

Hypoteser for fremtidig teknologisk udvikling

Danmark har, ligesom andre højtudviklede økonomier, helt overordnet set haft en robust og relativ stabil fremgang i velstanden siden den industrielle revolution. Denne udvikling er primært blevet drevet af store teknologiske fremskridt, som har muliggjort mere effektive produktionsprocesser og helt nye produkter, hvilket har øget produktiviteten betydeligt. Med andre ord er det blevet muligt at skabe stadig mere værdi og større velstand med en given arbejdsindsats.

Sideløbende med denne udvikling er flere kommet i beskæftigelse i takt med at arbejdsstyrken er vokset – herunder som følge af, at befolkningen er vokset og kvinderne er kommet ud på arbejdsmarkedet. Den teknologiske udvikling, som blandt andet har medført en omfattende automatisering af arbejdsopgaver, har således ikke overflodiggjort arbejdskraft. Men der er sket store ændringer i indholdet af de arbejdsopgaver, som udføres på de danske arbejdspladser, ligesom der er sket store ændringer i, hvor mange de enkelte brancher i Danmark beskæftiger. Når Danmark i dag er et af de rigeste og mest lige lande i verden, hænger det sammen med evnen til at håndtere sådanne omstillinger og dermed til løbende at sikre høj og vellønnet beskæftigelse til de danske arbejdstagere.

Mulighederne for fremtidige velstandsstigninger, og kravene til fremtidige omstillinger på arbejdsmarkedet, vil hænge sammen med hastigheden af den teknologiske udvikling. Sidstnævnte er fokus for dette baggrundsnotat.

På den ene side forudsiger nogle hypoteser accelererende teknologisk udvikling og tiltagende produktivtetsvækst – fx ud fra en betragtning om, at udvikling af eksempelvis kunstig intelligens vil bane vejen for stadigt større og hurtigere teknologiske fremskridt. Sådanne hypoteser fremsføres i nogle tilfælde i sammenhæng med forudsigelser om en overflodiggørelse af arbejdskraft i fremtiden.

På den anden side tilsiger andre hypoteser langsommere teknologisk udvikling og aftagende produktivtetsvækst. Dette er blandt andet baseret på, at det skulle kræve en stadig større forskningsindsats at skabe teknologiske fremskridt, som kan give anledning til en given produktivtetsfremgang, hvilket i givet fald betyder, at teknologiske fremskridt i fremtiden ikke vil være i stand til at øge velstanden med samme hastighed som hidtil. Nogle af disse hypoteser har fundet inspiration i den forholdsvis lave produktivtetsvækst, som er observeret i højtudviklede lande i de senere år.

Den økonomiske udvikling bestemmes ikke udelukkende af den teknologiske udvikling på forskellige områder, men også af udviklingen i efterspørgslen efter forskellige varer og tjenester. En forholdsvis høj stigning i effektiviteten af produktionen inden for eksempelvis visse brancher giver lavere priser på de producerede varer og tjenester set i forhold til andre brancher. En tendens til at store prisfald ikke bliver ved med at føre til tilsvarende store stigninger i efterspørgslen (som i en vis udstrækning mættes) betyder, at de pågældende brancher på længere sigt kommer til at stå for en mindre og mindre andel af den samlede beskæftigelse og produktionsværdi. I denne

situation er hastig teknologisk udvikling på enkelte områder ikke tilstrækkelig til at drive en vedvarende hastig udvikling for økonomien som helhed.

Sammenfattende peger hidtidige tendenser ikke på en bevægelse mod accelererende teknologisk udvikling eller stigende produktivitetsvækst for samfundet under ét. Om noget peger udviklingen i de senere år på lidt lavere produktivitetsudvikling for samfundet under ét end tidligere. Der er fx indikationer på, at det har krævet en stigende forskningsindsats at opretholde produktivitetsfremgang. Men forskningslitteraturen er dog ikke klar på dette punkt, ligesom det ikke er muligt at drage håndfaste konklusioner om hastigheden eller karakteren af den fremtidige teknologiske udvikling.

