

Teknologibasert strategi

LÆRINGSMÅL

Når du har lest dette kapitlet, skal du kunne:

- nevne noen viktige muliggjørende teknologier og hvordan de kan brukes
- beskrive hva det betyr at IKT brukes overalt og i alle sammenhenger i en organisasjon
- beskrive den teknologiske livssyklusen
- forstå begrepet disruptiv teknologi
- resonnere rundt fremvoksende og konvergerende teknologi
- forstå prinsippene bak utvikling av en teknologisk strategi

Fremskrittene på en lang rekke teknologiske områder de senere årene er ikke bare relevant for tradisjonelle ingeniørbedrifter. Teknologien med sine muligheter og forutsetninger er i dag noe som de aller fleste bedrifter er nødt til å legge strategier for. Teknologi er en viktig faktor i det å skape vekst, og dermed også i utformingen av en forretningsstrategi. Dette er opplest og vedtatt for teknologitunge virksomheter som Cisco, Motorola og IBM, men gjelder i stadig større grad også for bedrifter som driver sin virksomhet på andre forretningsområder. Produkter i hverdagen som kjøkkenmaskiner og salgsautomater er eksempler på at fremskritt innen mobilkommunikasjon og sensorteknologi gir et radikalt nytt grunnlag for innovasjon, forbrukerverdi og konkurranse.¹ Slik informasjons- og kommunikasjonsteknologien (IKT) har hatt og fortsatt har stor innvirkning på mange bedrifter og deres strategi, er det sannsynlig at andre plattformer og muliggjørende teknologier vil ha like stor innvirkning (for eksempel additiv fremstilling, også kalt 3D-prototyping, syntetisk biologi² og andre såkalt muliggjørende kjerneteknologier).

Et annet viktig område hvor teknologien spiller en avgjørende rolle, er bærekraft. Forsknings- og utviklingsaktiviteter er rettet mot mer effektiv ressursbruk og teknologier som er økonomisk overkommelige for et stadig større antall forbrukere. Vår tids medier, mobilitet og medisiner er glimrende eksempler på hvor mye livet vårt styres av den teknologiske utviklingen. I møte med utallige globale miljøutfordringer gir teknologien bedre effektivitet gjennom lavere ressursforbruk, mindre forurensning og mer bærekraftig distribusjon. Nye metoder for ressursvern og mindre forurensning er

en utfordring for økonomien, men de er også med på å bedre effektiviteten og stimulere til innovasjon, slik Tysklands posisjon som miljøteknologiens spydspiss viser. Bruken av ny teknologi vil gjøre at vi kan begrense «bivirkninger» som energiforbruk og plassbehov i fremtiden. Vi vil raskere kunne oppdage, håndtere og gjøre noe med uønskede bivirkninger slik at de kan begrenses langt mer enn i dag.

I dette kapitlet skal vi se på noen banebrytende teknologiske løsninger og mulighetene de medfører. Vi skal også gjennomgå noen konkrete teknologiske særtrekk og hvordan man kan flette en teknologisk tankegang inn i forretningsstrategien.

12.1 Det teknologiske imperativ

Produktivitet er et stadig sterkere imperativ etter hvert som verdensøkonomien blir mer teknologibasert. Det betyr at produktivitetsveksten i mange land akselererer. Flere tiårs økonomisk forskning har vist at teknologi er en drivkraft bak langsiktig produktivitetsvekst.³ For å overleve vil noen bedrifter, industrier og hele økonomier måtte bli mer produktive ved rask assimilasjon av eksisterende teknologi og utvikling av ny teknologi. Vekst og produktivetsforbedring skjer ganske enkelt ikke i dag uten en teknologisk strategi. En slik strategi må være basert på en vekstmodell som gjenspeiler den globale konkurransens stadig mer komplekse og teknologiintensive vesen.⁴ Utviklingen og utnyttelsen av teknologi i stor nok skala til å oppnå signifikante globale markedsandeler for industrien i hjemmemarkedet, krever investeringer i en rekke andre ressurskategorier, så som menneskelige ressurser, bedre kanaler for spredning av kunnskap om teknologi og handel til bedrifter i alle størrelser, insentiver for kapitaldannelse, vern om intellektuell kapital, og moderne industristruktur (for eksempel samlokaliserte og funksjonelt integrerte leverandørkjeder). Disse ressursene og verdiene danner grunnlag for et bredt økosystem som funksjonelt integrerer FoU, kapitaldannelse, bedriftsledelse og faglært arbeidskraft.

En modell for teknologibasert vekst viser den vitenskapelig baserte kunnskapens faser i retning av stadig mer anvendt teknologisk kunnskap helt frem til kommersialisering.⁵ I den teknologiske forskningens første fase er målet å bevise ideen om at teknologien på sikt vil gi kommersielt levedyktige produkter eller prosesser. Denne teknologiske kvalifiseringen og utprøvingen skjer vanligvis lenge før kommersialisering. En bred teknologisk plattform gjør det mulig å utnytte den i flere markeder – som igjen innebærer en betydelig samlet potensiell økonomisk vekst.

Et viktig globalt fenomen i teknologisk sammenheng er fremveksten av nasjonale og regionale innovasjonssystemer (se kapittel 10). Disse klyngene åpner for å gjøre teknologibaserte økonomiske vekststrategier mer effektive gjennom regional samlokalisering av offentlige og private FoU-midler. Synergieffekter av samlokalisering av disse midlene gir mer produktiv FoU og bedre risikospredning på FoU-stadiet og ved oppskalering til produksjon av ny teknologi.⁶ Klynger gir også en konsentrert arbeidsstokk med relevant kompetanse og legger til rette for spredning av teknologi og dermed mer kommersialisering av forskningsresultatene. En velfungerende innovasjonsklynge kan gjøre det lettere for hele leverandørkjeden å håndtere suksessive teknologiske livssykluser gjennom bedre samordning av investeringer i livssyklusen,

herunder planlegging og offentlig og privat samfinansiering av overgangen mellom livssykluser.

12.2 Fremtidens kjerneteknologi

Både EU og USA har identifisert en rekke muliggjørende nøkkelteknologier (*Key Enabling Technologies*)⁷ hvor de mener det er absolutt nødvendig å ligge i teten de neste 10–20 årene. Disse muliggjørende nøkkelteknologiene beskrives som kunnskapsintensive og innebærer mye FoU, raske innovasjonssykluser, store kapitalinvesteringer og arbeidskraft med høy kompetanse. De legger til rette for innovasjon innen prosess, varer og tjenester i hele økonomien og har systemisk relevans. De er tverrfaglige og involverer mange teknologiområder, med tendenser i retning av konvergens og integrasjon. Avanserte produkter er basert på muliggjørende nøkkelteknologi, som kan øke verdien av forskningen blant teknogiledere på andre områder. Figur 12.1 gir noen eksempler som illustrerer dette:⁸

En elbil er en kombinasjon av avanserte materialer til batterier, mikroelektroniske komponenter for kraftelektronikk, fotonikk for lavforbruksbelysning, industriell bioteknologi for lavfrikasjonsdekk, og ikke minst avanserte produksjonssystemer for fremstilling av elbiler til konkurransedyktig pris.	En mobiltelefon inneholder for eksempel elektroniske mikrobruker for kommunikasjon, kamera og optikk klargjort for fotonikk, og avanserte materialer for nye berøringskjermer.	Et sanntidsbasert testinstrument for fugleinflensa inneholder bioteknologiske koder, elektroniske mikrobruker, laserbasert fotonisk deteksjon, og nanoteknologi-optimerede overflater for væskebehandling.
--	--	--

Figur 12.1 Eksempler på integrert bruk av muliggjørende nøkkelteknologi. Kilde: Europakommisjonen (2011)

Basert på aktuell global forskning og markedstrender identifiserte EU følgende muliggjørende nøkkelteknologier som de mest strategisk relevante med tanke på økonomisk potensial, bidrag til å løse samfunnsproblemer samt kunnskapsintensitet.⁹

12.2.1 Nanoteknologi

Nanoteknologi er et tverrfaglig teknologifelt der man kombinerer vitenskapelige tilnæringer fra fysikk, kjemi og biologi i arbeidet med å avdekke og utvikle prosesser og stoffer for en lang rekke bruksområder, alt fra materialer, elektronikk og kjemikalier til prosesseteknikk, transport og medisin. Nanoteknologi handler om metoder for analyse, kontroll og fremstilling av strukturer på molekyl- og atomnivå, altså med en størrelse på 100 nanometer eller mindre. Nanoteknologiens innovative kraft ligger i det faktum at materialenes fysiske og kjemiske egenskaper ofte endres dramatisk på dette størrelsesnivået. Strukturendringer på nanonivå gir ofte helt andre elektriske og

magnetiske egenskaper, overflate- og mekaniske egenskaper, stabilitet, kjemiske prosesser, biologiske prosesser og optiske særtrekk, noe som åpner for radikalt nye teknologiske løsninger i mange bransjer. For mange materialer er det slik at en endring i nanostrukturen kan gi økt anvendelighet, og det betyr at nanoteknologi kan spille en signifikant rolle for alle bransjer som prosesserer og bruker materialer.¹⁰ Mye tyder på at nanoteknologi vil føre til utviklingen av smarte nano- og mikroenheter og -systemer og til radikale gjennombrudd på viktige områder som helsevesen, kraft, miljø og produksjon.

Tabell 12.1 Eksempler på eksisterende og planlagte nanoteknologiprodukter fordelt på bransje.
Kilde: Luther og Bachmann (2009)

Industri	Etablerte nano-produkter	Nylig lansert på markedet	På prototypestadiet	På konseptstadiet
Kjemikalier	<ul style="list-style-type: none"> - nanopulver - virkestoffer med nanostruktur - nanodispersjoner 	<ul style="list-style-type: none"> - karbonnanorør - nanopolymerkompositter - hybridkompositter 	<ul style="list-style-type: none"> - nanoporøst skum - svitsjbare klebstoffer - elektrospunne nanofibrer 	<ul style="list-style-type: none"> - selvhelende materialer - selvorganiserende kompositter - molekylærmaskiner
Elektronikk	<ul style="list-style-type: none"> - silisiumelektronikk - nanoskalerte transistorer - polymerelektronikk 	<ul style="list-style-type: none"> - karbon-nanorørbaserte feltemisjonskjermer - MRAM-minner - faseendringsminne 	<ul style="list-style-type: none"> - MEMS-minne - karbonnanorørbasert dataminne - sammenkoblede kretser av karbonnanorør 	<ul style="list-style-type: none"> - molekylær elektronikk - nanowirer for elproduksjon - spintronikklogikk
Optikk	<ul style="list-style-type: none"> - ultrapresisjonsoptikk - antirefleksjonslag - LED- og diodelasere 	<ul style="list-style-type: none"> - nanooppløsning i mikroskop - OLED - 2D fotoniske krystaller 	<ul style="list-style-type: none"> - EUV-litografiop-tikk - kvanteprikklasere - 3D fotoniske krystaller 	<ul style="list-style-type: none"> - heloptisk data-teknikk - optiske metamaterialer - dataoverføring via overflateplasmoner
Medisin	<ul style="list-style-type: none"> - nanopartikler som kontrastmedium - nanoskala medisinttransportører - nanomembraner for dialyse 	<ul style="list-style-type: none"> - hydroksylapatitt med nanostruktur som beinsubstitutt - kvanteprikkmarkører - nanobasert kreftbehandling 	<ul style="list-style-type: none"> - biologisk kompatible implantater - selektive medisinttransportører - nanosonder og nanomarkører for molekylær bildediagnostikk 	<ul style="list-style-type: none"> - kunstige organer ved utvikling av vev - nanoutviklet gel for å fremme vekst i nerveceller - nevrologisk koplet elektronikk for aktive implantater

Industri	Etablerte nano-produkter	Nylig lansert på markedet	På prototypestadiet	På konseptstadiet
Miljøteknologi	<ul style="list-style-type: none"> – katalysatorer med nanostruktur – nanomembraner for avløps-systemer – antireflekterende solcellelag 	<ul style="list-style-type: none"> – nanooptimerte mikrobrenselceller – nanopartikler av jern for grunnvannsbehandling – nano-titanoksyd for fotokatalytisk behandling 	<ul style="list-style-type: none"> – polymersolceller for store områder – nanosensorikk for miljøovervåking – nanokatalysatorer for hydrogen-generering 	<ul style="list-style-type: none"> – kunstig fotosyntese – kvanteprikk-solceller – rust i nanoskala for vannrensing
Bil	<ul style="list-style-type: none"> – overflatebehandling med nanostruktur – dieselinjektorer med nanooverflate – tilsetningsstoffer med nanostruktur for dekk 	<ul style="list-style-type: none"> – nanopartikler som dieseladditiver – nanooptimerte litium-ion-batterier – LED-hodelykter 	<ul style="list-style-type: none"> – tynn film med solceller for bil-tak – nanooptimerte brenselceller – nanoklebmidler i produksjon 	<ul style="list-style-type: none"> – svitsjbare, selvhelende overflatemidler – adaptivt karosseri for lavere luftmotstand
Tekstiler	<ul style="list-style-type: none"> – nanopartikler for smussavvisning – nanosølv for antibakterielle tekstiler – nanobeholdere for duftimpregnering 	<ul style="list-style-type: none"> – nano-titanoksyd for UV-beskyttelse – aerogel for varmebeskyttelse – keramiske nanopartikler for abrasjonsmotstand 	<ul style="list-style-type: none"> – faseendrende materialer for aktiv varmeregulering – tekstilintegreerte OLED – elektrisk ledende tekstiler 	<ul style="list-style-type: none"> – tekstilintegreert sensorikk og aktorikk for kroppskontroll – tekstilintegreerte systemer for digital assistanse

12.2.2 Mikro- og nanoelektronikk

Mikro- og nanoelektronikk, herunder halvledere, dreier seg om halvlederkomponenter og bitte små elektroniske delsystemer og integreringen av disse i større produkter og systemer. Begrepet nanoelektronikk er ganske bredt definert, noe som betyr at det kan brukes på alle elektronikkområder hvor det brukes fine strukturer på nanometernivå. I den forstand kan dagens mikroelektronikk også anses som en slags nanoelektronikk ettersom styreelektroden i moderne brikker vanligvis har en tykkelse på bare noen få atomlag. I snever forstand kan nanoelektronikk begrenses til en teknikk basert på silisium, som fortsatt er blant de viktigste halvledermaterialene, og til en strukturbredde – hvor den minste dimensjonen oppnås ved litografi, metoden som brukes til å

prege mønster i integrerte kretser – på under 100 nanometer. Nanoelektronikk består ofte av transistorenheter som er så små at det krever inngående studier av samspillet mellom atomer og kvantemekaniske egenskaper.¹¹ Mikro- og nanoelektronikk, herunder halvledere, er en forutsetning for alle varer og tjenester som er basert på intelligent styring, i så forskjellige sektorer som biler og transport, flyteknikk og romfart. Smarte industrielle kontrollsystemer åpner for mer effektiv styring av elektrisitetsgenerering, lagring, transport og konsumpsjon via intelligente elektriske girter og enheter.

