigheder, som kan erstattes af ny teknologi.

4 Fremskrivninger med eksperter og O*NET

Dette kapitel indeholder en gennemgang af de fremskrivninger af behov for kvalifikationer på fremtidens arbejdsmarked, som tager udgangspunkt i det amerikanske arbejdsministeriums database O*NET. Suppleret med vurderinger fra "eksperter" danner disse opgørelser grundlaget for skøn over den teknologiske udviklings betydning for behovet for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked.

Denne type fremskrivninger har ikke en central placering i den akademiske litteratur. Hovedparten af bidragene består således af rapporter, som ikke er publiceret i internationale tidsskrifter.⁶

4.1 Eksperter og computerisering af fag; Frey & Osborne (2013)

Frey & Osborne (2013) er en hovedkilde til litteraturen om de forventede effekter af teknologi på fremtidens arbejdsmarked.⁷ En væsentlig del af den efterfølgende litteratur bygger på metodologien og opgørelserne i dette bidrag. Derfor foretages en gennemgang af centrale elementer i denne artikel.

Frey & Osborne (2013) tager udgangspunkt i analysen i Autor, Levy & Murnane (2003). Disse forfattere foretog en opdeling i rutine- og ikke-rutinearbejdsfunktioner, hvor rutinearbejdsfunktionerne følger eksplicite regler, der kan programmeres og derfor kan varetages af maskiner. Ifølge Frey & Osborne (2013), s. 14-16, har anvendelsen af computere nu spredt sig til arbejdsfunktioner, som almindeligvis betegnes som ikke-rutine. Det er især udviklingen af metodologi inden for "Machine Learning" anvendt på analyser af "Big Data", som ifølge Frey & Osborne (2013) har gjort det muligt for computere at overtage ikke-rutinearbejdsfunktioner.

Dette rejser spørgsmålet om, hvad det er for arbejdsfunktioner, som computere *ikke* kan overtage. Frey & Osborne (2013) anvender O*NET i den empiriske analyse. Blandt O*NET's detaljerede opgørelse af arbejdsfunktioner identificerer forfatterne i alt ni arbejdsfunktioner opgjort på tre hovedkategorier, som de vurderer, at det ikke er muligt for ingeniører at beskrive på en sådan måde, at computere kan varetage arbejdsfunktionerne. Forfatterne anvender betegnelsen "bottlenecks" (flaskehalse) om denne type af arbejdsfunktioner.

Da den foreliggende rapport sigter mod en opgørelse af behov for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked, gengives den skematiske oversigt i Frey & Osborne (2013), s. 31, i oversættelse som tabel 4.1. Den første af de tre hovedkategorier, betegnet "Opfattelse og manipulation", ses øverst i forspalten. Hovedkategorien omfatter tre variable fra O*NET, "fingerfærdighed", "manuel færdighed" og "ukomfortabel eller vanskelig arbejdsstilling", hvis beskrivelse i databasen er indeholdt i tabellens tredje søjle. Den anden hovedkategori er "kreativ intelligens", som omfatter to variable, "originalitet" og "æstetik". Den tredje hovedkategori er "social intelligens", som omfatter fire variable, "social opfattelsesevne", "forhandlingsevne", "overtalelse" og "hjælpe andre og tage vare på dem".

Den empiriske analyse hos Frey & Osborne (2013) er noget kompliceret, hvad angår fremgangsmåde og metode. "Eksperter" blev bedt om at svare på følgende spørgsmål: *Can the tasks of this*

⁶ Til at støtte forståelsen og vurderingen af resultaterne foretages i fodnoter en kort omtale af forfatterne og deres institutionelle tilknytning.

⁷ Carl Frey er ansat på Oxford Martin School, Oxford Universitet, og Michael Osborne er associate professor i Machine Learning på Department of Engineering, Oxford Universitet. På hjemmesiden for Oxford Martin School hedder det om institutionen: *We invest in research that cuts across disciplines to tackle a wide range of issues such as climate change, disease and inequality. We support novel, high risk and multidisciplinary projects that may not fit within conventional funding channels.* Gennemgangen foretages med udgangspunktet i arbejdsrapporten Frey & Osborne (2013). En forkortet version er efterfølgende blevet publiceret i et tidsskrift, Frey & Osborne (2017).

job be sufficiently specified, conditional on the availability of big data, to be performed by state of the art computer-controlled equipment. Resultatet af vurderingen var 1, hvis jobbet fuldt kan overtages af computere, og 0, hvis det ikke kan. Eksperterne var eksperter i Machine Learning og deltog i en workshop på Oxford Universitets ingeniøraftdeling. De fag, eksperterne blev bedt om at vurdere, var 70 af fagkategorierne i O*NET, og grundlaget for vurderingen var beskrivelserne af fagene i O*NET.

For hvert af disse 70 fag er det opgjort, hvor meget de ni variable nævnt i tabel 4.1 udgør af arbejdsfunktionerne. Frey & Osborne (2013) opstiller en statistisk model til at forklare den mulige computerisering (1 eller 0 på venstresiden) med disse ni forklarende variable. Den statistiske model kan bruges til at forudsige sandsynligheden af computerisering af faget. Frey & Osborne (2013) bruger den statistiske model til at forudsige sandsynligheden for computerisering for samtlige 702 fag fra O*NET, som indgår i deres analyse (resultaterne for samtlige fag præsenteres i et appendiks).

Tabel 4.1 O*NET variable, som bruges som indikatorer for flaskehalse for computerisering

Flaskehals for computerisering	O*NET variabel	O*NET beskrivelse
Opfattelse og manipulation	Fingerfærdighed	Evnen til at foretage præcist koordinerede bevægelser med fingrene for at manipulere eller samle meget små objekter
	Manuel færdighed	Evnen til hurtigt at bevæge hånden for at manipulere eller samle objekter
	Ukomfortabel eller vanskelig arbejdsstilling	Hvor ofte dette job kræver arbejde i ukomfortable eller vanskelige arbejdsstillinger
Kreativ intelligens	Originalitet	Evnen til at foreslå usædvanlige eller smarte ideer om et givet emne eller til at løse et problem
	Æstetik	Viden om teori og teknikker, som kræves for at komponere, producere og udføre musik, dans, visuel kunst, drama og skulptur
Social intelligens	Social opfattelsesevne	Opmærksomhed om andres reaktioner og forståelse for, hvorfor de reagerer, som de gør
	Forhandlingsevne	Bringe andre sammen og forsøge at forene forskelle eller uoverensstemmelser
	Overtalelse	Overtale andre til at ændre opfattelse eller adfærd
	Hjælpe andre og tage vare om dem	Yde personlig assistance, medicinsk hjælp, emotionel støtte eller anden personlig hjælp til andre, fx kolleger, kunder eller patienter

Note: Da oversættelsen af tabellen er ikke fuldstændig, og danske termer ikke altid korresponderer eksakt til de engelske, henvises derfor til originalen for eventuelt nærmere studium.

Kilde: Frey & Osborne, 2013, tabel 1, s.31.

Forfatterne opdeler fagene i kategorier efter, hvor stor sandsynlighed, de har for at blive computeriseret: lav sandsynlighed (mindre end 30 pct.), medium sandsynlighed (fra 30 til 70 pct.) og høj sandsynlighed (mere end 70 pct.). Herefter opgøres andelen af den samlede beskæftigelse i USA i de tre kategorier. Det viser sig, at kategorien med medium sandsynlighed står for 19 pct. af den samlede beskæftigelse, kategorien med lav sandsynlighed for 33 pct., mens kategorien af fag med høj sandsynlighed for at blive computeriseret står for 47 pct. af den samlede beskæftigelse i USA.

Resultatet er altså, at næsten halvdelen af de job, som de beskæftigede varetager i USA, har høj sandsynlighed for at blive overtaget af computere. Denne opgørelse har vakt betydelig opmærksomhed.⁸

⁸ Ud over den litteratur, som omtales i det følgende, har Frey & Osborne (2013) dannet udgangspunkt for overvejelserne i fx Bonin, Gregory & Zieran (2015) og Bowles (2014).

4.2 Computerisering af arbejdsfunktioner – PIAAC; Arntz, Gregory & Zierahn (2016)

Bidraget af Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er offentliggjort som arbejdspapir af OECD.⁹ Sigtet med analysen er at opgøre sandsynligheden for, at fag i forskellige lande bliver computeriserede.

Udgangspunktet for analysen er opgørelserne fra Frey & Osborne (2013) af sandsynligheden for, at forskellige fag bliver computeriserede i USA. Disse data er blevet brugt til at opgøre omfanget af fremtidig computerisering i andre lande, hvor der tages højde for, at fagstrukturen kan afvige fra den amerikanske. Ét af formålene i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er at henlede opmærksomheden på, at omfanget af arbejdsfunktioner inden for fag kan variere mellem lande. Forfatterne sigter derfor mod at udarbejde opgørelser af sandsynligheden for computerisering, hvor der tages højde for variationen af arbejdsfunktioner inden for fag mellem forskellige lande. Forfatterne anvender PIAAC til dette formål, idet PIAAC, ud over opgørelser af respondenternes evner til at besvare spørgsmål om læsning, regning og problemløsning, også indeholder svar på spørgsmål om, hvad indholdet af respondenternes job er.

Gangen i analysen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er, at der først på amerikanske data estimeres en statistisk model for sandsynlighed af fags computerisering. Den afhængige variabel i analysen er sandsynligheden for de enkelte fags computerisering som opgjort i Frey & Osborne (2013). De forklarende variable i modellen er forskellige variable fra den amerikanske PIAAC. Denne statistiske model anvendes til at forudsige sandsynligheden for, at fagene computeriseres, ikke alene i USA, men også andre lande, som har deltaget i PIAAC. Ved opgørelsen af sandsynligheden for, at job i fx Danmark computeriseres, tages der altså ikke alene højde for, at fags sammensætningen i Danmark er forskellig fra fagsammensætningen på det amerikanske arbejdsmarked, men også, at arbejdsfunktionerne i de danske fag kan afvige fra arbejdsfunktionerne i fagene i USA.

Det er begrænset, hvad der findes af opgørelser af arbejdsfunktioner i Danmark, men en sådan opgørelse er altså indeholdt i PIAAC. Det kan derfor være af interesse at opgøre, hvilke arbejdsfunktioner i PIAAC, som er udsat for computerisering. En sådan opgørelse foretages på baggrund af analysen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016), som præsenterer resultaterne for determinanter af "jobautomatisering" i USA. I tabel 4.2 er de forklarende variable opdelt i tre kategorier: variable, som tilsiger, at der er en signifikant positiv sandsynlighed for, at jobbet automatiseret, variable, som ikke har effekt på sandsynligheden for automatisering, og variable, som har en signifikant negativ effekt på sandsynligheden for automatisering.