Nogle studier peger på, at der blandt andet i Danmark er et betydeligt potentiale for at automatisere arbejdsopgaver fremadrettet. Som nævnt har der også hidtil fundet en betydelig automatisering af arbejdsopgaver sted, og de omtalte studier konkluderer ikke på, hvorvidt automatiseringen fremover vil ske med større eller mindre hastighed end hidtil – eller om bidraget fra automatisering til den fremtidige økonomiske vækst vil blive større eller mindre.

De to ovennævnte grupper af hypoteser udspænder først og fremmest et udfaldsrum for hastigheden af den fremtidige teknologiske udvikling, som vil kunne variere over tid og på tværs af områder i økonomien og samfundet.

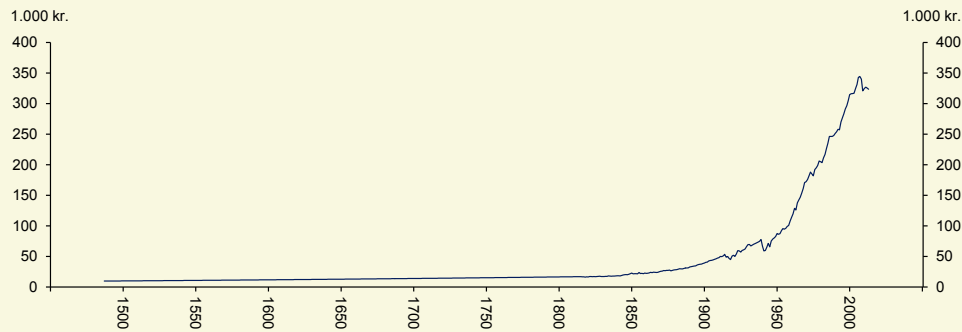
Uanset om den teknologiske udvikling kommer til at gå lidt hurtigere eller langsommere end hidtil, er der ikke noget i den historiske udvikling, som peger på, at den teknologiske udvikling overordnet set skulle kunne overflodiggøre arbejdskraft i økonomien og føre til lavere beskæftigelse.

Traditionelt syn på teknologisk udvikling og økonomisk vækst

Den økonomiske vækst i de højest udviklede lande har i helt store træk været positiv og forholdsvis stabil siden starten af den industrielle revolution. For England tog udviklingen fart omkring 1760, mens velstandsfremgangen i Danmark først for alvor begyndte i sidste halvdel af 1800-tallet, *jf. figur 1*. Tidligere er der ikke klare tegn på en længerevarende økonomisk vækst på det niveau, som er set siden. Stabil og forholdsvis høj økonomisk vækst er således et relativt nyt fænomen set i et historisk perspektiv.

De direkte årsager til økonomisk vækst er primært teknologiske fremskridt, akkumulation af viden og kapital samt øget uddannelsesniveau. Andre faktorer kan også spille ind. Det kan være demografi og høj befolkningstæthed, der muliggør stor specialisering i økonomien og kan medføre, at fremskridt giver sig udtryk i velstandsstigninger i højere grad end (yderligere) befolkningsvækst. Det er vanskeligt at sige præcis hvad, der gav anledning til, at den moderne økonomiske vækst startede da den gjorde.

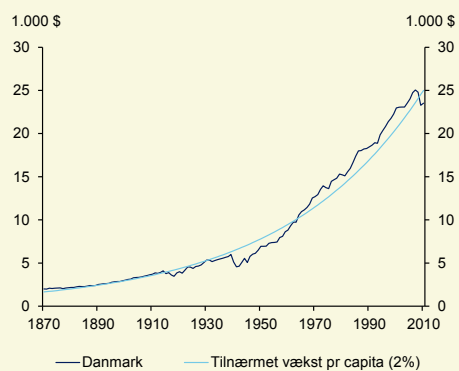
Figur 1
BNP pr capita i Danmark, 2010-priser



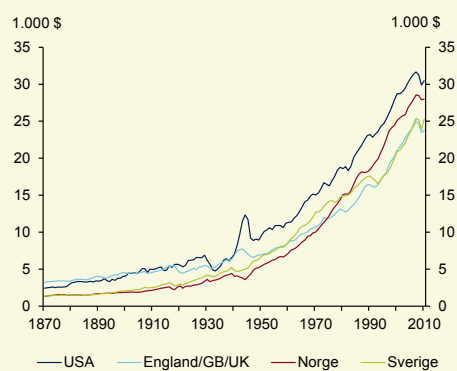
Kilde: Abildgren, Kim. 2017. Trends in real wages in Denmark since the Late Middle Ages, Historical Methods.