12.2.3 Fotonikk

Fotonikk er en tverrsektoriell teknologi som favner fagområdene fysikk, nanoteknologi, materialteknikk og elektroteknikk.¹² Fotonikken bruker lys (fotoner er energirike lyspakker) som informasjonsbærer og kraftleder og overtar stadig flere oppgaver som tidligere ble besørget ved elektriske og elektroniske prosesser.¹³ Fotonikken har unike egenskaper som sterk fokuseringsevne, lysets hastighet, ultrakort puls og stor kraft. Det er lett å se hvor viktig fotonikken har blitt, ut fra de mange bruksområdene hvor den i stadig større grad legger grunnlaget for innovasjon. Vi ser det i sektorer som informasjonsprosessering, kommunikasjon, bildebehandling, lyssetting, skilting, produksjon, miljø- og biovitenskap og helsevesen, og sikkerhet.¹⁴

Tabell 12.2 Bruksområder og viktige produkter på fotonikkområdet. Kilde: Aschhoff mfl. (2010)

Teknologifelt	Eksempler på bruksområder
Produksjonsteknologi	Laserbaserte systemer for materialprosessering Litografisystemer (IC, FPD, Mask) Lasere for produksjonsteknologi Objektivlinser for wafersteppere
Optisk måling og maskinsyn	Systemer og komponenter for maskinsyn Spektrometer og spektrometermoduler Binærsensorer Målesystemer for halvlederindustrien Målesystemer for optisk kommunikasjon Målesystemer for andre bruksområder
Medisinsk teknologi og miljø- og biovitenskap	Linser til briller og kontaktlinser Lasersystemer for medisinsk behandling og kosmetikk Endoskopsystemer Mikroskoper og kirurgiske mikroskoper Systemer for medisinsk bildediagnostikk (kun fotonikkbaserte systemer) Oftalmiske og andre in vivo-diagnosesystemer Systemer for in vitro-diagnostikk, farmasøytisk og bioteknologisk FoU
Optisk kommunikasjon	Optiske nettverkssystemer Komponenter til optiske nettverkssystemer

Teknologifelt	Eksempler på bruksområder
IT: forbrukerelektronikk, kontorautomasjon, trykking	Optiske disk Laserskrivere og -kopimaskiner, POD-er, telefakser og multifunksjonskrivere Digitale foto- og filmkameraer, skannere Strekodeskannere Systemer for kommersiell trykking Lasere for IT Sensorer (CCD, CMOS) Optisk databehandling Tetrahertz-systemer i fotonikk
Lyssetting	Lamper LED OLED
Flatskjermer	LCD-skjermer Plasmaskjermer OLED- og andre skjermer Skjermglass og flytende krystaller
Solenergi	Solceller Solmoduler
Forsvarsfotonikk	Syns- og bildesystemer, herunder periskopsyn Infrarøde systemer og nattnattnesystemer Målesystemer Styresystemer for ammunisjon/missiler Overvåkningssystemer for militære områder Skjermer for flyelektronikk Bildesensorer Lasere
Optiske systemer og komponenter	Optiske komponenter og optisk glass Optiske systemer («klassiske» optiske systemer) Systemer og komponenter for optikk og OE som ikke er klassifisert annet sted

12.2.4 Avanserte materialer

Gjennom hele menneskehetens historie har det vært lagt ned mye arbeid i å forbedre materialene som brukes i fremstillingen av varer, for å øke produktkvaliteten og bedre funksjonaliteten. I moderne tid har videreutviklingen av materialer handlet mest om å lage bedre metaller ved å introdusere nye legeringer med bedre ytelse (spesielt når det gjelder stål) og utforske hvordan nye metaller kan brukes industrielt (så som aluminium). I tillegg har det skjedd en rekke materialinnovasjoner på området ikke-metalliske materialer så som glass, keramikk og betong. Under 1900-tallet ble hovedfokus lagt på kjemisk teknologi. Det ble utviklet en lang rekke syntetiske materialer, og det

ble forsket på alternative råmaterialgrunnlag (kull, petroleum, naturgass). Videre handlet utviklingen av materialteknikker mest om å bygge opp såkalte makrostrukturer eller superpolymer ved å føye sammen molekyleneheter til superlange kjeder (for eksempel polyetylen, styren, Teflon) med visse ønskede fysiske og kjemiske egenskaper.¹⁵

Siden slutten av 1970-tallet har det vokst frem et nytt paradigme innen materialteknikk som kjennetegner den siste generasjonen av avanserte materialer. Dette paradigmet går ut på tilpasning av materialenes atomstruktur ved å skape, manipulere og rekonfigurere molekyl- eller atomenheter innenfor et bredt spekter av materialkategorier. Likevel foregår innovasjonen knyttet til materialer fortsatt som beskrevet over. I dag brukes begrepet *avanserte materialer* ofte til å beskrive komponenter hvor strukturer og egenskaper er endret og forbedret på milli-/mikro-/nanoskalanivå. Resultatet er at avanserte materialer har en ny og annerledes type indre struktur som gir nyskapende egenskaper og høyere tilført verdi med uante bruksmuligheter.¹⁶ Et fellestrekk ved disse materialene sammenliknet med konvensjonelle materialer er at de gir bedre ytelse (spesielt) i svært tøffe omgivelser (for eksempel med hensyn til temperatur, fuktighet) eller ved svært krevende prosesser (for eksempel med hensyn til kapasitans, miniaturisering). De gir også andre fordeler fremfor konvensjonelle materialer når det gjelder fysiske og kjemiske egenskaper (for eksempel konduktivitet, vekt, holdbarhet) og omdannes ofte industrielt til (slutt-)produkter med høyere tilført verdi. Den fornyede og sterke interessen for avanserte materialer skyldes det faktum at de nyeste avanserte materialene antas å ha nesten tre ganger så høy anvendelsesgrad som tidligere generasjoner av materialer. Det har vært anslått at de åtte viktigste materialene som kom på markedet i perioden 1900–1960 (så som elektrometaller, syntetisk ammoniak, nylon, styrene) har til sammen 24 forskjellige anvendelsesområder, det vil si et gjennomsnitt på 2,7 per materiale. De 14 nyeste avanserte materialene (så som nanokrystaller, nanokompositter, nanorør, organiske elektroniske materialer) brukes på 120 forskjellige områder, gjennomsnittlig 8,6 per materiale.¹⁷ Det er forventet at disse mest avanserte materialene innen 2020 vil generere et direktesalg på verdensbasis på noen hundre millioner euro. Fordi de har så høyt «kombinatorisk» potensial er det vanskelig å klassifisere de avanserte materialene klart. Det er likevel mulig å gruppere «nye» avanserte materialer i fem generelle kategorier:

- avanserte metaller (for eksempel avansert rustfritt stål, superlegeringer, intermetalliske forbindelser)
- avanserte polymerer (for eksempel syntetiske, tekniske, ikke-ledende polymerer, teknisk plast, ledende polymerer eller organisk-elektroniske materialer, avanserte belegg, avanserte/nanobaserte fibere)
- avansert keramikk og superledere (for eksempel nanokeramikk, piezoelektrisk keramikk, nanokrystaller)
- nye kompositter (så som polymerkompositter, keramiske kompositter med lange fibere, metallmatrisekompositter, nanokompositter, nanopulver, metallfullerener og nanorør)
- biomaterialer (for eksempel bioteknologiske materialer, biosyntetiske materialer, nanofibere, katalysatorer).

Andre definisjoner er mer opptatt av å kombinere et strukturbasert perspektiv med de nye materialenes potensielle bruksområder.¹⁸ Fra et slikt perspektiv kan vi skille mellom *nanomaterialer* (for eksempel nanopartikler og -krystaller, nanokompositter, nanofibere og nanostenger, nanorør og nanofullerener, tynne filmer og spinntronnikk-materialer – fellestrekket er at disse materialene kan nedskaleres til størrelser som gir ulike materialeegenskaper), *smarte materialer* (for eksempel komplekse materialer som kombinerer strukturelle trekk med konkrete fysiske og kjemiske egenskaper, så som hukommelsesmaterialer, funksjonelle væsker og geleer, piezoelektriske, ferroelektriske og pyroelektriske materialer, magneto- og elektroostatiske materialer, elektroaktive polymerer, elektro-, foto- og termokrome materialer, avstembare dielektriske materialer), *biokonseptuelle materialer* (det vil si materialer basert på biologisk teknologi, så som bioinspirerte materialer, biohybrider, bioaktive materialer, biologisk nedbrytbare materialer og myk materie), og *skreddersydde makroskalamaterialer for høytytelsesapplikasjoner* (som omfatter strukturmaterialer for ekstremmiljøer, funksjonelle materialer for ekstremmiljøer, energieffektive materialer, elektromagnetiske materialer).

Avanserte materialer er en spesiell type universalteknologi. I likhet med andre universalteknologier kan avanserte materialer brukes bredt på tvers av industrier og bransjer, også tjenestesektorer som helse, programvare, arkitektur og byggteknikk, telekommunikasjon og tekniske tjenester. Avanserte materialer bidrar til mer effektive produksjonsprosesser og fremmer utviklingen av nye produkter. I motsetning til annen universalteknologi som IKT skaper spredningen av avanserte materialer lite nettverkseffekter blant brukerne. Den store variasjonen i materialer, hvorav mange er skreddersydd for spesifikke bruksformål, gir få stordriftsfordeler i produksjonen. I tillegg tar det svært lang tid, ofte tiår, både å utvikle og spre bruken av nye materialer:

- For det første krever det stor forskningsinnsats før de nye materialene oppfyller brukernes krav med hensyn til reliabilitet, stabilitet, kostnadseffektivitet, gjenvinnbarhet og sikkerhet.
- For det andre innebærer regelverket for produktene vanligvis tidkrevende prosedyrer for hvert bruksområde før nye materialer er godkjent for kommersiell bruk på hvert enkelt bruksområde.
- For det tredje forutsetter bruken av nye materialer som regel betydelige tilpasninger i brukernes produksjons- og distribusjonsprosesser langs verdikjeden, deriblant omlegging av prosesseteknikk, produktdesign, leveransmekanismer, gjenvinning og så videre, og det kan også innebære store investeringer for brukerne. Sistnevnte faktum er ofte til hinder for en rask spredning av nye materialer.

En annen særegenhet ved avanserte materialer er det brede spekteret av vitenskapelige disipliner og forskningsområder som bidrar til avanserte materialer. Materialvitenskap, kjemi, fysikk, nanovitenskap og i stadig større grad biologi må kombineres med inngående innsikt i prosesseteknologi og andre tekniske vitenskaper, informasjonsteknologi og miljø- og biovitenskap. Konsekvensen er at tverrfaglig forskning er utbredt. Eksempler på nye, tverrfaglige felt i materialforskningen er databasert materialteknikk og biokjemisk nanoteknologi.

Avanserte materialer brukes i så godt som alle fabrikkindustrier og driver frem innovasjonen i mange sektorer. De viktigste bruksområdene for nye, avanserte materialer er i dag halvledere, biler og flyteknikk, kraft og miljø, medisin og helse, bygg og boliger, og ulike prosesseteknologier. Utviklingen av avanserte materialer forutsetter ofte tett samarbeid mellom grunnforskning (for eksempel offentlig forskning), materialprodusenter (for eksempel kjemisk industri, metallindustri), produsenter av sluttprodukter (for eksempel bil- og halvlederindustri), produsenter av prosessutstyr (for eksempel maskinindustrien) og noen ganger andre brukere lenger ut i merverdikjeden som bruker produkter som inneholder avanserte materialer. Ettersom nye materialer ofte er en nøkkelkomponent i nye produkter, driver mange produsenter av sluttprodukter ofte med FoU på avanserte materialer.