Det fremgår af tabel 4.2, at de respondenter, som arbejder med salg, eller som svarer, at mere træning er nødvendig for at udføre jobbet, har en signifikant større sandsynlighed for at være udsat for computerisering end referencegruppen, som har en signifikant positiv sandsynlighed for at være udsat for computerisering (referencegruppen er desværre ikke angivet i arbejdspapiret). Det samme gælder, hvis man har personaleansvar, hvis man udveksler information, eller hvis man arbejder med consulting. Fire variable har hverken signifikant positiv eller negativ betydning for sandsynligheden for computerisering. De fleste variable har en signifikant negativ betydning for sandsynligheden for computerisering, fx gælder det, at de respondenter, som anvender programmeringssprog eller kommunikationssoftware, arbejder i fag med en lav risiko for computerisering.¹⁰

⁹ Forfatterne er ansat på forskningsinstitutionen Centre for European Economic Research (ZEW) i Mannheim.

¹⁰ Nogle af PIAAC variablene i analysen, som fx aflønningsform og indkomst, er ikke mål for jobfunktioner eller færdigheder. Man kan diskutere, om disse variable burde medtages i regressionsanalysen.

Tabel 4.2 Variable i PIAAC opdelt efter sandsynlighed for bidrag til computerisering af fag

Sandsynlighed for computerisering	Variabel
Signifikant positiv	Ansvarlig for personale Mere træning nødvendig Udveksling af information Salg Consulting Anvendelse af fingre eller hænder
Hverken positiv eller negativ	Niveau af computerbrug Samarbejde med andre Forhandling Læse manualer
Signifikant negativ	Uddannelseskrav til jobbet Krav til jobberfaring Aflønningsform Årlig indkomst (percentiler) Ikke udfordret tilstrækkeligt Træne andre Præsentere Planlægning af egne aktiviteter Planlægning af andres aktiviteter Organisering af eget tidsskema Gøre indflydelse gældende Løse simple problemer Løse komplekse problemer Arbejde fysisk i lang tid Læse instruktioner Læse professionelle publikationer Læse bøger Skrive artikler Udfylde formularer Beregne andele og procenter Kompleks matematik eller statistik Arbejdsrelateret brug af internet Anvende programmeringssprog Anvende kommunikationssoftware

Kilde: Arntz, Gregory & Zierahn, 2016, tabel 3, s. 31.

På baggrund af den statistiske model estimeret for USA beregner Arntz, Gregory & Zierahn (2016) sandsynligheden for, at beskæftigede i forskellige lande har job, som er udsat for computerisering. Endvidere opgør de den andel af de beskæftigede, hvis risiko er mere end 70 pct. for computerisering, dvs. samme grænse som Frey & Osborne (2013).

For Tyskland finder Arntz, Gregory & Zierahn (2016), at arbejdstagerne har en sandsynlighed på 12 pct. for at være i job med høj risiko for computerisering. Forfatterne refererer til spørgeskemaundersøgelse, som viser, at 13 pct. af de tyske lønmodtagere selv mener at have job, som er udsat for computerisering, og de to opgørelser giver således næsten samme resultat. For Danmarks vedkommende ligger sandsynligheden for at være i job med høj risiko for computerisering på ca. 7 pct., mens den i USA ligger på 9 pct.

Gennemsnittet for de 21 OECD lande i undersøgelsen er 9 pct. sandsynlighed for at være i job med høj risiko for computerisering af jobbene, hvilket er betydeligt lavere end de 47 pct., der var

resultatet i Frey & Osborne (2013), Dette er et bemærkelsesværdigt resultat, og bidraget af Arntz, Gregory & Zierahn (2016) har da også vakt betydelig opmærksomhed.¹¹

Det er imidlertid værd at fremhæve, at hvis proceduren i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) opfylder gængse kriterier for statistisk modellering, vil den gennemsnitlige sandsynlighed for computerisering af job være nogenlunde den samme som i Frey & Osborne (2013). Udgangspunktet for analysen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er jo sandsynligheden for computerisering i de enkelte fag i USA, som opgjort i Frey & Osborne (2013), og disse sandsynligheder optræder som afhængig variabel i analysen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016).

Opgørelserne i både Frey & Osborne (2013) og Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er imidlertid ikke den gennemsnitlige sandsynlighed for computerisering, men derimod andelen af job med mere end 70 pct. sandsynlighed for computerisering. De to forskellige opgørelser er således et resultat af, at fordelingen af de predikterede sandsynligheder omkring gennemsnittet i de to studier er forskellige. Nærmere bestemt må spredningen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) være mindre end i Frey & Osborne (2013).

4.3 En revurdering; PwC (2017)

Flere konsulentfirmaer har dannet skøn over, hvor mange job der vil forsvinde i fremtiden som følge af computerisering. Bidraget fra konsulentfirmaet PwC (2017) er en nyttig revurdering af analyserne i Arntz, Gregory & Zierahn (2016).

Den statistiske analyse i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) er noget indviklet (den indebærer anvendelse af den såkaldte EM algoritme med genberegning af vægtene i algoritmen). Ifølge det tekniske appendiks i PwC (2017) er det imidlertid muligt at reproducere resultaterne i Arntz, Gregory & Zierahn (2016). Efterfølgende gennemføres en alternativ beregning (en anden genberegning af vægtene) med det resultat, at spredningen i de predikterede sandsynligheder for computerisering forøges betragteligt i forhold til Arntz, Gregory & Zierahn (2016), men ikke op til niveauet i Frey & Osborne (2013) (fremgår af den grafiske fremstilling i PwC (2017), s. 47).¹²

Analysen i PwC (2017) giver et skøn over omfanget af computerisering af job, som er lidt lavere end hos Frey & Osborne (2013), men betydeligt højere end hos Arntz, Gregory & Zierahn (2016). Således skønner PwC (2017), at 38 pct. af jobbene i USA har høj risiko for at blive computeriserede, mens de tilsvarende andele er 47 pct. i Frey & Osborne (2013) og 9 pct. i Arntz, Gregory & Zierahn (2016) (tallene for UK er 30 pct. i PwC (2017), 35 pct. i Frey & Osborne (2013) og 10 pct. i Arntz, Gregory & Zierahn (2016)). Resultaterne i PwC (2017) synes at have vakt betydelig interesse og er således blevet citeret i flere engelske medier.

PwC (2017) udmærker sig derudover ved at indeholde forskellige opgørelser over omfanget af computerisering på variable som branche, sektor, køn, uddannelse samt variable som fx brug af computer på arbejde, samarbejde med andre og ansvar for medarbejdere. Sådanne opgørelser er mulige, fordi udgangspunktet for analysen er en statistisk model estimeret på variable i PIAAC, jævnfør listen af variable i tabel 4.2.

¹¹ Dette fremgår bl.a. af, at antallet af citationer til Arntz, Gregory & Zierahn (2016) i Google Scholar er oppe på 217 i skrivende stund (28. december 2017), hvilket er meget højt for et arbejdspapir udgivet i 2016. Frey & Osborne (2013) er oppe på 1.569, mens tallet for Autor, Levy & Murnane (2003) er 3.651.

¹² De alternative procedurer for vægtning er omtalt i PwC (2017), s. 47, men ikke forklaret nøjere.

4.4 En videreudvikling af Frey & Osborne (2013); Citi GPS (2016)

Citi GPS (2016) er en omfattende og bredt favnende rapport, der inkluderer forskellige opgørelser i forlængelse af Frey & Osborne (2013).¹³ McKinsey Global Institute (2017a), s. 21, inkluderer rapporten i en oversigt over i alt fem rapporter om teknologi og fremtidens arbejdsmarked.

Det ofte citerede hovedresultat hos Frey & Osborne (2013) er, at fag med mere end 70 pct. sandsynlighed for at blive computeriseret står for 47 pct. af den samlede beskæftigelse i USA. Det viser sig ifølge Citi GPS (2016), s. 7, at de tilsvarende sandsynligheder for OECD området er 57 pct., 69 pct. i Indien og 77 pct. i Kina. Rapporten indeholder også opgørelser over tilsvarende sandsynligheder for computerisering af fag i forskellige amerikanske byer.

Selve metodikken i Citi GPS (2016) er identisk med metodikken i Frey & Osborne (2013). Det er derfor begrænset, hvad rapporten indeholder af ekstra information om kompetencer på fremtidens arbejdsmarked sammenholdt med bidraget i Frey & Osborne (2013), som er gennemgået i det forrige.

Resultatet af en survey, hvor Citi's kunder blev spurgt om, hvilke færdigheder, individer skal have for at sikre sig et godt job i fremtiden, kan muligvis have interesse i denne sammenhæng. Ifølge GPS (2016), s. 51, svarede 52 pct. af respondenterne én eller anden form for færdighed inden for IT/computer, 17 pct. svarede andre STEM emner (Science, Technology, Engineering, Mathematics), mens 14 pct. nævnte kreativitet og "soft skills". De resterende svarmuligheder var "constant re-learning/flexibility", "financial/business", "health" samt "other" (svarmulighederne var gensidigt udelukkende, og procenterne summer til 100).

4.5 Computerisering af arbejdsfunktioner; McKinsey Global Institute (2017a)

Konsulentfirmaet McKinsey har udarbejdet flere rapporter af relevans for emnet. Den grundlæggende rapport, hvor der redegøres for metodologien, er McKinsey Global Institute (2017a). Efterfølgende er der udarbejdet en rapport, hvor der fokuseres på danske forhold, (McKinsey & Company, 2017).

Analysen i McKinsey Global Institute (2017a) kan siges at være en videreudvikling eller udbygning af fremgangsmåden i Frey & Osborne (2013). Datagrundlaget i de to bidrag er det samme, nemlig den detaljerede opgørelse af arbejdsfunktioner i O*NET.

McKinsey Global Institute (2017a) samler de detaljerede arbejdsfunktioner i O*NET i aggregerede kategorier. Kategorierne fremgår af tabel 4.3.

Der er fem overordnede kategorier af arbejdsfunktioner, som fremgår af første søjle i tabellen. Den første overordnede kategori er "social og emotionel", som har tre underkategorier, der fremgår af anden søjle. Den første af disse er "social og emotionel opfattelse", og det fremgår af den sidste søjle, at McKinsey Global Institute (2017a) har vurderet den nuværende teknologi til at have en lav kapacitet for at erstatte menneskelig indsats, hvad angår denne arbejdsfunktion. På tilsvarende måde er de fire resterende aggregerede kategorier, "naturligt sprog", "kognitive evner" "sensorisk" og "fysiske evner", opdelt i underkategorier. For hver af underkategorierne er det angivet, om den nuværende teknologi enten har lav, medium eller høj kapacitet for at erstatte menneskelig indsats,

¹³ Rapporten har adskillige bidragydere, herunder Carl Benedikt Frey. På rapportens forside hedder det: *Citi is one of the world's largest financial institutions, operating in all major established and emerging markets.* GPS er et akronym for Global Perspectives & Solutions, som muligvis er en afdeling af banken, der tidligere skulle have haft navnet "Citybank".

hvad angår denne arbejdsfunktion (for en beskrivelse af de enkelte arbejdsfunktioner, se forlægget i McKinsey Global Institute (2017a), exhibit 3 og 4, s. 35 og 37).