Fokuseres der på de seneste knap 150 år, har væksten i BNP pr. indbygger overordnet set ligget forholdsvis stabilt i Danmark på omtrent 2 pct. om året, hvilket har givet anledning til en omtrent eksponentiel udvikling i *niveauet* for BNP pr. indbygger, jf. figur 2. Noget lignende er set i andre højtudviklede økonomier som fx USA, England, Sverige og Norge. Udviklingen har dog ikke været helt jævn – fx faldt BNP pr. indbygger i forbindelse med anden verdenskrig, hvorefter vækstraten i en periode var forholdsvis høj for så at aftage lidt igen.

Figur 2
BNP pr. capita i Danmark



Figur 3
BNP pr. capita i andre højtudviklede lande



Anm.: Beløb opgjort i 1990 Int. GK\$.

Kilde: Maddison project : collaborative research on historical national accounts, database.

Tendensen til stabil økonomisk vækst er en af de regelmæssigheder, der er et udbredt udgangspunkt for økonomisk vækstteori og indgår som et element i de så-

kaldte stiliserede fakta om den økonomiske vækst set over lange perioder. Disse stiliserede fakta kan opsummeres som følger.¹

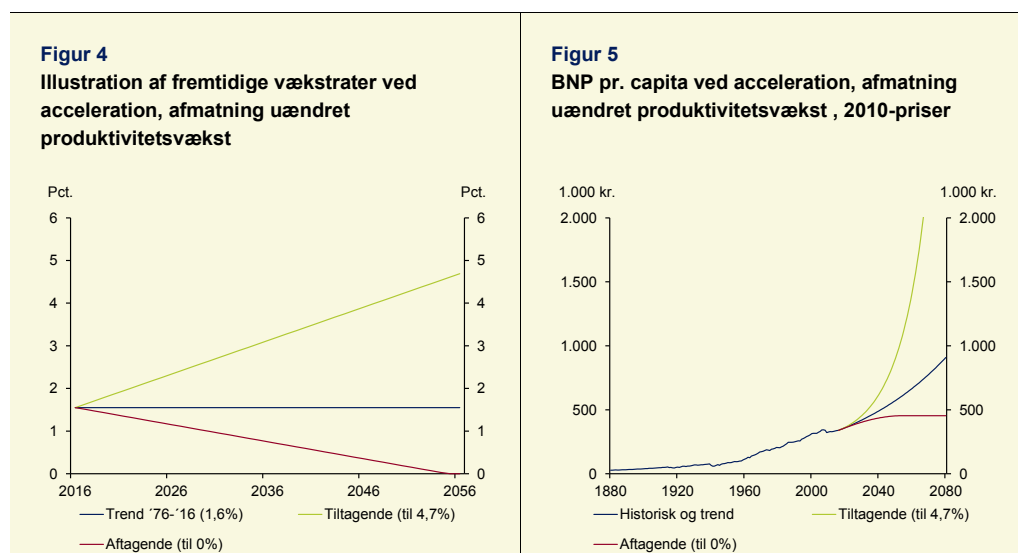
- Produktiviteten, reallønnen og kapitalapparatet per medarbejder synes at være konstant stigende
- Forholdet mellem kapital og produktion synes at være nogenlunde konstant.
- Afkastet af investeringer og forholdet mellem løn og kapitalafkast synes ligeledes at være nogenlunde konstant.

De stiliserede fakta er dog jævnlige blevet udfordret og kan ikke betragtes som egentlige lovmæssigheder.