12.2.5 Bioteknologi

Bioteknologi handler om å bruke vitenskap og teknologi der man med utgangspunkt i levende organismer – eller deler, produkter og modeller av slike – produserer kunnskap, varer og tjenester. Undergrupper defineres avhengig av bruksområde. Industriell bioteknologi – også kalt hvit bioteknologi – er en industriell bruk der man anvender mikroorganismer som mugg, gjær eller bakterier samt enzymer i industrielle prosesser til å lage biologiske kjemikalier, materialer og drivstoff. Det produseres allerede i dag et stort antall produkter ved bruk av bioteknologiske prosesser, for eksempel i produksjonen av kjemikalier, plast, biodrivstoff, vaskemidler, vitaminer, enzymer og overflatebehandling av tekstiler, lær og papir.¹⁹

Bioteknologiske prosesser konkurrerer med andre produksjonsmetoder, spesielt med kjemisk syntese, og velges foran kjemiske prosesser hvis det gir økonomiske eller miljømessige fordeler. Industriell bioteknologi forbraker ofte færre ressurser og er mer miljøvennlig siden det brukes fornybare råmaterialer som cellulose, vegetabiliske oljer og stivelse. Bioteknologiske prosesser gir ofte mindre skadelige biprodukter og høyere avkastning. Dette gjør også at man er mindre avhengig av fossile ressurser. Bioteknologiske prosesser er imidlertid ikke alltid mindre energiintensive, tvert imot noen ganger langt mer energikrevende. Nivået på det aktive virkestoffet er for eksempel ofte mye lavere i det som kommer ut av bioteknologiske prosesser sammenliknet med kjemiske prosesser. Likevel gir industriell bioteknologi muligheten til å øke kvaliteten på eksisterende produkter og utvikle helt nye produkter som ikke kan produseres ved hjelp av tradisjonelle syntetiske metoder og prosesser.²⁰ Industriell bioteknologi (herunder også bioteknologiske produksjonsteknikker samt anvendelse av syntetisk biologi) innebærer altså renere og mer bærekraftige prosessalternativer for industriell virksomhet, men også landbruk.

I leverandørkjeden for muliggjørende nøkkeltknologi er avansert fremstillings-teknologi (så som ny teknologi knyttet til for eksempel robotteknologi, automasjon og kontroll-, måle- og styringsystemer, dataintegreerte produksjonsprosesser, additiv fremstilling) viktig for å produsere salgbare, kunnskapsbaserte varer av høy verdi med tilhørende tjenester.

12.2.6 Avansert produksjonsteknologi

Avansert produksjonsteknologi omfatter all teknologi som gir signifikant høyere tempo, lavere kostnader eller mindre materialforbruk og bedre driftspresisjon, i tillegg til miljøaspekter som avfall og forurensning i forbindelse med fremstillingsprosessene. I motsetning til øvrige muliggjørende kjerneteknologier er produksjonsteknologi ikke ett enkelt teknologisk felt, men snarere en kombinasjon av ulike teknologier og metoder som skal gi bedre produksjonsprosesser. Disse omfatter blant annet teknologi for materialteknikk (så som skjæring, strikking, vending, forming, pressing, meisling), elektronisk og databasert teknologi, måleteknologi (herunder optisk og kjemisk teknologi), transportteknologi og annen logistikkteknologi. En viktig tendens innen avansert produksjonsteknologi i over førti år har vært integrasjonen av numerisk kontrollerte, det vil si dataintegreerte, teknologier i produksjonsprosesser som åpner for vertikal integrasjon av prosesser knyttet til planlegging, teknisk tegning, kontroll, produksjon og distribusjon. En annen viktig tendens er automatiseringen som åpner for å utføre stadig mer komplekse produksjonsprosesser uten manuell intervensjon. Robotteknikk, automasjonsteknologi og dataintegreert fremstilling er nøkkelord innen avansert produksjonsteknologi. Industrier hvor avansert produksjonsteknologi spiller en viktig rolle, kan dermed karakteriseres som kapitalintensive med komplekse sammenstillingsmetoder. I den forstand muliggjør avansert produksjonsteknologi intelligent kontroll av prosesser samt automasjon for modellering og produksjon, som til slutt og sist senker produksjonskostnadene og hever produktkvaliteten.

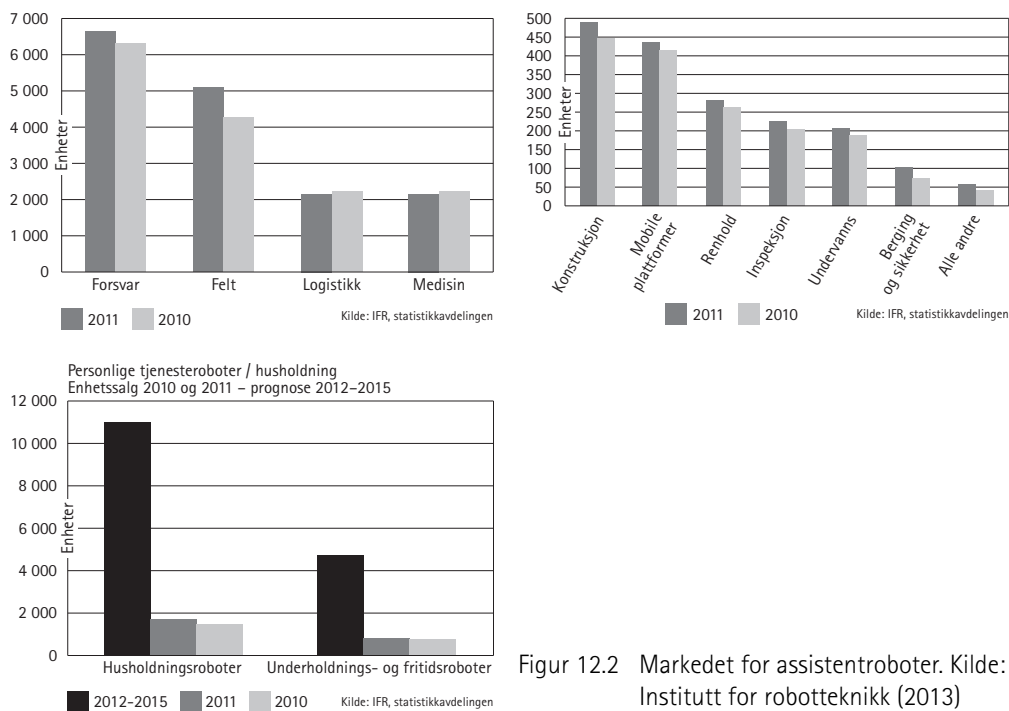
Innovasjon innen avansert produksjonsteknologi er mer basert på gradvise teknologiske fremskritt enn på radikale endringer, selv om det siste også hender når det dukker opp universelle produksjonsteknologier (for eksempel dampmotoren, den elektriske motoren, datamaskinen, additiv fremstilling – se under). I den forstand kan avansert produksjonsteknologi defineres som den eldste muliggjørende nøkkelteknologien i menneskets historie. Innovasjoner innen avansert produksjonsteknologi er dessuten ikke bare utviklet av spesialiserte teknologiprodusenter (så som bedrifter innen maskinteknikk), men også av kjøpere (det vil si alle typer produksjonsbedrifter). Markedet for avansert produksjonsteknologi er derfor begrenset grunnet behovet for brukerspesifikk design. Dette begrenser muligheten for å bruke identisk teknologi i mange forskjellige bedrifter. Noen fabrikkindustrier har ingen eksterne leverandører av avansert produksjonsteknologi, noe som tvinger bedriftene til å utvikle produksjonsmetoder selv. Mindre bedrifter benytter seg ofte av eksterne leverandører av avansert produksjonsteknologi fordi de ikke selv besitter den teknologiske kompetansen som kreves for å utvikle slik teknologi.

Det er flere barrierer for spredning av avansert produksjonsteknologi. For det første høye investeringskostnader kombinert med usikkerhet om fordelene ved nye generasjoner produksjonsteknologi (for eksempel grad av kostnadsinnsparing og andre effektiviseringsmuligheter som er usikre på investeringstidspunktet). Dessuten er det stort behov for skreddersydde tilpasninger, og det er kostnadskrevenende. Tilpasning og bruk av avansert produksjonsteknologi krever også intern kompetanse på ny teknologi (kursing av ansatte, samordning mellom avdelinger, integrasjon av leverandører og kunder). Tilpasning til avansert produksjonsteknologi kan også føre til behov for til-

pasning av produktet som produseres, som igjen kan medføre komplekse endringer i bedriftens interne og eksterne organisering (herunder markedsføring og brukere).

Utvikling av avansert produksjonsteknologi for fremtiden nyter stor politisk støtte, noe som for eksempel kommer til uttrykk i den europeiske plattformen for robotteknologi (European Robotics Technology Platform, EUROP), som er en industridrevet plattform bestående av de viktigste interessentene innen robotteknologi i Europa. EUROP ble etablert i 2004 og har som mål å styrke Europas konkurransekraft innen FoU og globale markeder for robotteknikk. EUROP har siden oktober 2005 vært en såkalt europeisk teknologiplattform (ETP).

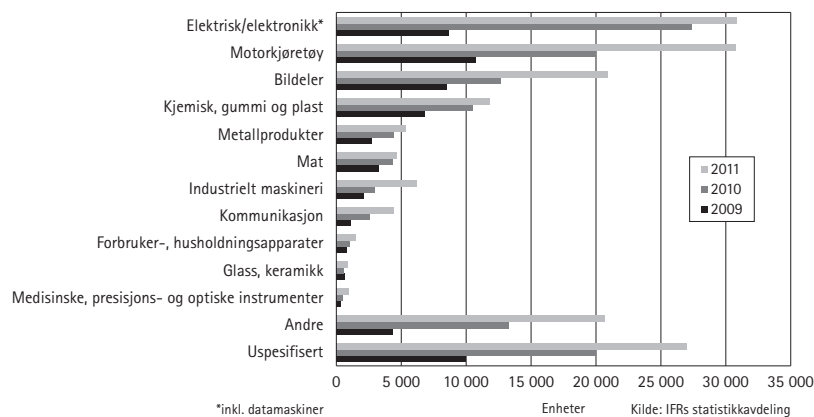
De neste årene forventes det at roboter vil bli mye mer fleksible og enkle å bruke, noe som vil legge grunnlaget for en ny æra der roboter blir tatt i bruk overalt til å øke livskvaliteten i form av levering av effektive tjenester.



Figur 12.2 Markedet for assistentroboter. Kilde: Institutt for robotteknikk (2013)

I industrien forventes roboter å avhjelpe en forventet mangel på seks millioner faglærte arbeidere innen 2020.

Det er dessuten stort behov for økt produktivitet ved bruk av roboter ettersom lønnskostnadene er og fortsatt vil være høye i Europa. I den forstand ser vi en viktig utvikling i robotteknologiens miniatyrisering og utviklingen av avansert sanseteknikk. Dette vil for eksempel muliggjøre bruk av roboter i produksjonsanlegg med små partier. Ny utvikling innen robotteknologien innebærer dessuten at de kan brukes i operasjoner under farlige forhold, for eksempel i verdensrommet, på havbunnen eller ved gruvevirksomhet og mineralutvinning.



Figur 12.3 Anslått årlig leveranse på verdensbasis av industrielle roboter ved slutten av året per industri, 2009–2011. Kilde: Institutt for robotteknikk (2013)

Robotteknikk er spesielt relevant i kapitalintensive industrier som håndterer komplekse sammenstillingsmetoder, så som produksjon og sammenstilling av moderne fly, som omfatter hele spekteret av fremstillingsteknologier fra simulering og programmering av robotsamlebånd til redusert energi- og materialforbruk. Vitenskapens og forskningens raske utvikling gjør at de ovenstående teknologiene raskt kan bli globale de neste årene, og det kan også oppstå andre teknologier.

Løfter vi blikket, ser vi en annen svært viktig teknologi, nemlig additiv (lagbasert) fremstilling, også kalt 3D-printing.²¹ Additiv lagfremstilling er en moderne fremstillingsprosess der man kan bruke en lang rekke materialer til å lage produkter innen alt fra medisinske implantater til deler til en flyvinge. Tredimensjonale deler bygges opp i todimensjonale lag med en tykkelse på bare 0,05 millimeter. Denne måten å bygge opp deler på gir stor fleksibilitet og mulighet for å lage nye produkter billig, samtidig som man reduserer karbonutslippet i fremstillingen. Additiv fremstilling antas å bli en viktig brikke i produksjonen av fremtidens produkter, og det øker muligheten for innovasjon og 'senker etableringskostnadene i fremstillingsindustrien'.²²

En av de dyreste fasene i forbindelse med produktutvikling er fremstillingen av en-gangs prototyper. Ved additiv fremstilling kan en 3D-printer redusere kostnadene med stor margin. Mange forbrukervarer, mekaniske deler, sko og arkitektmodeller dukker nå opp i 3D-printet format for vurdering og godkjenning av ingeniører, formgivere og klienter. Eventuelle endringer kan raskt skrives ut på nytt i løpet av få timer eller over natten, mens det antakelig ville ta uker å vente på en ny prototype fra et verksted. Ettersom det knapt finnes stordriftsfordeler ved additiv fremstilling, er teknologien ideell ved produksjon av små volum. Det åpner også for massetilpassing av ferdige deler. Tannkroner og skall til høreapparater lages for eksempel allerede individuelt med 3D-printere. Ved additiv fremstilling slipper man den tradisjonelle fabrikkproduksjonens begrensninger, og designerne kan produsere ting som tidligere ble vurdert som altfor komplekse og lite økonomisk gjennomførbare.