Tabel 4.3 Kategorisering af arbejdsfunktioner og niveau for nuværende teknologiers kapacitet relativt til menneskelig funktion

Hovedkategorier	Underkategorier	Teknologisk kapacitet
Sociale og emotionelle evner	Social og emotionel opfattelse	Lav
	Social og emotionel ræsonnering	Lav
	Socialt og emotionelt output	Lav
Udførelse af naturligt sprog	Generering af naturligt sprog	Medium
	Forståelse af naturligt sprog	Lav
Kognitive evner	Genkendelse af kendte mønstre	Høj
	Generere nye mønstre	Lav
	Logisk ræsonnering /problem løsning	Lav
	Organisering og planlægning	Høj
	Kreativitet	Lav
	Informationsdannelse	Høj
	Koordinering med flere agenter	Lav
	Output formulering/præsentation	Medium
Sensorisk	Sensorisk opfattelse	Medium
Fysiske evner	Finmotoriske evner	Medium
	Motoriske evner	Høj
	Navigation	Høj
	Mobilitet	Lav

Anm.: For en beskrivelse af de enkelte arbejdsfunktioner, se forlægget i McKinsey Global Institute (2017a), exhibit 3 og 4, s. 35 og 37.

Metodologien i McKinsey Global Institute (2017a) er beskrevet i det tekniske appendiks. Her fremgår det, at McKinsey har anvendt *O*NET to break down about 800 occupations into more than 2,000 activities*. Disse "activities" samles så i de 18 arbejdsfunktioner, som er vist i tabel 4.3. Vurderingen af potentialet for automatisering *is informed by academic research, internal expertise, and industry experts*, se McKinsey Global Institute (2017a), s. 120. For at finde relationen mellem 18 arbejdsfunktioner og de 2.000 "activities" anvendes en "machine-learning" algoritme, se McKinsey Global Institute (2017a), s. 123. Endvidere anføres, at der i forbindelse med fremskrivninger af indførelsen af ny teknologi foretages en opdeling i fire faser: "technical feasibility", "solution development", "economic feasibility" og "end-user adoption".

McKinsey Global Institute (2017a) synes på grundlag af opgørelserne i O*NET og de efterfølgende beregninger at være i stand til at opgøre den andel af arbejdstiden, som de beskæftigede bruger på de 18 arbejdsfunktioner, der er nævnt i tabel 4.3. De to funktioner, der bruges mest tid på, er "genkendelse af kendte mønstre" og "generering af naturligt sprog", mens fx "social og emotionel ræsonnering" kommer et stykke nede i rækken (McKinsey Global Institute (2017a), exhibit 5, s. 38). Desværre synes rapporten ikke at indeholde en oversigt over den forventede fremtidige anvendelse af tid på disse arbejdsfunktioner.

Som nævnt har McKinsey efterfølgende er udarbejdet en rapport, hvor der fokuseres på danske forhold, (McKinsey & Company, 2017). Denne rapport bygger på metodikken og analysen i McKinsey Global Institute (2017a). Den skematiske oversigt i McKinsey Global Institute (2017a), som danner forlægget for oversigten i tabel 4.3 over kompetencer og deres mulige computerisering, er således gengivet i McKinsey & Company (2017), s. 17.

På grundlag af den danske erhvervsstruktur og sammensætningen af beskæftigelsen på fag danner McKinsey & Company (2017) skøn over computeriseringens effekter for Danmark. Resultatet er, at det danske automatiseringspotentiale er på 40 pct., hvilket er mindre end det globale gennemsnit på 49 pct. (McKinsey & Company, 2017, s. 27). Rapporten angiver den store offentlige sektor som en af årsagerne til det lavere automatiseringspotentiale i Danmark (McKinsey & Company, 2017, s. 2). Herudover udmærker rapporten sig ved forskellige andre opgørelser for Danmark, fx automatiseringspotentialet for forskellige brancher (se McKinsey & Company, 2017, s. 25). Selve udgangspunktet for analysen, skøn over computerisering af arbejdsfunktioner, er imidlertid det samme som i McKinsey Global Institute (2017a). Anvendelse af analyserne til skøn over den fremtidige efterspørgsel efter kompetencer på arbejdsmarkedet er derfor dækket af ovenstående gennemgang af analyserne i McKinsey Global Institute (2017a).

Et yderligere bidrag fra McKinsey er McKinsey Global Institute (2017b), som udkom i december 2017. Dette er en bredt favnende rapport med et globalt udsyn, med et historisk perspektiv og rig på eksempler af den teknologiske udviklings betydning. Det er naturligt, at McKinsey Global Institute (2017b) bygger videre på analyserne i McKinsey Global Institute (2017a). Hvad angår automatisering af arbejdsfunktioner, fremgår det flere steder i McKinsey Global Institute (2017b), at grundlaget for analyserne findes i McKinsey Global Institute (2017a). Således hedder det i det tekniske appendiks i McKinsey Global Institute (2017b): *This report continues and adapts the methodology and findings of the January 2017 McKinsey Global Institute report, A future that works: Automation, employment and productivity. A full methodology of that work is detailed in its technical appendix; we will provide only a brief summary here and how it is applied in this report* (McKinsey Global Institute, 2017b, s. 131). Den første del af dette underafsnit indeholder netop en gennemgang af metodologien og resultaterne i McKinsey Global Institute (2017a). McKinsey Global Institute (2017b) omtales derfor ikke yderligere.

4.6 Trends og beskæftigelse; Bakhshi m. fl. (2017)

Denne rapport er en videreudvikling af Frey & Osborne (2013), hvor fremgangsmåden er justeret. Forfatterne inkluderer Osborne.¹⁴

I lighed med Frey & Osborne (2013) anvendes eksperter, som deltager i workshops, til at bidrage med at forudsige fremtiden for enkelte fag ("occupations"), i alt 30 fag. Der blev afholdt to "foresight workshops", én i Boston med 12 eksperter og én i London med 13 eksperter.

Grundlaget for fremskrivningen er "trends" på syv områder: teknologisk udvikling, globalisering, demografiske ændringer, bæredygtigt miljø, urbanisering, stigende ulighed og politisk usikkerhed, hvor eksperterne er eksperter i mindst ét af disse emner (Bakhshi m.fl., 2017, s. 25-28). Med udgangspunkt i disse trends bliver eksperterne bedt om at vurdere ... *the net impact on the workforce occupation composition of all the trends ...* (Bakhshi m.fl., 2017, s. 32). Eksperterne bliver bedt om at oplyse, om de forventer "rising, unchanged or declining demand by 2030" for de 30 fag (Bakhshi m.fl., 2017, s. 29).

Datagrundlaget er O*NET, hvor hvert fag er beskrevet ved 120 karakteristika eller "features", som ifølge Bakhshi m.fl. (2017) opdeles i tre klasser: "skills", "knowledge" og "ability". Analysen i Bakhshi m.fl. (2017) omfatter i alt 772 fag i O*NET.

¹⁴ Det oplyses, at rapporten er en fælles udgivelse mellem Pearson (der betegnes som "the worlds learning company"), Nesta (som er en "global innovation foundation") og Oxford Martin School. De øvrige forfattere er Bakhshi, som er ansat i Nesta, Downing, som er ph.d.-studerende i Machine Learning på Oxford University, og Schneider, som er en "independent researcher", der samarbejder med Nesta (Bakhshi m.fl., 2017, s. 3 og s. 6).

Resultatet af eksperternes vurdering af beskæftigelsesudviklingen for de 30 fag bliver anvendt til estimation af en statistisk model, som anvendes til at forudsige beskæftigelsesudviklingen for i alt 772 fag i O*NET.¹⁵ Herefter beregnes sammenhængen (korrelationen) mellem beskæftigelsesudviklingen og omfanget af karakteristika i fagene. Resultatet bliver en opgørelse (rangordning) af, hvilke karakteristika der er størst efterspørgsel efter frem til år 2030, og hvilke karakteristika der er mindst efterspørgsel efter.

I tabel 4.4 gengives de 15 karakteristika, der bliver størst efterspørgsel efter frem til år 2030 i USA (forlægget i Bakhshi m.fl., 2017, s. 62 indeholder samtlige karakteristika i analysen). Karaktertrækket "Learning strategies", som hører til klassen "skills", er det karakteristikum, der forventes størst efterspørgsel efter, mens karaktertrækket "speech clarity", som hører til klassen "abilities" er nummer 19 i rangordningen af karakteristika.

Tabel 4.4 Rangordning af karakteristika efter fremtidig efterspørgsel

Rang	Klasse	O*NET variabel
1	Skills	Læringsstrategier
2	Knowledge	Psykologi
3	Skills	Instruktion
4	Skills	Social opfattelsesevne
5	Knowledge	Sociologi og antropologi
6	Knowledge	Uddannelse og træning
7	Skills	Koordination
8	Abilities	Originalitet
9	Abilities	Idérighed ("Fluency of ideas")
10	Skills	Aktiv læring
11	Knowledge	Terapi og rådgivning
12	Knowledge	Filosofi og teologi
13	Skills	Evne til tale ("Speaking")
14	Skills	Service orientering
15	Skills	Aktiv lytning
16	Skills	Kompleks problem løsning
17	Abilities	Mundtlig formuleringsevne
18	Knowledge	Kommunikation and medier
19	Abilities	Klarhed i tale ("Speech Clarity")
20	Skills	Dømmekraft og beslutningstagen

Kilde: Bakhshi m.fl., 2017, s. 62.

Forfatterne gennemfører en informativ fortolkning af resultaterne, som derfor citeres (i uddrag):

The results confirm the importance of 21st century skills in the US, with a particularly strong emphasis on interpersonal competencies. This is underscored by the presence of skills such as Instructing, Social Perceptiveness and Coordination, and related knowledge domains such as Psychology and Sociology and Anthropology. This is consistent with the literature on the increasing importance of social skills.

¹⁵ Metodologien i den statistiske model er en version af bayesiansk Machine Learning.

The results also emphasise the importance of higher-order cognitive skills such as Originality and Fluency of Ideas.

Learning Strategies and Active Learning – the ability of students to set goals, ask relevant questions, get feedback as they learn and apply that knowledge meaningfully in a variety of contexts – also feature prominently.

In addition to knowledge fields related to social skills, English language, History and Archeology, Administration and Management and Biology are all associated strongly with occupations predicted to see a rise in workforce share, reminding us that the future workforce will have generic knowledge as well as skills requirements.

Psychomotor and physical abilities are strongly associated with occupations with a falling workforce share. Bakhshi m.fl. (2017), s. 66.

Bakhshi m.fl. (2017) indeholder en tilsvarende analyse for England, som giver nogenlunde de samme resultater som for USA.