Beskæftigelsesudviklingen indgår ikke eksplicit i de stiliserede fakta. Dette skal ses i lyset af, at beskæftigelsen bestemmes af arbejdsudbuddet og strukturerne på arbejdsmarkedet. Økonomisk vækst vil derfor som udgangspunkt ikke reducere beskæftigelsen, men snarere slå ud i stigende reallønninger – en tendens, der indgår blandt de stiliserede fakta.

Hypoteser om accelererende eller aftagende teknologisk udvikling

Der er jævnlige diskussion af, hvad der kan forventes af den fremtidige teknologiske udvikling, de afledte konsekvenser for beskæftigelsen og den økonomiske vækst. Diskussionen går blandt andet på, om der er udsigt til stigende eller aftagende vækstrater.



Kilde: Egne beregninger på baggrund af Nationalregnskabet og Abildgren, Kim, 2017.

Stigende hastighed af den teknologiske udvikling og tiltagende vækstrater vil medføre en meget voldsom udvikling i velstandsniveauet, mens en langsommere teknologisk udvikling og faldende vækstrate vil medføre en afbøjning i forhold til den langsigtede historiske "trend", jf. figur 4 og 5.

¹ De stiliserede fakta kaldes samlet set for *Kaldor's facts*.

I deres ekstreme udgaver udspænder disse to muligheder – som underbygges med hver deres hypoteser – et udfaldsrum for den fremtidige udvikling. Det er således også en (mere sandsynlig) mulighed, at der ikke fremover vil være entydige tendenser, og at udviklingen fortsat vil bølge frem og tilbage i forskellige perioder.

Hypoteser om accelererende teknologisk udvikling

Nogle hypoteser om accelererende teknologisk udvikling lægger til grund, at tilvejebragt viden frit kan anvendes af alle, og at den er uforgængelig. Hertil kommer at den akkumulerede viden over tid kan gøre nye teknologiske fremskridt lettere.²

Akkumulation af viden kan fx lede til et eksponentielt stigende antal udviklingsmuligheder, fordi der vil opstå et stigende antal kombinationsmuligheder på tværs af ny og eksisterende viden og teknologi. Der er dog også mulighed for, at et eksponentielt stigende antal muligheder ikke kun medfører flere anvendelige udviklingsmuligheder i økonomien, men i lige så høj grad medfører ufrugtbare kombinationsmuligheder.

Andre hypoteser om accelererende teknologisk udvikling er baseret på, at ny teknologi i højere grad vil føre til øgede investeringer i ny kapital end til stigninger i reallønnen for arbejdskraft. Ifølge denne type hypotese skulle der ske en forskydning i forholdet mellem kapital og produktion i økonomien, og tilsvarende mellem fordelingen af produktionen mellem lønindkomst og kapitalafkast. Nogle versioner af denne type hypotese peger på, at en accelererende teknologisk udvikling vil drives specifikt af informationsteknologi snarere end ny teknologi mere generelt. Dette skulle i så fald ikke blot give anledning til en generel forskydning mellem produktion og kapitalapparat i økonomien, men også en forskydning i sammensætningen af kapitalapparatet mod informationsteknologi.

Forudsigelser om hastig teknologisk udvikling præsenteres i visse sammenhænge sammen med en udsigt til, at arbejdskraft bliver overflødiggjort, og at beskæftigelsen vil forsvinde. Der er dog ikke noget i de nævnte hypoteser om tiltagene økonomisk vækst, som betyder, at arbejdskraft skulle blive overflødiggjort i den forstand, at dem, der vil, ikke skulle kunne finde beskæftigelse. En større hastighed i den teknologiske udvikling vil dog kunne stille højere krav til omstilling af beskæftigelsen.

Hypoteser om en fortsat afmatning i den teknologiske udvikling

Grundlaget for hypoteser om en fortsat afmatning i den teknologiske udvikling er, at det vil kræve en stadig større indsats inden for forskning og udvikling at tilvejebringe nye teknologiske fremskridt og fortsat produktivitetsfremgang – nye jorde er mindre frugtbare³.

² Hypoteser om accelererende vækst er blandt andet belyst af McAfee & Brynjolfsson og Joel Mokyr.

³ Hypoteser om afmatning i væksten er blandt andet belyst af Robert J. Gordon, Tyler Cowen og Charles Jones.