Etter hvert som vi får flere digitale fremstillingsteknikker kan ting gjøres mye mer økonomisk i mye mindre antall, mer fleksibelt og med mye lavere arbeidsinnsats, takket være nye materialer, helt nye prosesser så som 3D-printing, brukervennlige roboter og nye, samarbeidsbaserte og nettbaserte produksjonstjenester. Dette kan bety at vi beveger oss vekk fra masseproduksjon i retning av mer individualisert fremstilling. Etter hvert som produktinnovasjon blir mer forbundet med produksjonsinnovasjon, vil nære bånd mellom produksjon og FoU bli viktigere.²³ Dette kan i sin tur gjøre at utviklede land vil begynne å fremstille produkter hjemme igjen, i stedet for i utviklingsland med lave arbeidskostnader.²⁴

Additiv fremstilling innebærer et viktig paradigmeskifte innen fremstilling fordi teknologien innebærer så mange fordeler:

- høyere energieffektivitet enn ved eldre fremstillingsprosesser, delvis takket være lavere vekt
- lavere materialkostnader grunnet mindre materialavfall enn ved eldre fremstillingsprosesser, fordi gjenstandene bygges opp lagvis og man bruker akkurat nok materiale til å få hver enkelt del til å fungere
- mer fleksibel produksjon fordi det er enkelt å gjøre endringer i programvaren
- lavere kostnader forbundet med transport, lagring og vareopptelling
- evnen til å fremstille gjenstander med tredimensjonale egenskaper som ikke er mulig å fremstille ved subtraktive fremstillingsteknikker
- evnen til å generere og fremstille legeringer som det ikke er mulig å fremstille med tradisjonelle teknikker

Dette betyr at den største effekten vil gjøre seg gjeldende innen fremstillingsaktiviteter som har følgende særtrekk ved det de produserer: lave produksjonsvolum helt ned til én, komplekse former og geometriske særegenheter der flere smådeler føyes sammen i én, reduserer vekten på delen ved bruk av gitterstrukturer eller topologioptimering, eller eliminerer bearbeiding og sammenføyningsprosesser og lagerføring; og muligens også kostbare spesialdeler som krever skreddersydde legeringer eller gradienter.

Mange fremstillingsbedrifter har misforstått hva additiv fremstilling går ut på, og verdien av den. Noen tror at additiv fremstilling er for kostbart ved hyppig designiterasjon, og at materialbegrensninger gjør at teknikken bare egner seg for visuell prototyping. Faktum er at additiv fremstilling gir kostnadseffektiv og optimerte design hvor man unngår kostbare redesignprosesser og omarbeidinger ved bearbeiding og fremstilling. Utvalget av mulige materialer øker stadig, og det finnes allerede svært mange varmeegenskaper som åpner for en lang rekke former/tilpasninger/funksjoner. Produktene av additiv fremstilling vil i mange år fremover ikke være konkurransedyktig ved fremstilling av høye volum og lav kompleksitet, men det er perfekt ved fremstilling av små volum med stor variasjon og høy kompleksitet. Additiv fremstilling gir like god som tradisjonell fremstilling, noen ganger også bedre.

Ikke alle bedrifter ser ut til å innse fordelene forbundet med prototyparbeid ved bruk av additiv fremstilling. Den første fasen av prototyparbeidet gir raskere iterasjon og optimering. Den andre fasen av prototyparbeidet skjer når designarbeidet nesten er ferdig og man trenger modeller til presentasjoner, klientmøter og designgjennom-

ganger. Den tredje og siste fasen i prototyparbeidet er tilpasning og sammenstilling samt arbeid med funksjonell prototyp, og det er i denne fasen man må bruke den endelige materialstrukturen og sammensetningen. Hvis additiv fremstilling brukes utelukkende i tredje fase, er poenget med å bruke additiv fremstilling til prototypen borte, og dagens additive fremstillingsmetoder vil gi dårligere resultat sammenliknet med databasert, numerisk kontrollert maskinfremstilling.

Bedrifter er ofte kostnadsbevisste, og fordi additiv fremstilling i begynnelsen er så dyrt (spesielt materialene, fordi man bruker den vanlige forretningsmodellen for blekkskrivere) skaper dette høye etableringsbarrierer og dermed også problemstillinger knyttet til sen etablering for bedriftene. Dette er en strategisk utfordring med tanke på en del av disse bedriftenes overlevelse i morgendagens additive fremstillingsverden. Additiv fremstilling er først og fremst et strategisk valg, og handler ikke om økt produksjon. I og med at vi i den databaserte, numerisk kontrollerte utstyrsindustrien ser det klassiske mønsteret med dramatisk bedre ytelse i utgående teknologi i de tidlige fasene av et paradigmeskifte, er det kortsiktige muligheter til sparte kostnader ved å hente inn prototyper fra Kina, og dette forsterker etableringsbarrieren vi var inne på ovenfor.

Dagens additive fremstillingsteknikker har svakheter på områdene etterbehandling og overflatebehandling. Her må produsenter av utstyr for additiv fremstilling (eller andre) sørge for bedre overflatebehandling i byggeprosessen, bedre eller automatisert uttak av støttematerialer, mindre arbeid forbundet med etterbehandling, og bedre prosesser for overflatebehandling og belegg. Disse svakhetene åpner for innovative løsninger som proaktive aktører kan utnytte til å skaffe seg fotfeste i den additive fremstillingsindustrien.

12.3 Samfunnets digitalisering

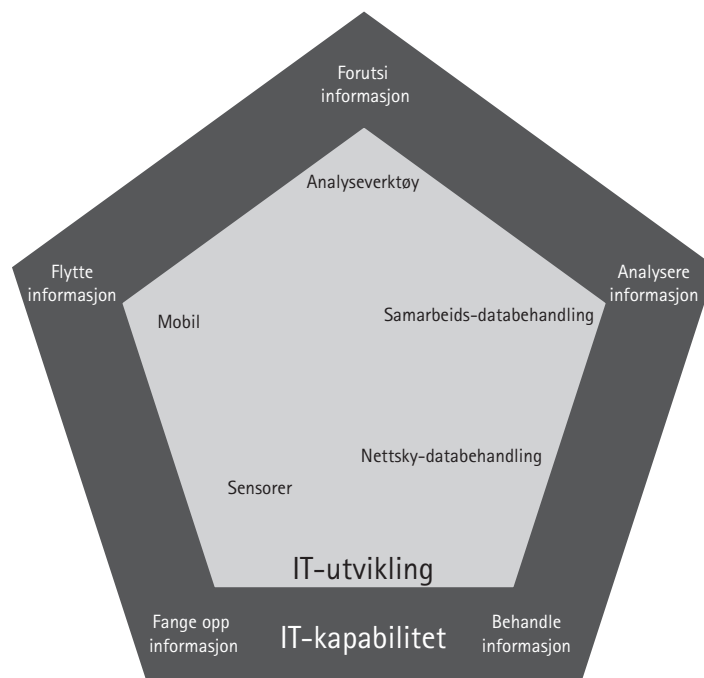
Den globale handelen kjennetegnes ved økende leverandørkapabilitet, intens global konkurranse og mer krevende kunder. Som svar på disse utfordringene har organisasjonene tatt i bruk informasjonsteknologi for å digitalisere foretaket.

Det å skape og lede det digitale foretaket krever bruk av informasjonsteknologi for å nå ut til kundene og kommunisere mer effektivt med dem, gjøre de ansatte mer produktive og gjøre driften mer effektiv. Informasjonsteknologi som internett, bedriftsportaler, samarbeidsverktøy, mobile og trådløse kommunikasjonsverktøy har fjernet tradisjonelle tidsmessige og geografiske grenser og skapt virtuelle samfunn av ansatte, kunder og leverandører som stiller nye krav til produkter og tjenester.

Hele bransjer er omskapt som følge av den nye digitale virkeligheten. Det være seg innen musikk, fotografi, forlagsvirksomhet, journalistikk, finans, produksjon, helsevesen, utdanning, underholdning – det finnes ingen deler av næringslivet eller det offentlige som ikke er berørt. I dag har digital teknologi gjort sitt inntog på nesten alle livets arenaer i det moderne samfunn.²⁵ Vi spår en liknende utvikling for additiv fremstilling og bioteknologiens rolle de kommende tiår.

I IT-revolusjonens tidlige faser kunne vi flytte og behandle informasjon ved bruk av datamaskinassisterte behandlingssykluser, driftssikker og sofistikert programvare

og nettverkskapabilitet. Det siste nye er IT som kan fange opp, analysere og forutsi informasjon og på den måten åpne for helt nye muligheter for generering og bruk av forretningsinnsikt (se figur 12.4).



Figur 12.4 Ny utvikling og ny kapabilitet innen IT. Kilde: Accenture (2010)

Ifølge forskning fra McKinsey er det hovedsakelig tre tendenser innen digital teknologi som regnes som strategisk viktige prioriteringer i dagens bedrifter i hele verden: store datasett og analyser, digital markedsføring og sosiale medier (se kapittel 9 om Web 2.0) samt bruken av nye leveringsplattformer som nettskyen og mobilitet.²⁶ Bedriftsledere har store forventninger til hvilke verdier bedriften vil kunne trekke ut av disse tre tendensene. Samtidig melder de om noen store utfordringer knyttet til generelle organisatoriske svakheter og manglende IT-kompetanse som hindrer bedriftens i å følge sine teknologiske prioriteringer.

En strategisk teknologi kan være en eksisterende teknologi som har modnet og/eller er tatt i bruk i flere sammenhenger.²⁷ Det kan også være en fremvoksende teknologi som åpner for strategiske fortrinn overfor tidlige brukere eller signifikant disruptjon i markedet de neste fem årene. Slik teknologi krever ofte store investeringer og påvirker organisasjonens langsiktige planer, programmer og initiativer. Alle bedrifter må ta bevisste beslutninger om hvordan strategiske teknologier harmonerer med bedriftens antatte behov i nær fremtid. Nedenfor har vi beskrevet noen strategiske digitale teknologier.

12.3.1 Nettskyen

I nettskyen får selskapene tilgang til dataverktøy, programvare og prosessledelsesfunksjoner fra en ekstern tredjepartsleverandør hvor de betaler på grunnlag av brukstid og slipper å eie viktig infrastruktur selv. Nettskyen omfatter tjenester som IT-infrastruktur (tilgang til maskinvare og servere), plattformer (utviklingsmiljøer for programmer), programvare (med tilgang via nettlesere) og prosessnettskyer for flere klienter. Etter hvert som det oppstår skyleverandører som betjener mange forskjellige selskaper, vil det føre til mer standardisering og industrialisering av forretningsprosessene, og dette vil skape betydelige stordriftsfordeler og åpne for optimalisering av IT-funksjoner i hele nettskyen.²⁸

Den personlige skyen vil sannsynligvis gradvis erstatte datamaskinen som stedet der hver enkelt av oss lagrer personlig innhold og får tilgang til tjenester og personlige preferanser. Den vil være limet som binder sammen nettverket av enheter som forbrukere bruker til ulike ting i hverdagen. Den personlige skyen vil inneholde skreddersydde tjenester, nettstedet og lenker som vil fungere som et hjem for den enkeltes data- og kommunikasjonsaktiviteter. Brukerne vil se på den som et sted hvor de kan få dekket alle digitale behov når som helst, hvor som helst. I denne verdenen vil det ikke være én dominerende plattform, formfaktor, teknologi eller selger, og styrt mangfold og håndtering av mobile enheter vil være absolutt nødvendig. Den personlige skyen forskyver søkelyset fra klientenheten til nettskybaserte tjenester for alle typer enheter.

IT-avdelinger må spille mange roller i koordineringen av IT-relaterte aktiviteter, og nettskyen driver denne endringen over i et nytt nivå. Rollen som intern nettskymegler begynner å gjøre seg gjeldende etter hvert som IT-organisasjoner innser at de har ansvar for bedre tilrettelegging og bruk av iboende distribuerte, heterogene og ofte komplekse nettskytjenester for sine interne brukere og eksterne forretningspartnere. Den interne rollen som nettskymegler representerer for IT-organisasjonen en måte å opprettholde og bygge opp påvirkning på innad i organisasjonen og bli et verdisenter i møte med utfordrende nye krav knyttet til å ta i bruk nettskyen i sine IT-løsninger.²⁹

12.3.2 Den mobile teknologiens fremskritt

Mobil teknologi kommer nå til sin rett, ikke bare innen personlig kommunikasjon, men også med tanke på fjernoverføring av data. Ved hjelp av mobil teknologi kan selskaper nå ut til kundene når som helst, hvor som helst, skreddersy tjenester for akkurat det stedet der kunden befinner seg, og selge til markeder som før var utilgjengelige.³⁰

Forbrukere er i ferd med å oppnå en tilstand av «hypermobilitet» hvor de raskt tar i bruk mobil teknologi og laster ned applikasjoner som gjør at de kan være logget på hvor og når som helst. Dette gjør de hovedsakelig ved bruk av smarttelefoner eller nettbrett, og dermed ser vi en nedgang både i antall TV-seere og i salget av datamaskiner og fjernsynsapparater.³¹

Den generelle trenden er at mobile enheter snart overtar datamaskinens rolle som det mest brukte verktøyet for nettilgang over hele verden, og den største andelen av disse mobile enhetene vil være smarttelefoner og noen få operativsystemer, så som Googles Android, Apple iOS og Windows 8. Det betyr at bedriftene vil måtte ha støtte

for flere formfaktorer, og muligheten til å standardisere maskinvare for datamaskiner og nettbrett svekkes. For IT-verdenen betyr dette at epoken for datamaskiner med Windows som eneste plattform vil gli over i en postdatamaskinepoke der Windows bare er ett av mange miljøer som informasjonsteknologien vil måtte utvikle støtte for.³² Videre bruker nesten halvparten av verdens nettbretteiere allerede til en viss grad nettbrettet i jobbsammenheng. Dette til tross for at store selskaper allerede sliter med problemstillinger knyttet til sikkerhet, integrasjon med eksisterende IT-miljøer, brukerstøtte og annet. Etter hvert som stadig flere forbrukere bruker nettbrett også på jobb, vil utviklingen av bedriftsapplikasjoner for smarttelefoner og nettbrett bli mer maktpåliggende, for ikke å snakke om mulighetene det gir for nye salgssinntekter.