4.7 Behov for færdigheder i Europa; Cedefop (2013)

Denne rapport indeholder en fremskrivning af behov for forskellige typer af færdigheder på det europæiske arbejdsmarked. Rapporten tager udgangspunkt i opgørelserne i O*NET og i forskellige europæiske opgørelser, som fx "European Qualifications Framework".

Titlen på rapporten er: *Quantifying Skill Needs in Europe Occupational Skills Profiles: Methodology and Application*. Som titlen tilsiger, er sigtet med rapporten at kvantificere behovet for i fag i Europa. Fremgangsmåden angives at være følgende: *The occupational skills profile approach aims at integrating several available European sources and supplementing them with data gathered from EU and US surveys* (Cedefop, 2013, s. 7).

Der skelnes mellem "knowledge", "skills" og "competences". For hver af disse tre kategorier findes der opgørelser for "level" og "importance". Niveaue (eller "level") angives at være et niveau for kvalifikationer målt ved enten uddannelse eller erfaring (Cedefop, 2013, s. 7).

Cedefop (2013) indeholder opgørelser for årene 2000, 2010 og 2020. Tabel 4.5 indeholder opgørelser for fremskrivningerne for perioden 2010 til 2020. Der er medtaget opgørelser for "skills" og "competences", som måles på en skala, der går fra 0 til 100. Fremskrivningerne af behovet for "skills" og "competences" må være baseret på en fremskrivning af beskæftigelsen for fag i Europa i perioden, som synes at tage udgangspunkt i en analog fremskrivning på amerikanske forhold i O*NET.¹⁶

Det fremgår af tabel 4.5, at blandt "skills" er det numeriske færdigheder, som forventes at have den kraftigste vækst i perioden 2000 til 2010, både hvad angår væsentlighed ("importance") og niveau. Det fremgår endvidere, at færdigheder inden for informationsteknologi forventes at have den næsthøjeste vækst, hvad angår væsentlighed på jobbene, men at kravene til de formelle færdigheder (niveau) kun forventes at opleve en begrænset vækst. Kognitive færdigheder ligger midt i feltet, både hvad angår væsentlighed og niveau.

¹⁶ Rapporten synes desværre ikke at indeholde en nærmere redegørelse for, hvordan fremskrivningerne er gennemført.

Tabel 4.5 Ændringer i behov for færdigheder i Europa, 2010-2020

Klasse	Kategori	Færdigheder
Skills	"Importance"	Numeriske færdigheder (0,24) ICT/digital (0,22) Praktiske skills (0,19) Kognitive skills (0,17) Lære at lære (0,12) Kommunikation på fremmedsprog (-0,13) Kommunikation på modersmål (-0,21)
	Niveau	Numeriske færdigheder (0,18) Kommunikation på fremmedsprog (0,16) Kommunikation på modersmål (0,16) Praktiske skills (0,14) Kognitive skills (0,12) Lære at lære (0,14) ICT/digital (0,08)
Kompetencer	"Importance"	Metodologiske evner (0,25) Sociale evner (0,17) Personlige evner (0,14)
	Niveau	Metodologiske evner (0,24) Personlige evner (0,23) Sociale evner (0,14)

Anm.: Rangordning af færdigheder efter beregnet udvikling. I parentes er angivet ændringen i anvendelsen af færdighederne fra 2010 til 2020 (anvendelse af færdighederne måles på en skala fra 0 til 100).

Kilde: Cedefop, 2013, tabel 22 og 23, s. 81-82.

Hvad angår kompetencer ses det, at der forventes den største vækst efter metodologiske evner, især hvad angår "væsentlighed". Sociale evner indtager andenpladsen.

4.8 En survey; World Economic Forum (2016)

Denne rapport baserer sig på en survey, som blev tilsendt Human Ressource Management personer i større virksomheder. Rapporten sigter mod en analyse af den teknologiske udviklings betydning for fremtidens arbejdsmarked på verdensplan og har derfor sigtet mod at inddrage de 100 største globale arbejdsgivere i ni forskellige brancher (World Economic Forum, 2016, s. 49-50). Der blev udsendt spørgeskemaer til 2.450 firmaer, og der indkom svar fra 371 af dem. En central del af surveyen drejer sig om fag eller "occupations", og her oplyser rapporten, at der var 1.346 datapunkter.

Analyserne i rapporten fokuserer på *a core set of 35 specific and wide used work-relevant skills and abilities that have been empirically derived from today's most-frequently cited skills and abilities across occupations and job families in the O*NET database*. Denne liste af færdigheder er indeholdt i tabel 4.6.

Tabel 4.6 Arbejdsrelaterede kerne skills eller færdigheder baseret på O*NET

Færdigheder, hovedkategori	Færdigheder, underkategori	Færdigheder
Evner ("abilities")	Kognitive færdigheder	Kognitiv fleksibilitet Kreativitet Logisk ræsonnement Problem sensitivitet Matematisk ræsonnement Visualisering
	Fysiske færdigheder	Manuel præcision Fysisk styrke
Basale færdigheder	"Content skills"	Aktiv læring Mundtligt udtryk Læse forståelse Skriftlig udtryksmåde ICT forståelse
	Proces færdigheder	Aktiv lytning Kritisk tænkning Monitorering af sig selv og andre
"Cross-functional skills"	Komplekse problemer	Komplekse problemer
	Ressource management færdigheder	Styring ("management") af finansielle resurser Styring af materielle resurser Styring af personer Styring af tid
	Sociale færdigheder	Koordinering med andre Emotionel intelligens Forhandling Overtalelse Service orientering Oplæring af andre
	Systemfærdigheder	Dømmekraft og beslutningstagning System analyse
	Tekniske færdigheder	Vedligeholdelse og reparation af udstyr Operere med og kontrollere udstyr Programmering Kvalitets kontrol Teknologi og bruger designerfaring "Troubleshooting"

Kilde: World Economic Forum, 2016, s. 53.

Respondenterne bliver bedt om at oplyse den forventede udvikling i efterspørgslen i perioden 2015-20 efter de færdigheder, der nævnes i tabel 4.6. Svarkategorierne er vækst, stabilitet og nedgang i efterspørgslen. Svarene i surveyen indebærer en rangordning af underkategorier, således at den første kategori har den største vækst i efterspørgslen og den sidste kategori den mindste (World Economic Forum, 2016, figur 10, s. 22). Rangordningen er følgende (hvor den andel, som forventer vækst i efterspørgslen er angivet i parentes): kognitive færdigheder (52 pct.), systemfærdigheder (42 pct.), komplekse problemer (40 pct.), "content skills" (40 pct.), procesfærdigheder (39 pct.), sociale færdigheder (37 pct.), ressource management færdigheder (36 pct.), tekniske færdigheder (32 pct.) og fysiske færdigheder (31 pct.).

Det fremgår således, at kognitive færdigheder er den underkategori, hvor der forventes den største vækst i efterspørgslen, nemlig 52 pct. Fysiske færdigheder har den mindste forventede vækst i efterspørgslen, nemlig 31 pct., mens væksten efter de øvrige færdigheder ligger ind imellem. Efterspørgslen efter fysiske færdigheder forventes således ikke at kollapse i løbet af perioden. Der er bestemt forskel mellem den forventede vækst i efterspørgslen efter underkategorier af færdigheder i løbet af perioden, men forskellen kan næppe betegnes som overvældende.

5 Andre fremskrivninger

Forrige kapitel indeholdt en gennemgang af de fremskrivninger af behov for kvalifikationer på fremtidens arbejdsmarked, som tager udgangspunkt i O*NET og vurderinger fra "eksperter". Dette kapitel indeholder en gennemgang af de resterende fremskrivninger, som er fundet i litteratursøgningen.

5.1 Færdigheder i PIAAC og computere; Elliott (2017).

Denne rapport fra OECD har titlen *Computers and the Future of Skill Demand*¹⁷. Rapporten indeholder bidrag på to områder: (1) en opgørelse over tid af anvendelse af de beskæftigedes læsefærdigheder og (2) en opgørelse af, hvor stor en andel af færdighederne eller kompetencerne, som målt i PIAAC, der kan computeriseres.

Datagrundlaget for opgørelsen af anvendelse af læsefærdigheder er PIAAC, som indeholder spørgsmål om daglig og ugentlig anvendelse af skriftligt materiale på arbejdspladsen. Disse opgørelser fra 2012 sammenlignes med resultaterne af tilsvarende spørgsmål i én af forløberne for PIAAC, IALS (The International Adult Literacy Survey), der blev gennemført i 1994-1998 i 19 lande (inklusive Danmark).

Opgørelsen viser en klar forøgelse af den andel af de beskæftigede, som dagligt anvender skriftligt materiale på arbejdspladsen, fra knap 60 pct. til ca. 70 pct. (Elliott, 2017, figur 2.5, s. 35). Væksten i andelen, som anvender skriftligt materiale mindst én gang om ugen, er noget mindre, fra knap 80 pct. til lidt over 80 pct.

Det er ikke kun anvendelsen af færdigheder over tid, der kan sammenlignes; niveauet for færdigheder over tid blandt de beskæftigede kan også sammenlignes (dette er muligt, fordi nogle af testene i IALS går igen i PIAAC). Her viser det sig, at beskæftigedes læsefærdigheder er faldet fra midten af 1990'erne til 2012. Respondenterne opdeles i niveauer for læsefærdigheder, hvor niveau 1 udgøres af respondenter med de laveste færdigheder, mens niveau 5 udgøres af respondenter med de største færdigheder. Andelen af respondenter med niveau 4-5 er faldet over tid, andelen med niveau 2 er steget, mens andelen med niveau 1 og 3 er nogenlunde uændret (Elliott, 2017, figur 2.2, s. 32).

Endvidere opgøres andelen af de beskæftigede, som anvender skriftligt materiale dagligt, efter niveau for læsefærdigheder. Det viser sig, at der blandt beskæftigede på det laveste niveau for læsefærdigheder, niveau 1, har været en kraftig vækst i den andel, som dagligt anvender skriftligt materiale, fra ca. 38 pct. til ca. 55 pct. (Elliott, 2017, figur 2.6, s. 36). For beskæftigede med højere læsefærdigheder har væksten i daglig anvendelse af skriftligt materiale ikke været helt så kraftig (af størrelsesordenen 10 procentpoint).

Sammenfattende kan man af undersøgelsen uddrage, at der over tid har været en vækst i kravene til de beskæftigedes anvendelse af læsning, samtidig med at de beskæftigede tilsyneladende er blevet dårligere til at læse. Væksten i kravene til anvendelse af læsning på arbejdspladserne har været særlig udtalt for de beskæftigede, som har de laveste læsefærdigheder.

Det andet bidrag i Elliott (2017) er en opgørelse af, i hvilket omfang computere er i stand til at besvare de spørgsmål om kompetencer inden for læsning og regning, som anvendes i PIAAC. Fremgangsmåden er analog til fremgangsmåden i Frey & Osborne (2013), nemlig at spørge "eksperter"

¹⁷ Rorfatteren, Stuart W. Elliott, har udarbejdet rapporten i sin egenskab af projektleder i OECD.

om at gennemføre en sådan vurdering. Nærmere bestemt anvender Elliott (2017) 11 eks-perter inden for computerteknologi, som for udvalgte spørgsmål i PIAAC svarer ja, nej eller måske til følgende spørgsmål: Kan computere med anvendelse af eksisterende teknologi svare på testspørgsmålet efter en 1-årig udviklingsperiode, som koster højst én million US dollars (Elliott, 2017, s. 60).