Som belæg for hypoteserne fremføres også, at tidlige opfindelser som eksempelvis kloakering eller pencillin skulle have haft større værdi for samfundet end de efterfølgende. Således skulle opfindelser som telegraf, telefon og internet have påvirket samfundet i aftagende grad. Det er vanskeligt at foretage en egentlig vurdering af, hvorvidt dette (eller det modsatte) er tilfældet.

Hertil kommer, at underliggende tendenser i samfundet, som ikke direkte vedrører den teknologiske udvikling, fremadrettet kan virke mere dæmpende på den økonomiske vækst i forhold til hvad vi har set hidtil. Dette gælder den demografiske udfordring, eksempelvis ved et stigende antal ældre. Det kan også være ved en øvre grænse for uddannelsesniveaet eller ved miljøproblemer samt ved ulighed, hvor lave lønninger kan begrænse afkastet af teknologiske effektiviseringer. Det er dog uklart i hvilket omfang disse tendenser vil kunne have spillet en væsentlig rolle – særligt for Danmark.

Efterspørgslens rolle

Den økonomiske udvikling bestemmes ikke udelukkende af den teknologiske udvikling, men også af udviklingen i efterspørgslen efter varer, service og fritid.

Når den teknologiske udvikling medfører relativt høj produktivitetsvækst inden for visse brancher, vil de producerede varer og tjenester blive billigere relativt til de øvrige varer og tjenester i økonomien. Hvis forbrugerne med tiden vælger at bruge en del af velstandsgevinsten ved faldende priser til også at øge deres forbrug af andre typer af varer og tjenester, vil det medføre en forskydning af beskæftigelsen mod brancher med lavere produktivitetsvækst.

Dette svarer til, at stadig faldende priser medfører, at efterspørgslen i en vist udstrækning mættes. Ved en fortsat hastig teknologisk udvikling og efterfølgende prisfald vil de berørte brancher gradvist få mindre og mindre betydning for økonomien som helhed. Eksempelvis kan forskydningen i beskæftigelsen i Danmark fra industri over mod service ses som eksempel på en forskydning mod brancher med relativt lav produktivitetsvækst, *jf. baggrundspapir om beskæftigelsesudvikling og brancheforskydninger*.

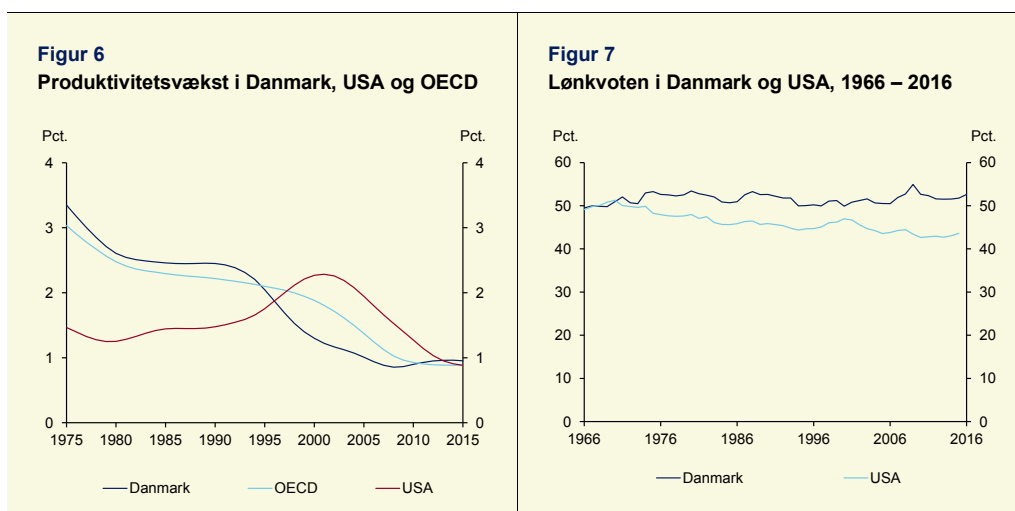
En hastig teknologisk udvikling på nogle områder kan således kun drive en hastig produktivitetsudvikling for økonomien som helhed hvis efterspørgslen ikke gradvist mættes, men de pågældende varer og tjenester, herunder nye produkter og tjenesteydelser, derimod har mulighed for at spille en stadig tiltagende rolle for forbrugere og virksomheder.