12.3.3 Tingenes internett³³

Tingenes internett er et begrep som beskriver internettets utbredelse etter hvert som fysiske ting som forbrukerprodukter og fysiske eiendeler knyttes opp mot internett. Nøkkelfunksjoner i tingenes internett som i dag innarbeides i en rekke forskjellige mobile enheter, er innebygde sensorer, bildegjenkjenningsteknologi og betaling ved nærfeltkommunikasjon. Mobilbegrepet refererer dermed ikke lenger bare til bruk av mobiltelefoner eller nettbrett. Mobiltefonteknologi bygges inn i mange nye typer enheter, alt fra farmasøytiske beholdere til biler. Smarttelefoner og andre intelligente enheter bruker ikke bare mobilnettverket, de kommuniserer via nærfeltteknologi, blåtann og trådløse nett til en rekke forskjellige typer enheter og periferiutstyr, så som skjermer på armbåndsur, medisinske sensorer, smartplakater og hjemmeunderholdningssystemer. Tingenes internett vil åpne for en lang rekke nye bruksområder og tjenester, men også mange nye utfordringer.

Fjernsensorer gir nye muligheter for produktsporing i leverandørkjeden og for å innhente informasjon om bruken av produktet.³⁴ Dette er et viktig element i utviklingen av såkalte smartnett (eng. *smart grids*), hvor husholdninger og strømmnett flettes sammen på måter som gir lavere og mer effektiv energibruk.

12.3.4 Sosial teknologi

Samarbeidsbaserte (sosiale) dataverktøy omfatter en rekke teknologiske verktøy for sanntidsbasert nettverksbygging og samarbeid blant brukere både hjemmefra og i stadig større grad fra arbeidsplassen. Det åpner for å etablere nettsamfunn hvor selskapene kan jakte på ideer, teste produkter og tjenester og markedsføre nye tilbud. Sosial teknologi omfatter et bredt spekter av applikasjoner som kan brukes både av forbrukere og bedrifter (se figur 12.5). Forbrukerne har tatt i bruk sosial teknologi i et tempo og omfang som overgår alle foregående teknologier. Disse teknologienes fulle potensial er imidlertid langt fra realisert av bedrifter og forbrukere. Nye bruksmåter, teknologiske fremskritt og sosiale forretningsmodeller dukker opp hele tiden, med stadig nye utsikter til verdiskaping.³⁵ Se kapittel 9 for mer om sosial teknologi.



¹ Sosial analyse handler om å måle og analysere samspill på tvers av sosiale teknologiplattformer som grunnlag for beslutninger.

Figur 12.5 Bruksområder for sosial teknologi (noen eksempler). Kilde: McKinsey Global Institute (2012)

12.3.5 Store datasett og avansert analyse

Store datasett (*Big Data*) er et begrep som beskriver datamengden som dagens bedrifter henter inn fra et bredt spekter av kilder, så som ulike typer sensorer, posteringer i sosiale medier, digitale bilder og videoer, kjøpstransaksjonsregistre, nettapplikasjoner og GPS-signaler for mobiltelefoner, til dels i sanntid. Dette betyr at store datasett ikke bare dreier seg om enorme datavolum, men også om et ekstraordinært mangfold av datatyper som leveres i forskjellig tempo og med ulik frekvens.

Store datasett forskyver vekten fra enkeltstående prosjekter til hele virksomhetens strategiske informasjonsarkitektur. Håndteringen av datavolum, variasjon, hastighet og kompleksitet krever nytenkning rundt tradisjonelle tilnærminger. Denne erkjennelsen gjør at mange organisasjoner beveger seg vekk fra ideen om ett enkelt datalager for virksomheten som inneholder all nødvendig informasjon for beslutningstaking. De satser heller på flere systemer, herunder innholdshåndtering, datalager, datamarkeder og spesialiserte filsystemer knyttet sammen med datatjenester og metadata, som etter hvert vil bli virksomhetens «logiske» datalager.³⁶

Avansert analyse er omfattende bruk av data, statistisk analyse, forklarings- og varslingsmodeller og faktabaserte ledelsesverktøy som grunnlag for beslutninger og handlinger.³⁷ Bedrifter kan hente inn bredere kunnskaper og konkurransefortrinn fra datamengden som samles inn, samtidig som man produserer og selger til kunder eller driver anlegg og utstyr.

Analyse leveres i stadig større grad til brukere på handlingstidspunktet og i den rette sammenhengen. Bedre ytelse og lavere kostnader gjør at IT-ledere har råd til å utføre analyser og simulering knyttet til hvert eneste tiltak i bedriften. Mobilklienter som er knyttet opp mot nettskybaserte analysemotorer og lagre for store datasett, vil kunne gjøre det mulig å bruke optimalisering og simulering hvor og når som helst.

Dette nye steget åpner for simulering, prediksjon, optimalisering og annen analyse, som vil gi enda mer beslutningsfleksibilitet ved enhver handling forbundet med en forretningsprosess.³⁸

Store datasett for massive mengder detaljert informasjon og avansert analyse (så som prediktiv analyse, datagraving, statistikk, kunstig intelligens, prosessering av naturlig språk) inngår alle i dag i det som utgjør analyse av store datasett. Analyse av store datasett utforsker pulveriserte detaljer i forretningsoperasjoner og kundesamspill som sjelden finner veien inn i datalagre eller standardrapporter.³⁹

12.3.6 En verden av applikasjoner

Forbrukernes bruk av elektronikk øker med det eksploderende antallet applikasjoner som nå er innen rekkevidde. Dagens forbrukere tar for gitt at alt har en app, og vil i stadig større grad lete etter nye apper som kan brukes til å organisere og håndtere den enkeltes bruk av internett og mobile enheter.⁴⁰

Foretak står overfor en komplisert app-fremtid der noen leverandører vil begrense sine utsalgssteder til bestemte enheter og applikasjonstyper, slik at foretaket må forholde seg til mange utsalgssteder, mange betalingsprosesser og all verdens lisensieringsbetingelser. Mange organisasjoner vil begynne å levere mobile applikasjoner til sine ansatte gjennom private applikasjonsbutikker. Idet foretakene oppretter egne app-utsalgssteder, forskyves IT-avdelingens rolle fra sentralisert planlegger til markedsstyrer som leverer ledelses- og meglertjenester til brukere, og kanskje også et økosystem som støtter opp om entreprenøriske applikasjonsutviklere.

Markedet for verktøy for utvikling av forbruker- og virksomhetsrettede applikasjoner er komplekst, med over hundre potensielle verktøyleverandører. I årene som kommer, vil det ikke finnes ett enkelt, optimalt verktøy for alle typer mobilapplikasjoner siden dette markedet fortsatt er fragmentert. Utviklere vil måtte utvikle nye designferdigheter som kan levere berøringsoptimaliserte mobilapplikasjoner som fungerer og kan samordnes for et bredt spekter av enheter.⁴¹

IT gjør at organisasjonenes verden blir stadig mindre. Etter hvert som IT blir mer utbredt, rimeligere og mektigere, får geografisk avstand mindre og mindre å si for dagens selskaper. Ved hjelp av kostnadseffektiv og kraftig IT kan man ha tett oppfølging av et produksjonsanlegg i for eksempel Vietnam og følge komponentene i en global leverandørkjede. Internett setter leverandørene i direkte forbindelse med potensielle kunder over hele verden.

Den globale middelklassen blir stadig mer tilgjengelig via internett og mobiltelefon, og dette gir selskapene utsikter til å nå direkte ut til millioner av nye kunder med stadig større presisjon. Spesielt mobilteknologien har vært en avgjørende faktor i det å få større tilgang til markeder, spesielt blant verdens fattigste. Mobiltelefonen gir for eksempel bonden tilgang til oppdaterte markedspriser for avlingene, og den gir beboere i utkantstrøk tilgang til banktjenester for aller første gang. Fremvoksende markeder fører til vekst i mange typer kunderettet teknologi, men disse markedene er ikke like med hensyn til forbrukernes kjøp og bruk av enheter.⁴² IT-utviklingen gir også selskapene tilgang til den fremvoksende verdens stadig mer sofistikerte arbeidsstokk, det

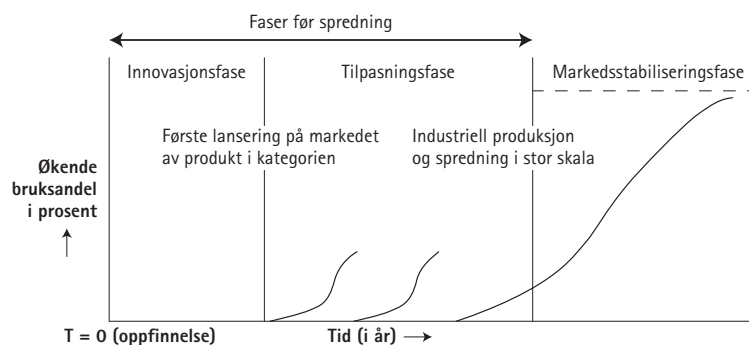
vil si at stadig mer kompliserte oppgaver kan gjennomføres i virtuelle, globale nettverk.

Digital teknologi er på mange måter uunnværlig, men skaper også mange utfordringer i fremtiden. Den ene gjelder organisasjonsstruktur og dreier seg om det potensielle behovet for et paradigmeskifte i virksomheten. Kanskje er det slik at tradisjonelle, siloinndelte funksjoner så som markedsføring, produktutvikling eller IT kan være til hinder for en dynamisk tilnærming til digital forretningsdrift, som krever tempo og fleksibilitet for å skape mest mulig verdi.⁴³ En annen utfordring ligger i mangler og svakheter i infrastruktur og IT-systemer, som kan være for rigide eller dårlig rustet til å utnytte en verden full av data.⁴⁴

Når man studerer de teknologiske løsningene vi har drøftet så langt, og en del andre, er det viktig å forstå hvilke prinsipper de bygger på, og hvordan de passer inn i strategidiskursen. Nå skal vi se på teknologiske livssykluser, prinsippene bak disruptiv teknologi samt teknologibaserte strategier.

12.4 Teknologiens livssyklus

Produkter og industrier har sin egen livssyklus, og det har også teknologier. Ifølge *teknologiens livssyklus*⁴⁵ skjer utviklingen av en høyteknologisk produktkategori i fem faser: oppbygning av FoU, teknologisk gjennomførbarhet, markedsetablering, avgjørende slag og postdominans. Utvikling og spredning av en produktkategori kan videre beskrives gjennom et teknologimønster bestående av tre hovedfaser:⁴⁶ oppfinnelse, markeds lansering og industriell produksjon og utbredelse i stor skala (se figur 12.6).



Figur 12.6 Mønster ved utvikling og utbredelse av høyteknologiske produktkategorier.
Kilde: Ortt (2009), tilpasset av Mahabier (2011)

Oppfinnelse defineres som første demonstrasjon av prinsippene for hvordan den nye, høyteknologiske produktkategorien fungerer. Kommersialisering handler om det første salget av teknologien, og i markedstilpasningsfasen fremstilles produktene på bestilling eller i svært små kvanta. Industriell produksjon i stor skala markerer begynnelsen på markedsstabiliseringsfasen, der utbredelsen kan ta seg opp og bestem-

te konfigurasjoner av teknologien kan etablere seg som dominerende design eller standard, det vil si at den oppnår en markedsandel på over 50 prosent (se kapittel 9 om dominerende design). Dimensjonen med teknologiens livssyklus, som er beskrevet i tabell 12.3, kan brukes til å analysere kampen om standarder.⁴⁷

Tabell 12.3 Dimensjonen teknologisk livssyklus. Kilde: den Hartigh mfl. (2009), tilpasset av Mahabier (2011)

Innovasjonsfase (I)		Tilpasningsfase (II)		Markedsstabiliseringsfase (III)
Oppbygning av FoU (Ia)	Teknologisk gjennomførbarehet (Ib)	Skape et marked (IIa)	Avgjørende slag (IIb)	Postdominans (III)

Den indirekte banen som utviklingen av oppgaverrettede teknologiske løsninger følger og som deretter i ulik grad implementeres i kommersielle applikasjoner, forlenger FoU-perioden og dermed teknologiens livssyklus.⁴⁸ Den langvarige indirekte prosessen som handler om å realisere stordriftsfordeler forbundet med ny teknologi, er ikke lenger konkurransedyktig i en verdensøkonomi som styrer over en trillion amerikanske dollar til FoU hvert år. Resultatet er en intensiv, teknologibasert global konkurranse der livssyklusen for all teknologi kortes inn, slik at mulighetene åpner seg i stadig smalere vinduer. Tidlig og tung investering i prosess teknologi og reell oppskalering av optimalisert produksjonskapasitet er avgjørende for å vinne store markedsandeler i denne stadig mer teknologibaserte globale økonomien.⁴⁹

Et av de mest utfordrende aspektene ved den teknologibaserte konkurransen er overgangen fra nåværende til neste teknologiske livssyklus. Manglende planlegging for og effektiv gjennomføring av overgangen mellom livssykluser i sterkt konkurransepregede globale markeder med smalere mulighetsvinduer, kan være fatalt for enkeltbedrifter, industrier og til og med hele økonomier, ettersom dårlig håndtering av skiftende sykluser ofte er en systemisk svakhet ved nasjonale økonomisystemer.⁵⁰

Case: Nokia

For et tiår siden var Nokia en ledende leverandør av mobiltelefoner. Bedriften markerte seg med en kombinasjon av diversifisert telefontilbud, effektiv produksjon og solid kundepleie. Hele suksesshistorien utspant seg imidlertid innenfor én teknologisk livssyklus, nemlig standardmobiltelefonen. Bedriften klarte i likhet med mange andre ikke å planlegge for og dermed takle overgangen til neste store teknologiske løsning, smarttelefonen, som krever mer enn basisdesign og effektiv produksjon. Operativsystemer og annen programvare er kritiske elementer i en smarttelefon, og på dette området måtte Nokia gi tapt for Apple, Microsoft, Samsung (og Google når det gjelder operativsystemer). Nokias leverandørkjede (maskin- og programvarekomponenter) har smuldret opp, noe som gjør det enda vanskeligere å stable virksomheten på beina igjen. Sakker man for langt akterut i evolusjonen av nye teknologiske livssykluser, kan det skape uoverstigelige hindringer. Det ble etter hvert Nokias skjebne, og bedriften begynte å samarbeide med Microsoft i et forsøk på å hale innpå i konkurransen.⁵¹ Til slutt kjøpte Microsoft Nokias mobilvirksomhet.