Hovedresultatet er, at 62 pct. af de beskæftigede, som bruger PIAAC kompetencer dagligt, har et kompetenceniveau, som computere er tæt på at kunne reproducere. Kun 13 pct. af de beskæftigede, som bruger PIAAC kompetencer dagligt, har et kompetenceniveau på et højere niveau end computere. Det noteres endvidere, at der ikke er eksempler på uddannelsessystemer, som forbereder hovedparten af voksne til at gøre det bedre i PIAAC kompetencer end det niveau, som computere er tæt på at kunne reproducere (Elliott, 2017, s. 14-15).

Det synes imidlertid ikke helt klart, hvilke implikationer der kan drages på baggrund af denne opgørelse, fx hvad angår indretningen af uddannelsessystemet. Eksempelvis har computere gennem mange år været i stand til at lægge 2 og 2 sammen og få resultatet 4, men denne færdighed er også nyttig for de beskæftigede, og den erhverves typisk i uddannelsessystemet. Det samme må gælde for de testspørgsmål af mere kompleks karakter, som er indeholdt i PIAAC.

For at opnå et produktivt samvirke med computere på arbejdspladsen er det utvivlsomt en fordel at have et højt kompetenceniveau som målt i fx PIAAC. Dette indebærer ikke nødvendigvis, at de beskæftigede, som interagerer med computere, i alle tilfælde skulle være i stand til at reproducere de beregninger, som computeren udfører (den meget begrænsede del af arbejdsstyrken, som udarbejder programmerne til computerne, vil nok i de fleste tilfælde være i stand til at reproducere computerens beregninger).

5.2 Sociale og andre kompetencer; World Economic Forum (2015)

World Economic Forum (2015) er et forsøg på at opgøre den type af kompetencer, som der forventes at være behov for på fremtidens arbejdsmarked. Rapporten er udarbejdet i samarbejde med "The Boston Consulting Group".¹⁸ Udgangspunktet er opgørelsen hos Autor, Levy & Murnane (2003), som viser en vækst i analytiske og interaktive arbejdsfunktioner, mens øvrige typer af arbejdsfunktioner har været i tilbagegang (der er tale om en justeret opgørelse for perioden 1960 til 2010 hentet hos Levy & Murnane (2013)). Rapporten noterer, at *Skilled jobs are more and more centred on solving unstructured problems and effectively analysing information* (World Economic Forum, 2015, s. 2).

Rapporten nævner herefter, at ændringen i efterspørgslen efter "skills" har vist et problem i udbuddet af "skills". Som indikator for dette problem nævnes det, at *more than a third of global companies reported difficulties filling open positions in 2014, owing to shortages of people with key skills* (World Economic Forum, 2015, s. 2).

World Economic Forum (2015) sætter sig dernæst det mål, at *uncover the skills that meet the needs of a 21st-century marketplace, we conducted a meta-analysis of research about 21st-century skills in primary and secondary education*. Næste sætning lyder: *We distilled the research into 16 skills in three broad categories* (World Economic Forum, 2015, s. 2).¹⁹

¹⁸ Et team fra World Economic Forum og en styregruppe med medlemmer fra universiteter, organisationer og private virksomheder har deltaget i udarbejdelsen af rapporten ifølge oversigten s. 22.

¹⁹ Rapporten synes desværre ikke at indeholde information om den litteratur, som har dannet udgangspunkt for at identificere de fremtidige behov for "skills", og der synes heller ikke at stå noget om de overvejelser, der har ledt frem til kondenseringen ned til de 16 typer fra en sandsynligvis større mængde af "skills" i litteraturen.

De tre hovedkategorier er (1) grundlæggende færdigheder ("foundational literacies"), som repræsenterer, hvordan studerende anvender kernefærdigheder til at løse hverdagsopgaver, (2) kompetencer ("competencies"), som beskriver, hvordan studerende forsøger at løse komplekse udfordringer, samt (3) kvaliteter ved karakteren ("character qualities"), der beskriver, hvordan studerende tilpasser sig ændrede omgivelser.

Disse tre hovedtyper af færdigheder er angivet i overskriften i de tre søjler i tabel 5.1, mens de i alt 16 færdigheder fremgår under overskrifterne i de tre søjler.²⁰ Rapporten udmærker sig ved, at de færdigheder, som inkluderes i rapporten, sigter mod at være målelige.

De grundlæggende færdigheder er de færdigheder, som man oftest har forsøgt at måle på en sådan måde, at det er muligt at foretage internationale sammenligninger. Derimod har der ikke været samme fokus på udvikle mål for de to andre hovedfærdigheder, kompetencer og kvaliteter ved karakteren.²¹

Tabel 5.1 Færdigheder for det 21. århundrede

Grundlæggende færdigheder	Kompetencer	Kvaliteter ved karakteren
Læsefærdigheder	Kritisk tænkning/problemløsning	Nysgerrighed
Regnefærdigheder	Kreativitet	Initiativ
Videnskabelige færdigheder	Kommunikation	Vedholdenhed
IT færdigheder	Samarbejde	Tilpasningsduelighed
Finansielle færdigheder		Lederskab
Kulturelle færdigheder		Social og kulturel forståelse

Kilde: World Economic Forum, 2015, s. 3.

Rapporten indeholder sammenligninger mellem lande for i alt 9 af de 16 delfærdigheder, som er nævnt i tabel 5.1. For de grundlæggende færdigheder er der empiriske mål for alle 6 delfærdigheder, for kompetencer er der empiriske mål for 2 af delfærdighederne (kritisk tænkning og kreativitet), og for kvaliteten ved karakteren er der empirisk mål for 1 delfærdighed (nysgerrighed).

I mange lande, herunder Danmark, har internationale målinger af skolebørns færdigheder været kritiseret for at fokusere på de grundlæggende kognitive færdigheder, mens andre målsætninger med skolens indsats ikke tillægges samme vægt. Denne indvending imødegås i rapporten World Economic Forum (2015), hvor de færdigheder, som der skønnes at være behov for i det 21. århundrede, udvides til at inkludere en bredere gruppe af færdigheder end de grundlæggende.

Det kan muligvis have en vis interesse at notere danske skoleelevers placering i denne sammenhæng. En grafisk oversigt over resultaterne blandt 30 velstående lande fordeler landene efter "percentiler" (World Economic Forum, 2015, s. 7). Ifølge oversigten ligger danske skolebørn over gennemsnittet, hvad angår kreativitet (en placering i gruppen af lande med mellem 60 og 80 pct. af det højst opnåede). Modsætningsvis ligger danske skolebørn under gennemsnittet, hvad angår kritisk tænkning og nysgerrighed (i gruppen af lande med mellem 20 og 40 pct. af det højst opnåede). Det kan noteres, at finske skoleelever ligger over gennemsnittet for alle tre mål (i gruppen af lande med mellem 80 og 100 pct. af det højst opnåede).

²⁰ Indholdet i Tabel 5.1 er en oversættelse af en skematisk oversigt i World Economic Forum (2015), s. 3. En definition af de 16 færdigheder i skemaet er indeholdt s. 23 i rapporten.

²¹ Appendiks 3 rapporten indeholder en oversigt over eksisterende indikatorer i forskellige internationale surveys for hver af de 16 delfærdigheder, som er nævnt i tabel 5.1. Det er således valgt at medtage indikatorer for 9 af delfærdighederne og udelade mål for 7 af delfærdighederne (hvilket giver sig selv for de to delfærdigheder kommunikation og tilpasningsduelighed, idet der ifølge rapporten slet eksisterer sammenlignelige mål for disse to delfærdigheder).

5.3 En engelsk survey; Deloitte (2015)

Hovedelementet i rapporten Deloitte (2015) er en videreudvikling af analyserne i Frey & Osborne (2013). Rapporten bygger på en tidligere rapport om emnet, som sigter mod at opgøre effekterne af den teknologiske udvikling for London, (Deloitte, 2014).²²

I denne sammenhæng har rapporten interesse, fordi den indeholder resultatet af et survey blandt 100 "Business leaders". Forretningsfolkene svarede på spørgsmål om deres forventninger til den teknologiske udviklings betydning for deres organisationer indtil 2019. Svarene, hvad angår forventninger til ændringer i færdigheder hos arbejdskraften, gengives i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Ændringer i færdigheder hos ansatte i engelske private og offentlige virksomheder ifølge survey, 2014-2019

Færdighed	Ændring, procent
Digital know-how	16
Management	15
Kreativitet	13
Entrepreneurship	10
Problemløsning	9
Forhandling	9
Professionelle kvalifikationer	6
Processing, support and clerical	6
Social opfattelsesevne	5
Overtalelsesevne	5
Kulturel viden og/eller udenlandske sprog	4

Kilde: Deloitte, 2015, s. 9.

Det fremgår af tabel 5.2, at digital viden er den færdighed, hvor der forventes den største vækst i kravene til fremtidens arbejdskraft. Kreativitet er på tredjepladsen, mens "social opfattelsesevne" rangerer lidt under midten i listen af færdigheder.

²² Både Frey og Osborne har medvirket til udarbejdelse af rapporterne. Hovedforfatteren til Deloitte (2014) skulle være Angus Knowles-Cutler, og det oplyses, at rapporten har modtaget "Management Consultancies Association's 2017 award for Best Use of Thought Leadership."

6 Opsamling

6.1 Eksisterende viden

Denne litteraturoversigt indeholder en gennemgang af udvalgte bidrag om den teknologiske udviklings betydning for arbejdsmarkedet. Det følgende er en kortfattet gennemgang af de væsentligste konklusioner, der kan uddrages af gennemgangen.

En væsentlig kategorisering af arbejdsfunktioner er, om de er af rutinemæssig karakter, således at arbejdsfunktionen kan udføres af maskiner, som følger eksplicite programmeringsregler. En anden væsentlig kategorisering er, om arbejdsfunktionerne er af kognitiv eller manuel karakter. Omfanget af rutine arbejdsfunktioner er formindsket betydeligt, både hvad angår kognitive og manuelle rutine arbejdsfunktioner. Modsætningsvis har der i en længere årrække været en kraftig vækst i både kognitive ikke-rutine arbejdsfunktioner, mens udviklingen i manuelle ikke-rutine arbejdsfunktioner indtager en mellemposition (Autor, Levy & Murnane, 2003). Siden år 2000 er der imidlertid indikationer af, at væksten i kognitiv beskæftigelse er standset på det amerikanske arbejdsmarked (Beaudry, Green & Sand, 2016).