Hvad peger hidtidige tendenser på?

Nedenfor beskrives nogle aspekter af den hidtidige udvikling, som kan give et fingerpeg i forhold til hvordan produktivitetsvæksten kan udvikle sig fremover. Der ses både på tendenser i Danmark og andre udviklede lande, da teknologisk udvikling og produktivitetsvækst i vid udstrækning er et internationalt fænomen.

Sammenfattende peger hidtidige tendenser ikke på en bevægelse mod accelererende produktivtetsvækst⁴. De seneste år har produktivtetsvæksten derimod været lavere end tidligere, men det er ikke muligt at drage håndfaste konklusioner om den fremtidige udvikling.

I de seneste år har produktivtetsvæksten været lavere end tidligere, både i Danmark og i gennemsnit for OECD-landene, mens det for USA er et nyere fænomen, *jf. figur 6*.⁵ For Danmark kan den lavere produktivtetsvækst blandt andet hænge sammen med, at vi tidligere har været bagud rent teknologisk i forhold til de mest avancerede lande såsom USA. I takt med at der i Danmark sideløbende er blevet implementeret både nye teknologier samt flere og flere af de teknologier, som allerede var implementeret i USA, har produktivtetsvæksten kunnet holdes forholdsvis høj i Danmark – såkaldt ”catching up”, *jf. også baggrundspapir om produktivitet og velstand*. Midlertidige afmatninger i produktivtetsvæksten er dog set i tidligere perioder.



Anm.: Produktiviteten er i figur 6 målt som BNP pr. arbejdstime i faste priser. Trenden er beregnet med et Hodrick-Prescott filter (parameter = 100). Lønkvoten er i figur 7 målt i forhold til BNP for at øge sammenligneligheden.

Kilde: Figur 6: OECD. Figur 7: Danmarks Statistik og Federal reservebank of St. Louis.

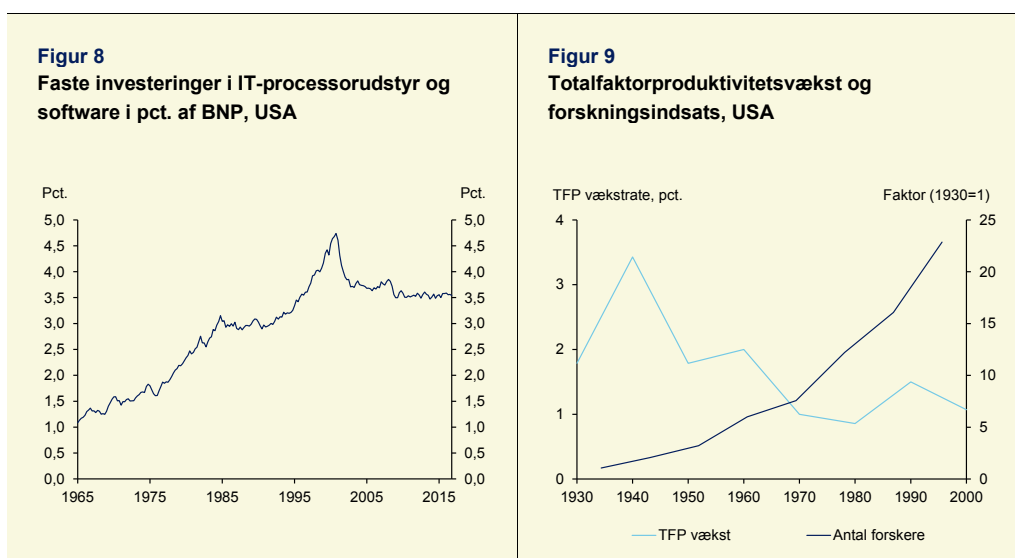
OECD skønner, at det for en tredjedel af alle jobs i Danmark er mere end halvdelen af arbejdsopgaverne, der kan automatiseres. Det samme resultat opnås i en analyse udarbejdet af konsulenthuset McKinsey og forskere fra Aarhus Universitet, som derudover skønner, at 40 pct. af de samlede arbejdstimer i Danmark går med opgaver, der kan automatiseres med eksisterende teknologi. Ifølge analysen forventes dette at kunne levere et bidrag til den økonomiske vækst på 0,8 til 1,4 procentpoint årligt afhængigt af, hvor hurtig automatiseringspotentialet kan reali-