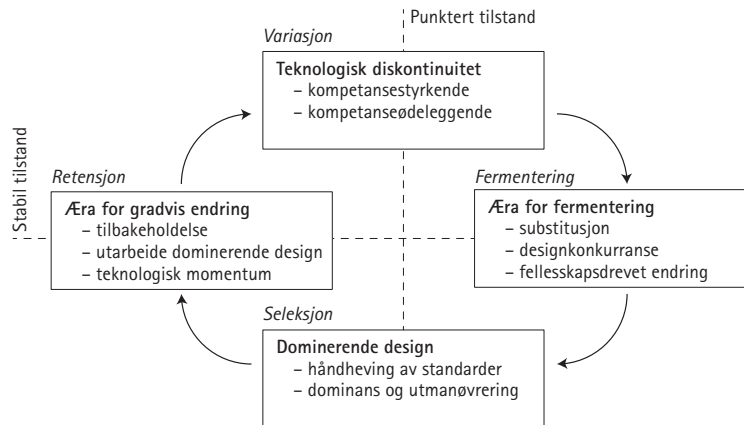
Dagens bedrifter er svært opptatt av relasjonen de har til mange høyteknologiske bransjer som utgjør stadig mer integrerte leverandørkjeder og økosystemer. I disse økosystemene, som består av både små og store bedrifter, finner man de to komplementære kategoriene innovasjon og oppskaleringskapasitet, som er en forutsetning for å konkurrere i markeder med store volum. Dersom virksomheten ikke investerer i økosystemer, effektivt integrerte leverandørkjedestrukturer og understøttende teknologisk infrastruktur, vil det gi treg markedspenetrasjon i tidlige faser i teknologiens livssyklus og nesten garantert lav markedsandel i midtre fase av denne livssyklusen.⁵²

12.5 Disruptiv teknologi

Det rådende synet på teknologisk strategiarbeid har vært at forskyvningen av etablerte bedrifter og teknologier ved nye bedrifters og teknologiers inntreden skyldes at nykommerne presterer bedre, og at etablerte aktører ikke klarer å hamle opp med denne prestasjonen og kompetansen.⁵³ Da det ble avdekket at også *dårligere* teknologi kan fortrenge etablerte aktører, oppsto begrepet disruptiv teknologi,⁵⁴ som hatt en dyptgripende innvirkning på både teoretikeres og bedriftslederes tilnærming til konkurranse om teknologi og har tvunget dem til å revurdere bedriftenes tilnærming til teknologiske trusler og muligheter.⁵⁵ Fenomenet disruptiv teknologi er godt dokumentert, og det er også identifisert gjennom forskning på hvilke behovsbetingelser det er som legger til rette for disruptive dynamikker. Undersøkelser av forbrukernes syn på teknologi og hvordan dette synet endrer seg etter hvert som teknologien blir bedre, gir ny teoretisk innsikt i hvordan strukturen på etterspørselen påvirker konkurransedynamikken. To nye begreper – preferanseoverlapping og preferansesymmetri – er lansert for å beskrive relasjonen mellom preferansene i ulike markedssegmenter. Disse relasjonene fører til fremveksten av ulike konkurranseregimer.⁵⁶

Begrepet disruptiv teknologi handler om produkter, løsninger og systemer som i tidlige faser retter seg mot spesifikke nisjemarkeder, men som etter hvert klarer å utkonkurrere konkurrentene også i massemarkedene.⁵⁷ Etablerte bedrifter ligger som regel ikke i teten når det gjelder utvikling av disruptiv teknologi. Det er snarere entreprenører og nyetablerere som vanligvis utnytter 'angriperens fordel' basert på en relativt sterk risikovilje og liten sporavhengighet.⁵⁸ Disruptive teknologier spiller etablerte teknologiske løsninger ut på sidelinjen og undergraver dermed verdien av det de etablerte aktørene har investert i denne teknologien.⁵⁹

Med hensyn til disruptive teknologier som en viktig driver bak vekst, velstand og rikdom i dagens hyperkonkurransedrevne miljø, har forskningen vært rettet mot drivere, fenomener og implikasjoner knyttet til slike disruptive teknologiske løsninger, i et forsøk på å forstå dynamikken og hvordan man kan klare å henge med på neste bølge i tide (se figur 12.7). Organisasjonenes store utfordring er å takle innovasjonsdynamikken som ligger til grunn for både disruptive og opprettholdende innovasjoner, som delvis handler om å forstå samspillet mellom behov og teknologi.⁶⁰ Ledelsesutfordringen knyttet til denne strategiske dualiteten, som består av den mentale balansekunsten å hele tiden skulle se både fremover og bakover, innebærer at bedriftene må utvikle evne til likehendthet, eller ambidekstritet (se kapittel 5).⁶¹ Ambidekstr-



Figur 12.7 Teknologiske endringsers sykliske dynamikk. Kilde: Tilpasset fra Tushman og Rosenkopf (1992) av Hacklin (2008)

tritære organisasjoner er i stand til å skape verdier basert på dikotome karakteristika, for eksempel ved å

- jobbe for både revolusjonær og evolusjonær endring⁶²
- både utforske og utnytte innovasjoner parallelt⁶³
- skape og opprettholde fortrinn⁶⁴
- implementere responsivitet og effektivitet⁶⁵
- besørge både endring og bevaring⁶⁶

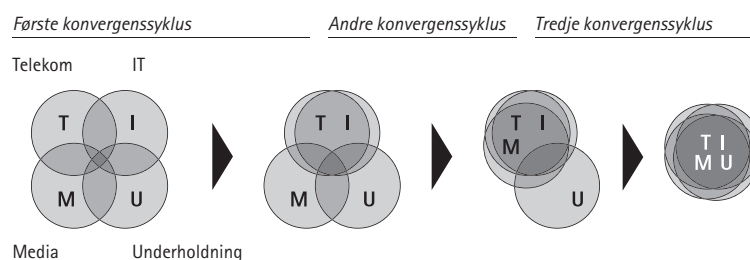
Mange av vår tids disruptive teknologiske gjennombrudd og innovasjoner skjer ofte i grenseland mellom markedsinnsikt og teknologisk ekspertise, slik at teknologien snarere blir et innspill til strategiprosessen enn en muliggjørende faktor i etterkant. Denne erkjennelsen har fått mange bedrifter til å innta en fundamentalt annerledes tilnærming til strategiutviklingen, en tilnærming som har vært kalt teknologidrevet forretningsstrategi, som vi skal komme tilbake til senere i dette kapitlet.⁶⁷

Digitaliseringen av produksjonsprosesser vil ha en like sterk disruptiv effekt som i andre bransjer som har blitt digitale, så som kontorutstyr, telekommunikasjon, fotografi, musikk, publisering og film. Og det er ikke bare store produsenter som vil merke effekten av dette – de må være på vakt, for mye av det som er i vente, vil innebære store muligheter for små og mellomstore bedrifter og enkeltstående entreprenører. Det vil bli både lettere og billigere å lansere nye produkter. Det har allerede begynt å etablere seg fellesskap på nettet som har likhetstrekk med Facebook, og som tilbyr 3D-printing og andre produksjonstjenester – et fenomen vi kanskje kan kalle sosial produksjon.⁶⁸

12.6 Teknologisk konvergens

Teknologi konvergerer på et realfaglig grunnplan. I tillegg til nano-, bio- og informasjonsteknologi har kognisjonsvitenskapene kommet inn som et viktig fjerde element i denne konvergensen. Det betyr at det vil bli stadig vanskeligere å knytte fremtidens produkter og produksjonsprosesser til noen konkret fagdisiplin. Begrepet tverrfaglig forskning gjennomgår også en semantisk omdefinering. Mens det tidligere hovedsakelig handlet om nødvendigheten av samarbeid mellom ulike fagområder for å skape ny forståelse, er det i dag i ferd med å bli en grunnleggende forutsetning for å kunne omskape grunnforskningens og den anvendte forskningens funn til nye produkter. Dermed har det blitt en avgjørende faktor i sikringen av fremtidige markeder. Denne utviklingen får i sin tur store konsekvenser for utdanningssystemet, for organiseringen av det vitenskapelige arbeidet i industriforetak, og for offentlig finansiert forskning. I mellomtiden vil vår forståelse av tverrfaglig forskning også påvirke hvilke holdninger vi som samfunn og som individer har til fremtidens teknologi og nye produkter.⁶⁹

Slutten på én konvergerende prosess kan innevarsle starten på en annen. Elementer i det teknologiske systemet som tidligere hadde sin opprinnelse i ulike industrier og ble ført sammen som en følge av gjensidig overlapping, kan i neste konvergenssyklus representere én enkelt enhet som kan inngå i enda flere nye kombinasjonsmekanismer (se figur 12.8).



Figur 12.8 Syklisk perspektiv på observert konvergens. Kilde: Hacklin (2008)

Flere overlappingeffekter i skjæringspunktet mellom fagfeltene nanovitenskap, bioteknologi, informasjonsteknologi og kognitiv vitenskap kan tas som et tegn på fremveksten av nye konvergensprosesser.⁷⁰ Mens den viktigste drivkraften bak overlappingeffekter i IKT-konvergens kom til syne gjennom økende digitalisering, tyder den senere tidens vitenskapelige utvikling innen nanoteknologi på at nanoforskningen også vil fungere som en slik katalysator for teknologisk konvergens mellom ulike fagfelt og som en teknologisk grunnplattform som spenner over et bredt spekter av eksisterende vitenskapelige og teknovitenskapelige fagfelt.⁷¹ Nanoteknologi kan beskrives som fremveksten av «materialer og systemer bestående av strukturer og komponenter med nye og langt bedre fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper, fenomener og prosesser som skyldes nettopp nanostørrelsen»⁷². Hensikten med fagfeltet er å utnytte disse egenskapene ved å kontrollere strukturer og innretninger på atom-, molekyl- og supramolekylært nivå, som igjen gir grunnlag for å lære hvordan vi effektivt kan frem-

stille og bruke anvendelsesområder basert på disse. Nanoteknologi introduserer ikke bare nye bruksområder, men anses som et nytt paradigme som vil skape store omveltninger i industrien med hensyn til fremstillingen av materialer og produkter.⁷³ I særdeleshet er det vitenskapelige nanoteknologiske feltet resultat av en bakenforliggende kunnskapskonvergens mellom de tradisjonelle fagfeltene kjemi, fysikk, matematikk, biologi og ingeniørvitenskap. Nanoteknologi må altså ikke betraktes som en industri, men snarere som en muliggjørende teknologi for eksisterende industrier idet de konvergerer på atomskalanivå.⁷⁴

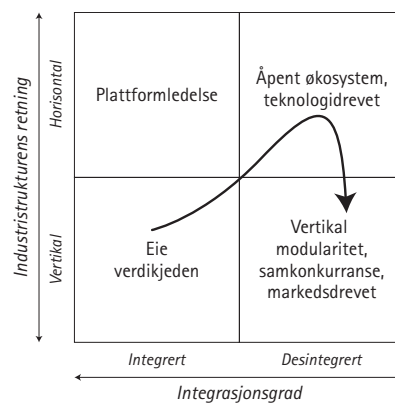
Hvis vi viderefører den ovenstående drøftingen av disruptiv teknologi i lys av konvergens, må en bedrift utvikle en bestemt dynamisk evne til ledelsesambidekstritet, det vil si hele tiden balansere mellom å utforske og utnytte nåværende og fremvoksende muligheter for overlapping på tvers av industrier.⁷⁵ Evne til strategisk dualitet og ambidekstritet ser ut til å være avgjørende for å kunne håndtere konvergensens idiosynkratiske dynamikk. Organisasjoner må være i stand til å skille klart mellom kort-siktige og langsiktige strategier, eller tilnærmingen før og etter konvergens.⁷⁶ Konvergens gjør at bedriften må være i stand til å tilpasse og utvide organisasjonsstrukturen på en slik måte at bedriftens samlede interne kunnskapsgrunnlag gjør det mulig å forutse, følge og takle de nye strukturene i bransjen.⁷⁷