Når fag rangordnes efter lønniveau, vil omfanget af rutinemæssige arbejdsfunktioner eller "tasks" typisk være større blandt fagene i midten af lønfordelingen sammenlignet med fagene i toppen og bunden af lønfordelingen. Opgørelsen tilsiger, at den teknologiske udvikling over tid vil reducere beskæftigelsen for fagene, der ligger i midten af lønfordelingen, relativt til beskæftigelsen i toppen og i bunden af lønfordelingen. Flere studier viser en sådan polarisering af arbejdsmarkedet, også for Danmark (Goos, Manning & Salomons, 2014).

Når omfanget af job med rutine arbejdsfunktioner formindskes, mens andelen af ikke-rutine arbejdsfunktioner forøges, kan det forventes, at betydningen af samarbejde på arbejdspladserne (teamproduktion) bliver større, og dermed også betydningen af at kunne interagere produktivt med kolleger (sociale færdigheder). På det amerikanske arbejdsmarked har der været en kraftig vækst i beskæftigelsen i de fag, som kræver et højt niveau i både matematiske og sociale færdigheder, modsætningsvis ses en reduktion i beskæftigelsen i de fag, som kræver højt niveau af matematik, men lavt niveau af sociale færdigheder. Fagene med høje krav til matematik, men lave krav til sociale færdigheder, omfatter mange "STEM fag" (Deming, 2017).

Gode kognitive evner giver højere lønninger, og det samme gælder gode sociale færdigheder. Kombinationen af gode kognitive evner og gode sociale færdigheder giver imidlertid en ekstra lønmæssig bonus, ud over hvad niveauet for kognitive og sociale evner skulle tilsige. Det økonomiske afkast af sociale færdigheder har været stigende over tid. Gode kognitive og sociale færdigheder forøger sandsynligheden for at få fuldtidsbeskæftigelse (Deming, 2017).

Et godt spørgsmål er, om man kan forvente, at den hidtidige polarisering på arbejdsmarkedet fortsætter i fremtiden. En hovedbidragyder til litteraturen om den teknologiske udviklings påvirkning af arbejdsmarkedet mener *ikke*, at det vil være tilfældet. Autor forventer i de kommende årtier udvikling af et betydeligt spektrum af "middle-skill" job, som kombinerer faglært kunnen ("specific vocational skills") med grundlæggende færdigheder på middelniveau inden for læsning, regning, tilpasningsduelighed, problemløsning og "common sense". Formodningen er, at arbejdsfunktionerne i denne type af job ikke kan opløses i komponenter, hvor maskiner udfører funktioner på middelniveau, mens arbejdskraften udfører de resterende funktioner på lavt fagligt niveau, uden at der indtræder en væsentlig formindskelse i kvaliteten. Argumentet leder frem til, at mange job på mid-

delniveau i fremtiden vil kombinere rutine funktioner med forskellige ikke-rutine funktioner, hvor arbejdere har en komparativ fordel: interpersonel interaktion, fleksibilitet, tilpasningsduelighed og problemløsning. Dette kræver imidlertid, at uddannelserne i fremtiden giver arbejdskraften færdigheder, som komplementerer ny teknologi, i modsætning til færdigheder, som kan erstattes af ny teknologi (Autor, 2015).

6.2 Oversigt over kompetencebehov på fremtidens arbejdsmarked

Denne litteraturoversigt har gennemgået studier, som forsøger at skønne over, hvilke kompetencer der er behov for på fremtidens arbejdsmarked. Ved gennemgangen er der udarbejdet skematiske oversigter over, hvilke enkelte færdigheder, studierne medtager.

Til at understøtte et øveblik over de færdigheder, studierne nævner, er der udarbejdet en samlet skematisk oversigt, hvor grundlaget er indholdet af de enkelte skematiske oversigter i tabelform, som er inkluderet i gennemgangen af bidragene til litteraturen. Den samlede skematiske oversigt er imidlertid ret omfattende, og det er derfor valgt at præsentere den i bilag 2 i form af bilagstabel 2.1. I visse tilfælde er indholdet af bilagstabel 2.1 en ekstrakt af indholdet af oversigter af de enkelte studier, i andre tilfælde gengives oversigterne i fuld udstrækning. Bilag 2 indeholder indledningsvis en gennemgang af tabellens opbygning, og de enkelte studier omtales.

Det samlede antal færdigheder, som omtales i studierne, er ganske omfattende, og i visse tilfælde er der tale om overlappende kategorier af færdigheder. Til at støtte fortolkningen af indholdet i oversigten er der udarbejdet en oversigt over, hvor mange studier der omtaler udvalgte overordnede færdigheder. Denne oversigt vises i tabel 6.1.

Tabel 6.1 Antal studier, som nævner øget behov for bestemte færdigheder på fremtidens arbejdsmarked, ud af 8 studier

Færdighed	Antal studier	De enkelte studier
Kognitive færdigheder	7	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Sociale færdigheder	7	Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Deloitte, 2015; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Problemløsning	7	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Deloitte, 2015; Frey & Osborne, 2013; McKinsey Global Institute, 2017a; World Economic Forum, 2016; 2015
Numeriske færdigheder	5	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bakhshi m.fl., 2017; Cedefop, 2013; Deloitte, 2015; World Economic Forum, 2016; 2015
Kommunikative færdigheder	4	Bakhshi m.fl., 2017; Frey & Osborne, 2013; Deloitte, 2015; World Economic Forum, 2015
IT færdigheder	3	Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Cedefop, 2013; World Economic Forum, 2015

Den første søjle i tabel 6.1 nævner de enkelte færdigheder, som er medtaget i tabellen. Anden søjle angiver det antal studier, ud af i alt 8 studier, som omtaler den nævnte færdighed som væsentlig på fremtidens arbejdsmarked. Den tredje søjle indeholder angivelsen af de enkelte studier, der omtaler færdigheden som væsentlig.

Det fremgår af tabel 6.1, at kognitive færdigheder optræder som topscorer på listen, idet 7 ud af 8 studier nævner færdigheden som væsentlig på fremtidens arbejdsmarked. Det samme gælder ”problemløsning”, som synes at have en vis overlapning med kognitive færdigheder (i visse tilfælde synes et element af kognitive færdigheder at være en forudsætning for at kunne løse problemer).

Det er (måske) bemærkelsesværdigt, at sociale færdigheder også er topscorer på listen, da 7 ud af 8 studier også nævner denne færdighed som væsentlig på fremtidens arbejdsmarked. Ifølge rangordningen i tabel 6.1 er sociale færdigheder altså på lige fod med kognitive færdigheder, hvad angår betydning for fremtidens arbejdsmarked.

De resterende færdigheder medtaget i tabel 6.1 nævnes i et færre antal studier. Numeriske færdigheder nævnes således i 5 studier. Numeriske færdigheder må være en komponent af kognitive færdigheder, men nævnes altså særskilt i et mindre antal studier end den mere omfattende kategori, kognitive færdigheder. Kommunikative færdigheder nævnet særskilt i 4 studier, mens IT færdigheder nævnes i 3 ud af 8 studier.

Indholdet i tabel 6.1 er alene en opgørelse af, om færdighederne nævnes i de enkelte studier af behovet for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked. Et andet spørgsmål er, hvor væsentlige studierne opfatter de enkelte kompetencer, der er indeholdt i tabellen. En sådan vurdering er imidlertid indeholdt i 4 studier, som rangordner kompetencerne efter betydning på fremtidens arbejdsmarked.

Her viser det sig, at 2 ud af de 3 studier, der indeholder en rangordning af både kognitive og sociale færdigheder, opfatter kognitive færdigheder som mere betydningsfulde end sociale færdigheder på fremtidens arbejdsmarked (Cedefop, 2013; World Economic Forum, 2016), mens et enkelt studie rangordner sociale færdigheder over kognitive færdigheder (Bakhshi m.fl., 2017). Det fjerde studie indeholder ikke kategorien kognitive færdigheder i eksplicit form, men i dette studie optræder sociale færdigheder i den nedre del af listen over færdigheder (Deloitte, 2015).

Det kan konkluderes ud fra ovenstående gennemgang, at litteraturen om kompetencer på fremtidens arbejdsmarked ikke udelukker, at de kompetencer, som anvendes for øjeblikket, også vil blive anvendt i fremtiden. Det indtryk, man får ved gennemlæsning af bidragene, er imidlertid, at der forventes en ændring i prioriteringen af kompetencerne på fremtidens arbejdsmarked.

Det kan have interesse at notere, hvad én af bidragsyderne til litteraturen om den teknologiske udviklings betydning for kompetencer på fremtidens arbejdsmarked konkluderer om emnet. I McKinsey Global Institute (2017a), kapitel 5, med overskriften "Preparing for disruption" hedder det således, hvad angår policy konklusioner:

In its 2016 report on automation, the White House noted that the trend toward skill-biased change brought about by computerization and communications innovations is likely to continue in the decade ahead as a result of artificial intelligence's effects on the labor market. To address this gap, policy makers could work with education providers to improve basic skills through the schools system and put a new emphasis on capabilities that are among the most difficult to automate, including creativity, understanding human emotions, and managing and coaching others. (McKinsey Global Institute, 2017a, s. 113)

Denne konklusion kan diskuteres, jævnfør ovenstående gennemgang af oversigten over bidrag oplyst i bilagstabel 2.1. Denne oversigt indeholder ikke kun "basic skills" – varianter af kognitive evner og evner til at løse problemer af teknisk karakter har en fremtrædende rolle, herunder optræder kognitive evner som nummer ét på den prioriterede liste over færdigheder hos World Economic Forum (2016).

Som det fremgår, udgør surveys blandt virksomheder en del af de gennemgåede bidrag over fremtidens kompetencebehov. De medtagne surveys er dem, som er fundet via den litteratursøg-

ning, som er fastlagt for rapporten, og der er således andre surveys blandt virksomheder, som ikke er inkluderet i oversigten. En sammenfatning af resultaterne er:

When surveyed, employers routinely list teamwork, collaboration, and oral communication skills as among the most valuable yet hard to find qualities of workers. (Deming, 2017, s. 1600)

Givet den betydning, som ikke-kognitive færdigheder tillægges, ville det derfor være formålstjenligt med forslag eller anvisninger til, hvordan fx uddannelse kan fremme disse færdigheder. Den litteratur, som er gennemgået i forbindelse med udarbejdelsen af denne rapport, er imidlertid desværre så godt som tavs på dette felt (det er måske forventeligt – ét emne er færdighedernes betydning, hvordan de opnås, kan siges at være et andet emne).

En undtagelse er Deming (2017), som eksplicit nævner, at han ikke behandler, hvordan sociale færdigheder opnås, eller om omfanget af dem kan påvirkes via skolesystemet eller interventioner. I stedet omtaler Deming (2017) et enkelt område, hvor litteraturen giver et anvendeligt resultat i denne sammenhæng, nemlig at de positive effekter i voksenalderen af interventioner for udsatte grupper i førskolealderen synes at virke gennem forøgelse af sociale færdigheder.