⁴ Den såkaldte sigularitetshypotese er undersøgt af Nordhaus, 2015, som ikke finder signifikant evidens.

⁵ Mens det ikke kan forklare hele faldet, er det muligt, at en del af den lavere (opgjorte) produktivtetsvækst kan skyldes vanskeligheden forbundet med at måle kvalitetsforbedringer når nye produkter erstatter eksisterende.

seres. Set i forhold til den hidtidige produktivitetsvækst (*se figur 6*) er der således tale om et betydeligt potentielt vækstbidrag. Den hidtidige produktivitetsvækst har dog også indeholdt et bidrag fra automatisering af arbejdsopgaver, og analysen konkluderer ikke på, hvorvidt automatiseringen vil ske hurtigere eller langsommere end tidligere – eller om vækstbidraget fremadrettet vil blive større eller mindre end hidtil.

Der er ikke klare tegn på, at der skulle være sket en forskydning i den andel af produktionen, der går til kapitalafflønning i Danmark, og et fald i lønkvote, sådan som nogle af hypoteserne om stadigt tiltagende produktivitetsvækst forudsiger, *jf. figur 7*. Derudover har erhvervsinvesteringerne i Danmark ligget forholdsvis lavt i de senere år, hvilket dog også kan hænge sammen med midlertidige forhold, herunder konjunktursituationen.



Anm.: Input i økonomien består af input i produktionen, forbrug og investeringer.
Kilde: Danmarks Statistik og Fedreal reservebank of St. Louis

I USA har der været en tendens til faldende lønkvote, men tendensen har dog været forholdsvis svag, *jf. figur 7*. Og mens investeringer i IT og digitalisering kan have betydning for produktiviteten i den enkelte virksomhed og økonomien som helhed, hvor der er tegn på, at totalfaktorproduktiviteten er højere i de mest digitaliserede virksomheder end i de mindre digitaliserede, ser en vedvarende forskydning i forholdet mellem produktion og kapital i USA ikke ud til at kunne drives af fx investeringer i IT. Således toppede investeringer i IT-processorudstyr og software som andel af amerikansk økonomi ved den såkaldte dot-com krise i 2000, og siden har investeringernes andel af den samlede økonomi været relativt konstant, *jf. figur 8*.

Der er endvidere indikationer på, at det kræver en stadig større forskningsindsats at skabe fremgang i produktiviteten. Således har der været en markant vækst i indsatsen inden for forskning og udvikling, samt en stor vækst i antallet af publikati-

oner af forskningsresultater sideløbende med, at produktivitetstigningstakten overordnet set har været aftagende, *jf. figur 9*. Produktivitet udvikling påvirkes dog af en lang række forhold, og forskningsindsatsens effekter vil i flere tilfælde først optræde efter en forholdsvis lang tidsperiode. En del af forskningsindsatsen vil derudover have betydning for forhold, som ikke nødvendigvis afspejles i BNP og produktivitet. For eksempel vil en øget levetid som følge af bedre behandlinger kunne slå ud i længere levetid som pensionist, og denne velstandsforbedring måles ikke med BNP. Tendensen synes også at gøre sig gældende indenfor mere afgrænsede områder, som eksempelvis computerprocessorudstyr. Således har der sideløbende med den omtrent konstante vækstrate i antallet af transistorer i et integreret kredsløb, som også kendes som Moore's lov, været tendens til en meget betydelig stigning i forskningsindsatsen målt ved antallet af forskere inden for udvikling af microchips siden 1971.⁶

⁶ *Are Ideas Getting Harder to Find?*, Bloom, Jones, Van Reenen og Webb, 2017.