Noen mener at konvergens knyttet til nanoteknologi vil kunne skape stor uro i eksisterende industrier, og at det vil være behov for forholdsregler.⁷⁸ Fremskrittene innen forskning og ingeniørvitenskap på nanonivå kan utløse og videreføre økonomisk fremgang: Nanoteknologi kan gi lavere inngangskostnader i en del bransjer og samtidig medføre økt produktivitet i andre. Etterspørselen vil også forskyves fra visse varer til andre varer.⁷⁹

Overlappingen mellom kunnskapsgrunnlaget i bestemte industrier kan stimulere hybridteknologier og nye bruksområder i grenseområder. Skjæringsfeltet mellom nanoteknologi og IKT kan for eksempel resultere i nanoenheter, nanosensorer og andre typer nanoelektronikk. Kombinasjoner av nanoteknologi og bioteknologiske systemer kan på samme måte føre til bioelektroniske bruksområder, nanoledninger, nanorør, mikrofluidikk og fremskritt innen medisinerings. Konvergens mellom alle tre områdene, altså IKT, bioteknologi og nanoteknologi, gir grunnlag for å utvikle biosensorløsninger og biologiske nanobrikker.⁸⁰

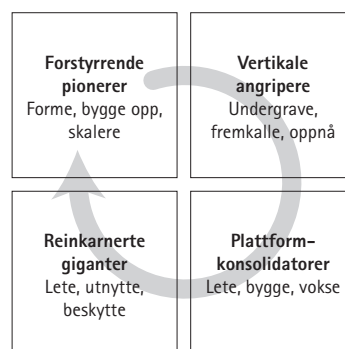
Allerede nå i de tidlige stadiene av konvergensprosessen ser vi strukturelle tendenser i overlappingen mellom kunnskapsgrunnlag innen kognitiv vitenskap og den teknologiske samkjøringen. Horisontale overlappinger fører ikke bare til nye konkurransekonstellasjoner, men også oppløsning av vertikalt integrerte industristrukturer, og det kan derfor forventes en tendens i retning av horisontalisering av allerede etablerte innovasjonsstrukturer, for eksempel innen utviklingen av nye legemidler. Fordi bedrifter innen bio- og nanoteknologi kan levere tilsvarende eller bedre løsninger enn etablerte legemiddelbedrifter, kan de komme til å bryte horisontalt med etablerte forretningsmodeller. Skal man fange horisontale overlappinger i sin fulle bredde, det vil si mangfoldet av fagområder forbundet med kognitiv vitenskap, er det behov for horisontalt samarbeid, og en vertikalt integrert medisineringsmodell kan løse seg opp til et horisontalt, teknologidrevet, åpent økosystem.⁸¹

Skjæringsfeltet mellom nanoteknologibaserte medisineringsmekanismer og farmasøytiske bruksområder er altså et sannsynlig bakteppe for industriell horisontalisering og vertikal samspesialisering. En oppløst, men like fullt vertikalt orientert bransjestruktur kan legge til rette for et vertikalt modulsystem for produkter og løsninger (se figur 12.9). Nanoteknologiske farmasøytiske plattformer kan danne grunnlag for konvergens. Dette kan for eksempel åpne for at legemiddelbedrifter leverer skreddersydde, vertikale løsninger basert på et horisontalt system. Figur 12.9 viser en slik overgang på bransjenivå.



Figur 12.9 Overgang på bransjenivå gjennom flere konfigurasjoner. Kilde: Tilpasset fra Vesa (2006) av Hacklin (2008)

Forskning har identifisert fire konvergensstadier,⁸² noe som viser at fenomenet konvergens følger en utviklingslinje som kan gi grunnlag for å definere innovasjonsdynamikken. De fire stadiene er 1) forstyrrende pionerer, 2) vertikale angripere, 3) plattformintegratorer, og 4) reinkarnerte giganter (se figur 12.10).



Figur 12.10 Fire konvergensstadier. Kilde: Basert på Hacklin (2008)

Forstyrrende pionerer er nyetablerere i starten av en fremvoksende konvergenssyklus. Selve kjernen i disse aktørenes verdiløfte med tilhørende forretningsmodeller må baseres på evnen til å forstå og forutse fremvoksende utviklingslinjer, og dermed fremvoksende muligheter for å forstyrre etablerte industrimiljøer. Ettersom det er mye teknologisk usikkerhet på dette stadiet, er det avgjørende at disse bedriftene klarer å ri den teknologiske utviklingsbølgen – begrensede ressurser gjør det vanligvis ikke mulig å bevege seg i flere retninger. En måte å gjøre dette på er å jobbe med åpne standarder der målet er å skape et komplementært, men selvstendig produkt i et fremvoksende, plattformbasert økosystem. Omgitt av teknologisk usikkerhet og urolige markeder kan disse bedriftene ved å utvikle plattformkompetanse vokse i takt med konvergensens bredde, utnytte horisontale overlappingseffekter mellom bransjer og på den måten opprettholde muligheten for vekst for fremvoksende vertikale aktører. For å sikre seg en god posisjon bør bedriften forsøke å utvikle interne salgs- og partnerprosesser i tråd med det nye økosystemets fremvoksende regler, som åpner for samarbeid med et bredt spekter av bedrifter (også konkurrenter).

Vertikale angripere er nyetablerte bedrifter i modne faser av konvergensprosessen. Disse aktørenes kompetanseutvikling må basere seg på forspranget de har sammenliknet med etablerte konkurrenter, slik at bedriften snarere rir de mulighetene som utviklingen åpner for, heller enn å respondere på dem. Vertikale angripere kan søke horisontalt, det vil si ved å identifisere eksisterende teknologiske og forretningsmodellbaserte motsetninger som de kan utnytte til å fange opp horisontale overlappingseffekter gjennom plattformbaserte tilnærminger. De kan også utnytte kombinasjonen av liten sporavhengighet og materielle endringer i bransjestrukturen. Når konkurransekonstellasjonene snus helt på hodet, kan komplementære produkter plutselig bli til substitutter, og rollen som mellomledd kan raskt gli over i utkonkurrering. I stedet for å forholde seg til de horisontale motsetningene mellom etablerte bedriftsmodeller kan den nyetablerte bedriften utvikle ulike muligheter for å undergrave dem vertikalt. På den måten kan bedriften gradvis endre ham fra å være leverandør til etablerte bedrifter til å bli en konkurrent for dem. I stedet for bare å innta en medierende rolle må bedriften basere sin vekst på den konvergerende plattformen, for på den måten å skape muligheter for å utnytte horisontale fortrinn under de nye vertikaliseringsmekanismene. Hvis det later til å være dårlige utsikter til ytterligere spesialisering eller utnytting av komplementaritet, kan det hende at den medierende forretningsmodellen har nådd sin begrensning og bør omdefineres.

Plattformkonsolidatorer er etablerte bedrifter i tidlige faser av konvergensprosessen, der kompetanseutviklingen er preget av en reaktiv holdning til utviklingen. Denne typen bedrifter vil per definisjon i hvert fall være synkronisert med konvergenssyklusen. Dermed er det behov for kompetanse til å omdanne den dominerende posisjonen til aktiv og deltakende forming av utviklingsmekanismen. Spesielt må bedriftens eget innovasjonssystem åpnes for integrasjon av nyetablerte aktørers aktiviteter, slik at den etablerte bedriften kan tilpasse eksisterende aktiviteter til fremvoksende, desentraliserte innovasjonsstrukturer for å lære av og ta del i de nye, kollektive handlingsmekanismene. På den måten vil bedriften posisjonere seg godt med tanke på å utnytte fordelene ved både å være en erfaren, ressurssterk aktør som samtidig befinner seg i tidlige faser

av konvergensprosessen. Etter hvert som kunnskapsbaser og teknologier begynner å generere horisontale overlappingseffekter, vil investeringer i kollektive innovasjonsmodeller (se kapittel 10) gjøre det mulig for bedriften å finne en balanse mellom eksterne komplementariteter og interne verdiporteføljer. Det å åpne opp lukkede innovasjonsmodeller i god tid og etablere horisontale bånd basert på både proprietære og eksterne verdier, vil gjøre det langt mer oppnåelig å bygge opp horisontal dominans enn ved å tviholde på vertikal integrasjon. Plattformfortrinnet kan være markant grunnet bedriftens interne komplementære verdier, slik at man kan utvikle stordriftsfordeler som blir for kostnadskrevede å etterlikne fra nykommeres perspektiv. Denne posisjonen kan skape insentiver for nyetablerere til heller å utvikle komplementære forretningsmodeller i stedet for å imitere, noe som styrker plattformfortrinnet ytterligere. Et mer langsiktig perspektiv for plattformkonsolidatorer ville være å fortsette ekspansjonen og veksten langs den horisontale dimensjonen, det vil si prioritere diversifisering fremfor spesialisering av kunnskapsgrunnlaget. Bedriften bør i det lengste jobbe med gradvis raffinering og etter hvert fullstendig utskifting av sine forretningsmodeller.

Reinkarnerte giganter er etablerte bedrifter i modne faser av konvergensprosessen. Disse bedriftene kan ha behov for total omlegging for å kunne reinkarneres. Ettersom konvergensprosessen er i en kommersiell og dermed også svært utnyttende fase, er det ikke mye rom for flere nyheter. Det gjør bedriftens etablerte virksomhet svært sårbar for angrep fra nyetablerere, som kan «ut-innovere» og utkonkurrere bedriften basert på økosystemets nye metrikk. På dette stadiet kan en etterdiltingsstrategi med full åpning av innovasjonsprosessen gi katastrofale resultater fordi dette kan øke faren for angrep på forretningsmodeller. Når man skal gjenskape forretningsmodellen, bør man derfor prioritere å gjenoppdage bedriftens ressurser før man søker eksterne komplementære verdier. I dette arbeidet bør man stort sett se vekk fra eksisterende forretningsmodeller og heller utvikle kompetanse rundt nye ressurskombinasjoner som kan legge grunnlaget for helt nye modeller.

Spesielt kan den nedarvede industrielle dominansen selv om den er basert på utdatert metrikk, representere en mulighet til å utnytte omdømme- og stordriftsfordeler i det bredderettete stadiet av konvergensprosessen. Ved å etablere nye og solide ressurskomplementariteter kan bedriften dyrke frem kapabilitet til å orkestrere det modne økosystemet. Nyetablerere vil på den ene siden la seg tiltrekke av den reinkarnerte gigantens eksisterende kundebase med tilhørende muligheter for stordriftsfordeler, som igjen kanskje til og med kan åpne for at den etablerte bedriften kan oppnå innlåsningseffekter. Ettersom den etablerte bedriften vil være nødt til å konsentrere seg om vertikale nisjer, vil en orkestrert deltakelse fra et bredt spekter av nyetablerere på den andre siden åpne for en modell med både stordrifts- og breddefordeler, altså ved å betjene en bred portefølje av vertikale markedsbehov.

Dermed vil bedriften kunne vokse oppstrøms og levere løsninger til fremvoksende vertikale, nyorienterte mekanismer. Arbeidsinnsatsen forbundet med reinkarnasjon av slike giganter må imidlertid ikke undervurderes – det vil kunne innebære at man må tenke helt nytt rundt hva som utgjør kjerneressursene i bedriftens verdiløfte.

Kort oppsummert kan vi si at avhengig av bedriftens størrelse, fartstid og fastgrodde tradisjoner og avhengig av fase i konvergensprosessen kreves ulike typer kompetan-

se for å takle konvergens. Ledere i bedrifter som opplever konvergens, må være klar over at bedriften kan ha en helt konkret posisjon i konvergenssammenhengen, og i så fall vil man neppe lykkes ved å gjøre det samme som konkurrentene gjør. Det er altså ikke bare bedriftens størrelse og modenhet som betyr noe, altså om den er nykommer eller godt etablert, men den totale, koevolusjonære konfigurasjonen.⁸³

12.7 Prinsipper for teknologibasert strategi

Forskning med utgangspunkt i praktiske utøvers perspektiv har trukket frem seks felles prinsipper som innovative bedrifter ser ut til å etterleve i sin tilnærming til utvikling av forretningsstrategi:⁸⁴