Litteraturgennemgangen i denne rapport giver anledning til en observation af betydning for vurderingen af opnåelse af kognitive og ikke-kognitive færdigheder. Rapporten World Economic Forum (2015), udmærker sig ved at medtage mål for en bredere gruppe af færdigheder end de grundlæggende kognitive færdigheder som læsning og regning. Der medtages tre mål: kreativitet, kritisk tænkning og nysgerrighed. For alle tre mål ligger finske skoleelever i top blandt de lande, som er omfattet af opgørelsen, mens danske skoleelever ligger lavere for alle tre mål. Danske skoleelever har også opnået lavere resultater end de finske, hvad angår læse- og regnefærdigheder som målt ved PISA. Baseret på denne observation synes der således ikke at være en modstrid mellem at opnå gode resultater i kognitive færdigheder og i ikke-kognitive færdigheder.

6.3 Teknologisk udvikling, arbejdsløshed og erhvervsdeltagelse

Som nævnt indledningsvis er sigtet med denne rapport at give et overblik over forventningerne til arbejdsstyrkens fremtidige kompetencer set i lyset af den teknologiske udvikling. Sigtet med rapporten er ikke at give et overblik over de scenarier, der optræder i litteraturen i forbindelse med den teknologiske udviklings betydning for fx arbejdsløshed og beskæftigelse.

Det kan imidlertid være formålstjenligt at notere, at den gennemgående litteratur indeholder vidt forskellige vurderinger af dette emne. I det følgende noteres derfor analyseramme og vurderinger i nogle af de centrale bidrag, som er gennemgået i rapporten.

En del af bidragene til vurdering af den teknologiske udviklings betydning for fremtidens arbejdsmarked er af partiel natur. Fx fremhæver Frey & Osborne (2013) eksplicit, at de danner skøn over andelen af de beskæftigede i de enkelte fag, som kan erstattes med computere, men udtaler sig ikke om, hvordan beskæftigelsen i fagene vil udvikle sig.

McKinsey Global Institute (2017a) udmærker sig ved at forsøge at fremskrive den teknologiske udviklings betydning i en bredere ramme. Antagelsen om den fremtidige udvikling i arbejdsstyrken er:

We use historical data from the International Labour Organisation to 2012. We estimate future participation conservatively, taking the highest rate between 2007 and 2012 and fixing it for the future for each segment. For the participation rate of the 0-14 age seg-

ment, we assume it will remain the same as in 2012. (McKinsey Global Institute, 2017a, s. 128)

Antagelsen om udviklingen i arbejdsløsheden er:

We again use data from the ILO and assume it will be at the long-term steady state average moving forward. (McKinsey Global Institute, 2017a, s. 128)

Antagelsen om naturlig arbejdsløshed udelukker, at den teknologiske udvikling har indflydelse på omfanget af arbejdsløshed. Antagelsen om udviklingen i arbejdsstyrken udelukker, at den teknologiske udvikling kan påvirke erhvervsdeltagelsen.

Et resultat af antagelserne er, at udviklingen i beskæftigelsen er bestemt uafhængigt af omfanget af den teknologiske udvikling, herunder computerisering (beskæftigelsen er bestemt som arbejdsstyrken multipliceret med én minus arbejdsløshedsprocenten). Implikationen af antagelserne er derfor, at beskæftigede, som mister job som følge af den teknologiske udvikling, finder arbejde andetsteds, eventuelt via tilpasning af de relative lønninger mellem forskellige fag.²³

Antagelserne i forbindelse med fremskrivningerne i McKinsey Global Institute (2017a) kan således siges at have en optimistisk karakter sammenlignet med forudsigelserne i andre bidrag, som beskæftiger sig med konsekvenserne af den teknologiske udvikling for fremtidens arbejdsmarked. Eksempelvis hedder det i rapporten fra World Economic Forum (2016):

Without urgent and targeted action today to manage the near-term transition and build a workforce with futureproof skills, governments will have to cope with ever-growing unemployment and inequality, and businesses with a shrinking consumer base. (World Economic Forum, 2016, s. 10-11)

Antagelsen i McKinsey Global Institute (2017a) om, at arbejdsstyrken udvikler sig uafhængigt af den teknologiske udvikling, kan måske siges at være diskutabel for Danmarks vedkommende. Et relevant policy spørgsmål i en dansk kontekst er: I hvilket omfang har vi indrettet arbejdsmarkedet således, at personer med lav produktivitet har besvær med (eller udelukkes fra) at finde beskæftigelse? Og i hvilket omfang kan man forvente, at problemer på dette felt forværres i fremtiden?

²³ De nævnte antagelser i McKinsey Global Institute (2017a) er dem, der er anvendt i rapportens fremskrivninger. Antagelserne udelukker ikke nødvendigvis, at rapporterne fra McKinsey indeholder en bredere diskussion af emnet.

Bilag 1 Litteratursøgning og -udvælgelse

Et nyligt bidrag (McKinsey Global Institute, 2017a, s. 21) indeholder en nyttig oversigt over den eksisterende litteratur om automatisering og fremtidens arbejdsmarked. Ud over rapporten selv drejer det sig om fire bidrag: Frey & Osborne (2013), Elliott (2017), Citi GPS (2016) og World Economic Forum (2016). Disse rapporter er alle medtaget i rapportens litteraturgennemgang.

Der er foretaget en grå litteratursøgning med henblik på at identificere relevante rapporter og arbejdsrapporter om emnet.

Søgningen er foretaget dels med udgangspunkt i enkeltpublikation, dels ved gennemgang af publikationer fra anerkendte internationale organisationer, som enten beskæftiger sig med området, eller som kan formodes at beskæftige sig med området.

Enkeltpublikationssøgningen tager afsæt i artiklen skrevet af Frey & Osborne (2013). Søgningen foretages i Google Scholar og har til formål at afdække relevant materiale, som citerer Frey & Osborne (2013). Alle artikler, som selv har mere end 5 citeringer, er blevet gennemgået.

Yderligere er publikationer fra følgende organisationer blevet gennemgået:

- OECD (<http://www.oecd-ilibrary.org/search/advanced;jsessionid=6plkkadcrifei.x-oecd-live-03>)
- World Economic Forum (<http://reports.weforum.org/>)
- EU-kommissionen: CEDEFOP (<http://www.cedefop.europa.eu/publications-and-resources/publications>)
- Centre for European Policy Studies (CHEPS) (<https://www.ceps.eu/publications>)
- Institute of Labor Economics (IZA) (<https://ideas.repec.org/search.html>)
- NBER (<https://ideas.repec.org/search.html>)

Søgekriterierne for denne søgning er, at sproget skal være på engelsk. Der er kun søgt efter materiale, som er publiceret mellem 2013-2018, dvs. inden for de seneste 5 år.

Til den grå litteratursøgning i databaser er opstillet en søgestreng. Søgestrengen er inddelt i tre facetter med dertilhørende søgeord, se bilagstabel 1.1:

Bilagstabel 1.1 Søgestreng og søgeord

Fag/arbejde	Udvikling/fremtid	Kompetencer
Occupation*	Future	Competence*
Task*	Automization	Skill*
Education*		

Den anvendte søgestreng er angivet nedenfor, og er blevet anvendt i de databaser, hvor det er muligt at foretage søgning med boolske operatoren:

(occupation* OR task* OR education*) AND (future* OR automization*) AND (competence* OR skill*)

I de databaser, hvor en søgning med boolske operatoren ikke er mulig, er der foretaget søgninger på facetternes enkeltord og/eller en kombination af disse. Derefter er søgeresultaterne blevet gennemgået manuelt, og mulige relevante referencer er hentet for yderligere gennemlæsning og gennemgang.

Bilag 2 Skematisk oversigt over kompetencebehov

Den udførte litteraturoversigt er et forsøg på at skabe et overblik over, hvilke kompetencer der er behov for på fremtidens arbejdsmarked. Til at understøtte dette overblik er der udarbejdet en oversigt, som fremgår af bilagstabel 2.1.

Grundlaget for tabellen er indholdet af de skematiske oversigter i tabelform, som er inkluderet i gennemgangen af de enkelte bidrag til litteraturen. I visse tilfælde er indholdet af bilagstabel 2.1 en ekstrakt af indholdet af de skematiske oversigter, i andre tilfælde gengives oversigterne i fuld udstrækning. Første søjle i bilagstabel 2.1 indeholder angivelsen af det studie, der refereres. Anden søjle indeholder færdigheder, som omtales i studiet. Tredje søjle indeholder kilden til færdigheder i form af henvisning til den tabel i det forrige, som indholdet i bilagstabel 2.1 bygger på. Endvidere indeholder tredje søjle den periode, som studiet omhandler, og en kort bemærkning om studiets indhold. Endelig nævner tredje søjle for de to første studiers vedkommende den andel af fagene, som ifølge studierne forventes at have høj risiko for computerisering (en sådan opgørelse er ikke relevant for de efterfølgende studier).

Den første række i tabellen indeholder de færdigheder, som Frey & Osborne (2013) anser for at være flaskehalse for computerisering. Anden række er et uddrag af variable i PIAAC, som giver lav sandsynlighed for computerisering ifølge analysen i Arntz, Gregory & Zierahn (2016). Tredje række er færdigheder, som ifølge McKinsey Global Institute (2017a) er vanskelige at computerisere. Fjerde række indeholder en prioriteret liste over de 20 færdigheder, der vil blive mest efterspørgsel efter ifølge opgørelsen i Bakhshi m.fl. (2017). Femte række er en liste over færdigheder prioriteret efter væksten i efterspørgslen på det europæiske arbejdsmarked, som angivet i Cedefop (2013). Sjette række indeholder listen over færdigheder i World Economic Forum (2016) rangordnet efter størrelse af forventet vækst i efterspørgslen ifølge de firmaer, som har deltaget i surveyen. Udgangspunktet for disse bidrag er de færdigheder eller arbejdsfunktioner, som er indeholdt i det amerikanske arbejdsministeriums indholdsrige database O*NET.

Herefter følger bidrag, som ikke baserer sig på O*NET. Syvende række i tabellen viser de færdigheder, der ifølge World Economic Forum (2015) skulle være brug for i det 21. århundrede (som nævnt i gennemgangen er det uklart, hvordan rapportens forfattere er nået frem til denne liste af færdigheder). Ottende række er en liste over færdigheder prioriteret efter vækst i efterspørgslen ifølge engelske virksomhedsledere, jf. Deloitte (2015).

Bilagstabel 2.1 er anvendt som grundlag for at udarbejde oversigten over studier i tabel 6.1, som nævner bestemte overordnede færdigheder. I visse tilfælde synes bilagstabel 2.1 imidlertid at indeholde overlappende kategorier af færdigheder. Eksempelvis nævner Frey & Osborne (2013) ikke kategorien kognitive færdigheder, mens færdigheden "originalitet" er indeholdt i dette studie. Kognitive færdigheder synes imidlertid at være en forudsætning for færdigheden "originalitet", jævnfør beskrivelsen af denne færdighed i tabel 4.1. Frey & Osborne (2013) er derfor medtaget som et af de studier, der nævner kognitive færdigheder som væsentlige på fremtidens arbejdsmarked. Tilsvarende er Frey & Osborne (2013) medtaget i de studier, som nævner "problemløsning" som en færdighed af betydning på fremtidens arbejdsmarked, idet denne færdighed eksplicit nævnes i tabel 4.1 som en komponent af færdigheden "originalitet".

Bilagstabel 2.1 Oversigt over færdigheder på fremtidens arbejdsmarked ifølge bidrag til litteraturen

Bidrag	Færdigheder	Kilde, bemærkninger
Frey & Osborne (2013)	Fingerfærdighed Manuel færdighed Originalitet Æstetik Social opfattelsesevne Forhandlingsevne Overtalelse Hjælpe andre og tage vare om dem	Forlæg: Tabel 4.1 Periode: Indtil effekt af eksisterende teknologi har udspillet sig Indhold: Kompetencer, som er vanskelige at computerisere Andel fag med høj risiko for computerisering (mere end 70 pct.): 47 pct.
Arntz, Gregory & Zierahn (2016)	Organisering af eget tidsskema Gøre indflydelse gældende Løse simple problemer Løse komplekse problemer Arbejde fysisk i lang tid Læse instruktioner Læse professionelle publikationer Læse bøger Skrive artikler Beregne andele og procenter Kompleks matematik eller statistik Anvende programmeringsprog Anvende kommunikationssoftware	Forlæg: Tabel 4.2 Periode: Indtil effekt af eksisterende teknologi har udspillet sig Indhold: Kompetencerne er et uddrag af de færdigheder og karakteristika ved jobbene, som giver lav sandsynlighed for, at jobbet computerises. Færdigheder og karakteristika er variable i PIAAC. Andel fag med høj risiko for computerisering (mere end 70 pct.): 9 pct.
McKinsey Global Institute (2017a)	Social og emotionel opfattelse Social og emotionel ræsonnering Socialt og emotionelt output Generere nye mønstre Logisk ræsonnering/problemløsning Kreativitet Koordinering med flere agenter Mobilitet	Forlæg: Tabel 4.3 Periode: Indtil effekt af eksisterende teknologi har udspillet sig Indhold: De nævnte kompetencer er dem, som er vanskelige at erstatte med teknologi
Bakhshi m.fl. (2017)	Læringsstrategier Psykologi Instruktion Social opfattelsesevne Sociologi og antropologi Uddannelse og træning Koordination Originalitet Idérighed ("Fluency of ideas") Aktiv læring Terapi og rådgivning Filosofi og teologi Evne til tale ("Speaking") Service orientering Aktiv lytning Kompleks problem løsning Mundtlig formuleringsevne Kommunikation and medier Klarhed i tale ("Speech Clarity") Dømmekraft og beslutningstagen	Forlæg: Tabel 4.4 Periode: Indtil 2030 Indhold: Rangordning af de 20 færdigheder med størst vækst i efterspørgsel (ud af 120 færdigheder). Øverste færdighed har størst vækst.

Bidrag	Færdigheder	Kilde, bemærkninger
Cedefop (2013)	<p>Metodologiske evner (0,25)</p> <p>Numeriske færdigheder (0,24)</p> <p>ICT/digital (0,22)</p> <p>Praktiske skills (0,19)</p> <p>Kognitive skills (0,17)</p> <p>Sociale evner (0,17)</p> <p>Personlige evner (0,14)</p> <p>Lære at lære (0,12)</p> <p>Kommunikation på fremmedsprog (-0,13)</p> <p>Kommunikation på modersmål (-0,21)</p>	<p>Forlæg: Tabel 4.5</p> <p>Periode: 2010 til 2020</p> <p>Indhold: Ændringer i "skills" og kompetencer for kategorien "importance". I parentes er angivet ændringen målt på en skala fra 0 til 100.</p>
World Economic Forum (2016)	<p>Kognitive færdigheder (52 pct.)</p> <p>Systemfærdigheder (42 pct.)</p> <p>Komplekse problemer (40 pct.)</p> <p>"Content skills" (40 pct.)</p> <p>Procesfærdigheder (39 pct.)</p> <p>Sociale færdigheder (37 pct.)</p> <p>Resurse management færdigheder (36 pct.)</p> <p>Tekniske færdigheder (32 pct.)</p> <p>Fysiske færdigheder (31 pct.)</p>	<p>Forlæg: Tabel 4.6 og tilhørende tekst</p> <p>Periode: 2015 til 2020</p> <p>Indhold: Rangordning af færdigheder efter forventet vækst i efterspørgsel (i parentes er angivet andelen af firmaer, som forventer vækst i efterspørgslen).</p>
World Economic Forum (2015)	<p>Læsefærdigheder</p> <p>Regnefærdigheder</p> <p>Videnskabelige færdigheder</p> <p>IT færdigheder</p> <p>Finansielle færdigheder</p> <p>Kulturelle færdigheder</p> <p>Kritisk tænkning/problemløsning</p> <p>Kreativitet</p> <p>Kommunikation</p> <p>Samarbejde</p> <p>Nysgerrighed</p> <p>Initiativ</p> <p>Vedholdenhed</p> <p>Tilpasningsduelighed</p> <p>Lederskab</p> <p>Social og kulturel forståelse</p>	<p>Forlæg: Tabel 5.1</p> <p>Periode: Ikke nærmere præciseret</p> <p>Indhold: Færdigheder for det 21. århundrede.</p>
Deloitte (2015)	<p>Digital know-how (16)</p> <p>Management (15)</p> <p>Kreativitet (13)</p> <p>Entrepreneurship (10)</p> <p>Problemløsning (9)</p> <p>Forhandling (9)</p> <p>Professionelle kvalifikationer (6)</p> <p>"Processing, support and clerical" (6)</p> <p>Social opfattelsesevne (5)</p> <p>Overtalelsesevne (5)</p> <p>Kulturel viden og udenlandske sprog (4)</p>	<p>Forlæg: Tabel 5.2</p> <p>Periode: 2014 til 2019.</p> <p>Indhold: Andel respondenter, som forventer vækst i efterspørgslen efter færdighed, er angivet i parentes.</p>

Litteratur

- Acemoglu, D. & D. Autor (2011): *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. Handbook of Labor Economics (Bd. 4)*. Elsevier B.V.
- Andersen, T.M. (2018): *Samfundsøkonomiske effekter af uddannelse – principielle aspekter*. København: Rockwool Fonden, Arbejdsrapport 53.
- Arntz, M., T. Gregory & U. Zierahn (2016): "The Risk of Automation for Job in OECD Countries: A Comparative Analysis". *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 2(189), s. 47-54.
- Autor, D. (2013): "The 'Task Approach' TO Labor Markets: An Overview". *Journal for Labour Market Research*, 46(3), s. 185-199.
- Autor, D. & D. Dorn (2009): "This Job Is 'Getting Old': Measuring Changes in Job Opportunities Using Occupational Age Structure Author". *The American Economic Review*, 99(2).
- Autor, D., F. Levy & R.J. Murnane (2003): "The Skill Content of Recent Technological Change : An Empirical Exploration". *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), s. 1279-1333.
- Autor, D.H. (2015): "Why Are There Still So Many Job? The History and Future of Workplace Automation". *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), s. 3-30.
- Bakhshi, H., J.M. Downing, M.A. Osborne & P. Schneider (2017): *The Future of Skills: Employment in 2030*. London: Nesta, Oxford-Martin, Pearson.
- Beaudry, P., D.A. Green & B.M. Sand (2016): "The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks". *Journal of Labor Economics*, 34(1), s. S199-S247.
- Bonin, H., T. Gregory & U. Zieran (2015): *Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland (No. 57)*. ZEW Kurzexpertise.
- Bowles, J. (2014): *The Computerisation of European Job*. Tilgængelig på: <http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-job/>.
- Brynjolfsson, E. & A. McAfee (2011): *Race Against The Machine*. Lexington: Digital Frontier Press.
- Cedefop (2013): *Quantifying Skill Needs in Europe Occupational Skills Profiles: Methodology and Application*. Luxembourg.
- Cedefop & ILO (2016): *Developing Skills Foresights, Scenarios and Forecasts. Guide to Anticipating and Matching Skills and Job. (Bd. 2)*. Geneva.
- Citi GPS (2016): *Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used to Be*. CityGroup and University of Oxford.
- Deloitte (2014): *Agiletown : The Relentless March of Technology and London's Response. (Bd. 1-44)* London.
- Deloitte (2015): *From Brawn to Brains. The Impact of Technology on Job in the UK*. London.
- Deming, D.J. (2017): "The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market". *Quarterly Journal of Economics*, 132(4), s. 1593-1640.

- Elliott, S.W. (2017): *Computers and the Future of Skill Demand*. Paris: OECD.
- Frey, C.B. & M. Osborne (2013): *The Future of Employment: How Susceptible Are Job To Computerisation?*. UK: Oxford.
- Frey, C.B. & M.A. Osborne (2017): "The Future of Employment: How Susceptible are Job to Computerisation?". *Technological Forecasting and Social Change*, 114, s. 254-280.
- Goldin, C. & L.F. Katz (2008): *The Race between Education and Technology*. Cambridge: Harvard University Press.
- Goos, B.M., A. Manning & A. Salomons (2014): "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring". *The American Economic Review*, 104(8), s. 2509-2526.
- Goos, M. & A. Manning (2007): "Lousy and Lovely Job: The Rising Polarization of Work in Britain". *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), s. 118-133.
- ILO (2014): *Skills mismatch in Europe*. Geneva: ILO.
- Levy, F. & R. Murnane (2013): *Dancing with Robots: Human Skills for Computerized Work*. Washington, DC: Third Way NEXT.
- Malchow-Møller, N. & J.R. Skaksen (2003): *Skill-Biased Technological Change in Denmark: A Disaggregate Perspective*. IZA Discussion Paper No. 752 Bonn.
- McKinsey & Company (2017): *A Future That Works: the Impact of Automation in Denmark*. København.
- McKinsey Global Institute (2017a): *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*. McKinsey Global Institute
- McKinsey Global Institute (2017b): *Job Lost, Job Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*. McKinsey Global Institute.
- PwC (2017): "Will Robots Steal our Job? The Potential Impact of Automation". *UK Economic Outlook*, (March), s. 30-48.
- Spitz-Oener, A. (2006): "Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure". *Journal of Labor Economics*, 24(2), s. 235-270.
- World Economic Forum (2015): *New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology*. New Vision for Education: Unlocking the Potential of Technology Geneva.
- World Economic Forum (2016): *The Future of Job Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Geneva.
- World Economic Forum (2018): *Towards a Reskilling Revolution*. Geneva: World Economic Forum.

**VIDEN TIL
VELFÆRD**

DET NATIONALE FORSKNINGS-
OG ANALYSECENTER FOR VELFÆRD