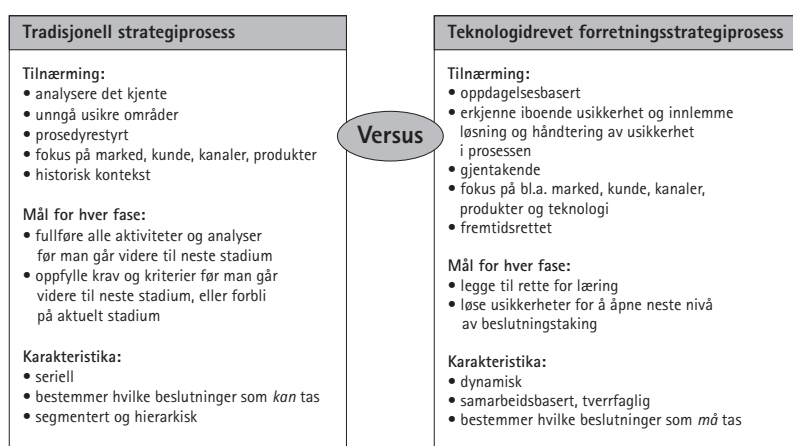
1. *Teknologi regnes som en kjerneinnsatsfaktor.* Bedriften bør betrakte teknologi ikke bare som det som muliggjør bedriftens forretningsstrategi, men som en primær innsatsfaktor i strategiutformingen, på linje med andre nødvendige variabler som kunder, markeder og konkurrenter.
2. *Drøft jevnlig konteksten for strategi og teknologi.* I mange bransjer innebærer den teknologiske konteksten et potensial for raskere endring enn den tradisjonelle strategiplanleggingssyklusen på tre til fem år. Bedriftene må derfor hele tiden håndtere og revidere strategien med tanke på proaktiv utnyttning av den teknologiske utviklingen heller enn å respondere på teknologisk betingede endringer i bedriftens markeder og virksomhetsområder.
3. *Håndter fremvoksende forretningsmuligheter hver for seg.* Bedrifter må skille mellom organisasjonens prosedyrer, strukturer og retningslinjer for å kunne håndtere fremvoksende forretningsmuligheter på en annen måte enn kjernevirksomheten, slik at det oppstår kryssinger mellom markedsinnsikt og teknologisk ekspertise som danner grunnlag for innovasjoner. Da Norwich Union satset på sin banebrytende nyskaping med brukerbasert bilforsikring, heget man om den fremvoksende muligheten ved å etablere en egen arbeidsgruppe som bare skulle jobbe med akkurat dette prosjektet. Denne lille arbeidsgruppen kunne eksperimentere, finpusse og ta beslutninger mye raskere.
4. *Legg planer for disruptjon.* Hvis man innser at teknologien har kraft til å kunne endre etablerte antakelser, kan bedriften bedre forutse endringer i markedet og aktivt planlegge disruptjon for virksomheter, noen ganger også sin egen.
5. *Ledelse for dagens og fremtidens kontekst.* Teknologiske endringer skjer i raskt tempo, og bedrifter bør derfor håndtere en diversifisert kompetanseportefølje bestående av både videreutviklet teknologi (som brukes til å holde tritt med innovasjonssyklusen på eksisterende virksomhetsområder) og fremvoksende teknologi (teknologi som kan skape nye markeder eller potensielt skape disruptjon i dagens markeder).
6. *Styr teknologien mot kundenes prioriteringer.* I stedet for bare å rette oppmerksomheten mot intern effektivitetsøkning på teknologisk grunnlag må bedriften også konsentrere seg om kundenes problemer og identifisere teknologier og nye forretningsmodeller som kan bidra til å løse disse. Som ledd i sin fortløpende evaluering

av produkter og markeder forsøker Siemens Medical Solutions å vurdere hele forretningsprosessen, ikke bare bruken av et bestemt medisinsk apparat. Dette helhetsperspektivet har ført til at produsenten av medisinske apparater nå ser på mulighetene for integrasjon mellom enheter i tillegg til å tilby tjenester som øker verdien. Bedriften vurderer for eksempel ikke bare hvordan man kan lage et bedre produkt for bildebehandling, men også hvordan bildeinformasjonen kan gjøres tilgjengelig for leger ved behov, for eksempel på operasjonssalen.

Til sammen snur disse prinsippene helt opp ned på den tradisjonelle tilnærmingen til strategiutvikling (se figur 12.11). I stedet for å dreie seg om implementering blir teknologien en katalysator i de aller første fasene av den strategiske planleggingen, og kombinert med markedsinnsikt skaper dette innovative konsepter og tjenester.

Når teknologisk kompetanse trekkes inn fra første stund, kan arbeidet med planlegging og prototype starte tidligere. Bedrifter kan drive med «strategiprototyparbeid» og teste forskjellige mulige strategier før man velger ut én bestemt kurs.⁸⁵ Med en slik gjentakende, læringsbasert tilnærming får prototyparbeidet mer overordnet mening – nemlig å utforske et spekter av strategiske muligheter, og ikke bare bekrefte gjennomførbarheten av en valgt strategi. Strategisk planlegging forankres ikke i kalenderen, men evalueres og revideres med tanke på å dra nytte av innsikten man høster gjennom ny læring og endringer i den teknologiske konteksten.

En teknologisk drevet tilnærming til utviklingen av forretningsstrategi er grunnleggende forskjellig fra tradisjonell strategiutvikling (se figur 12.11). Tradisjonell strategisk planlegging handler om å analysere det man vet om konkurransen, leverandører og utvalgte kjøpere. I en markeds-/teknologidrevet tilnærming forskyves imidlertid søkelyset til utforskning av nye, ikke kartlagte områder – produkter og tjenester uten forløpere, fremvoksende markedssegmenter som ingen andre ser, ny driftskompetanse som endrer selve konkurransens vesen.

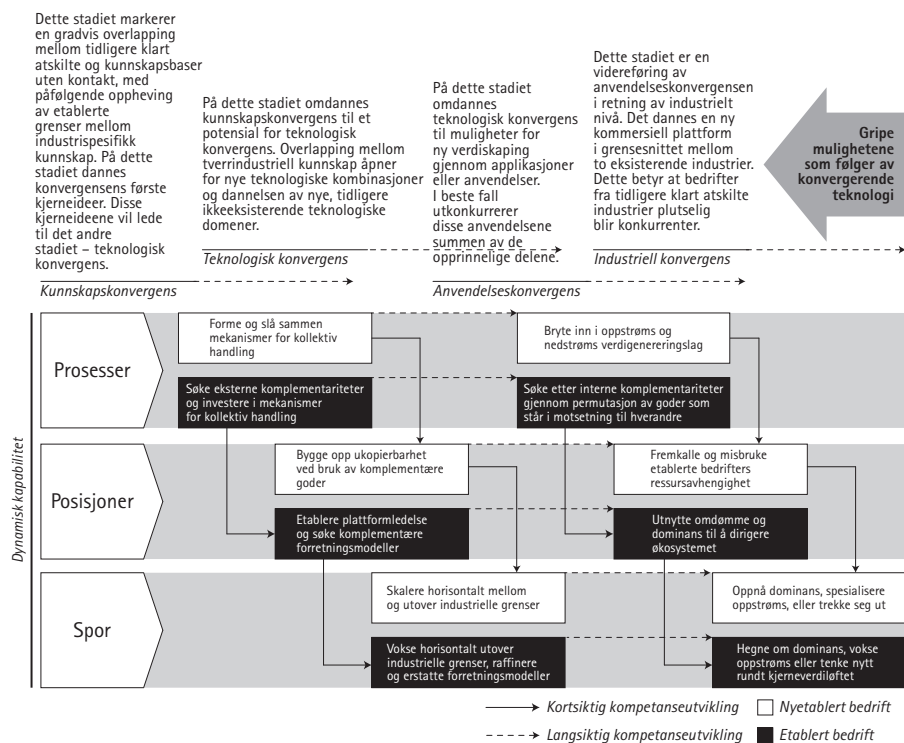


Figur 12.11 Teknologidrevet utvikling av forretningsstrategi. Kilde: Berman og Hagan (2006)

Den iboende parallelliteten og søkelyset på å kombinere markedsinnsikt med teknologisk ekspertise kan innebære noen fortrinn ved en teknologisk drevet forretningsstrategi:

- produktet kommer raskere på markedet, med mindre fare for utdatert teknologi
- potensielle sammenbrudd i markedet oppdages tidlig, samt hvordan man bevisst kan bryte ned konkurrenter
- mindre byråkrati forbundet med strategiplanleggingen, som altfor ofte kveler enhver innovasjon, spesielt i store bedrifter
- ta hensyn til økt tempo og kompleksitet i næringslivet, som kan være u håndterlig med en tradisjonell, årlig planleggingsyklus

Det er en rekke problemstillinger knyttet til teknologisk konvergens som må vurderes i strategiprosessen. Strategiske problemstillinger ved håndtering av konvergerende teknologier er vist i figur 12.12.



Figur 12.12 Strategiske problemstillinger knyttet til teknologisk konvergens. Kilde: Basert på Bainbridge og Roco (2006) og Hacklin (2008)

Hovedpunkter i kapittel 12

- Produktivitet blir stadig viktigere, og teknologi er drivkraften bak produktivitetsvekst på lang sikt. Teknologien med sine muligheter og forutsetninger er i dag noe som de aller fleste bedrifter er nødt til å legge strategier for.
 - I tillegg til IKT er det sannsynlig at en kombinasjon av andre plattformbaserte og muligjørende teknologier vil ha like stor betydning for bedrifter. Dette kalles muligjørende kjerneteknologi og omfatter additiv fremstilling, bioteknologi, syntetisk biologi, nanoteknologi, mikro- og nanoelektronikk, fotonikk, avanserte materialer og avanserte fremstillingsteknologier.
 - Det er tre hovedtendenser innen digital teknologi som regnes som strategisk viktige prioriteringer i dagens bedrifter over hele verden: store data og analyse, digital markedsføring og sosiale medier, og bruken av nye leveringsplattformer som nettskyen og mobilitet.
 - All teknologi gjennomgår i likhet med produkter og bransjer stadier i en livssyklus.
- Det er viktig at bedriften forstår hvor i livssyklusen en teknologi befinner seg, for ikke å gå glipp av neste teknologiske utvikling.
- Disruptiv teknologi er produkter, løsninger og systemer som i tidlige faser er rettet mot bestemte nisjemarkeder, men som over tid klarer å utkonkurrere konkurrentene i massemarkedene og gjør at etablert teknologi går ut på dato.
 - Det skjer en økende teknologisk konvergens slik at grensene mellom teknologiske løsninger og bransjer viskes ut. Økningen i overlappingseffekter i skjæringspunktet mellom fagområdene nanovitenskap, bioteknologi, informasjonsteknologi og kognitiv vitenskap er ett eksempel på dette.
 - Teknologi må regnes som en kjerneinnsatsfaktor i forretningsstrategien og må revideres ofte. Strategien må ta hensyn til faren for sammenbrudd, og teknologiske vurderinger må rettes mot kundenes behov.

Noter

- 1 Powell (2002), Wrolstad (2002)
- 2 *Syntetisk biologi* dreier seg om utforming og konstruksjon av tidligere ikke-eksisterende biologiske innretninger og systemer for nyttige formål (Schmidt, Markus 2012)
- 3 Tassej (2010)
- 4 Tassej (2012)
- 5 Ibid.
- 6 Ibid.
- 7 European Commission (2009)
- 8 European Commission (2011)
- 9 European Commission (2009)
- 10 Aschhoff mfl. (2010)
- 11 BMBF (2002a)
- 12 European Commission (2008)
- 13 Jahns (2001)
- 14 European Commission (2008)
- 15 Moskowitz (2009)
- 16 Moskowitz, S. (2009), *The Advanced Materials Revolution. Technology and Economic Growth in the Age of Globalization*, Hoboken: John Wiley & Sons, 255ff.
- 17 Moskowitz (2009)
- 18 Schumacher mfl. (2007)
- 19 BMBF (2008b)
- 20 OECD (2009a), OECD (2009b), OECD (2010)
- 21 Centre for Additive Layer Manufacturing, Exeter University
- 22 The Economist, 11. februar 2011
- 23 The Economist, 22. november 2012
- 24 The Economist, 21. april 2012
- 25 Rappa, M.: «Managing the Digital Enterprise, an open educational resource» [lesedato 8.3.2010] <http://digitalenterprise.org/introduction/intro.html>
- 26 McKinsey Global Survey, mai 2012
- 27 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
- 28 Accenture (2010)
- 29 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
- 30 Accenture (2010)
- 31 Accenture (2012)
- 32 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
- 33 Ibid.

- 34 Accenture (2010)
 35 McKinsey Global Institute (2012)
 36 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
 37 Davenport og Harris (2007)
 38 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
 39 Russom (2011)
 40 Accenture (2012)
 41 Gartner Symposium/ITxpo, 25. oktober 2012
 42 Accenture (2012)
 43 McKinsey Global Survey, mai 2012
 44 Ibid.
 45 Suarez (2004)
 46 Ortt og Schoormans (2004)
 47 Mahabier (2011)
 48 Tassej (2012)
 49 Ibid.
 50 Ibid.
 51 Ibid.
 52 Ibid.
 53 F.eks. Foster (1986), Dosi (1982), Tushman og Anderson (1986)
 54 Bower og Christensen (1995), Christensen (1997)
 55 Adner (2002)
 56 Ibid.
 57 Bower og Christensen (1995), Christensen (1997)
 58 Jf. Afuah og Tucci (2003), Christensen (1997), Christensen og Rosenbloom (1995), Danneels (2004), Foster (1986), Henderson og Clark (1990)
 59 Danneels (2004)
 60 Paap og Katz (2004)
 61 O'Reilly og Tushman (2004), Tushman og O'Reilly (1996)
 62 Tushman og O'Reilly (1996)
 63 Benner og Tushman (2003), March (1991)
 64 Grant (1996)
 65 Hanssen-Bauer og Snow (1996)
 66 Volberda (1996)
 67 Berman og Hagan (2006)
 68 The Economist, 21. april 2012
 69 Bullinger (2009)
 70 Roco og Montemagno (2004)
 71 Meyer og Davis (2003), Roco og Bainbridge (2002a,b, 2005), Tegart (2002)
 72 Tegart (2002:2)
 73 Tegart (2002)
 74 Kleinberg (2005)
 75 Hacklin (2008)
 76 Ibid.
 77 Ibid.
 78 Roco og Bainbridge (2005)
 79 Ibid.
 80 Se f.eks. Kleinberg (2005), Rojas-Chapana og Giersig (2006)
 81 Hacklin (2008)
 82 Ibid.
 83 Ibid.
 84 Berman og Hagan (2006)
 85 Ibid.