

The background of the cover is a circular graphic composed of many concentric, slightly blurred rings. The colors transition from a deep blue on the left side to a warm orange on the right side, with a dark grey or black center. The overall effect is a sense of depth and rotation.

# Sirkulær økonomi

En håndbok

Walter R. Stahel

## **Legal/copyright notice**

Acknowledgement of Walter R. Stahel invitation and approval to translate and publish the book as electronic book.

Norwegian translation of Walter R. Stahel original manuscript "Circular economy – A users guide"  
03. June 2019 © SINTEF AS, 2019, ISBN: 978-82-14-06353-0

This is based on material that SINTEF AS has received permission to translate and host. However, please note that this material is protected by copyright and can only be reproduced or distributed for non-commercial purposes, as specified by the copyright holder(s).

The translation of original manuscript (<https://www.routledge.com/The-Circular-Economy-A-Users-Guide-1st-Edition/Stahel/p/book/9780367200176>) was performed by Kristin Eikeland (Comprendo Language Services) in close cooperation with Kyrre Sundseth, Vibeke Nørstebø, Sigrid Damman (SINTEF). Front-page, and figures with Norwegian text and designed by Tone Heggenhougen (SINTEF). Front-page background photo by Shutterstock. Translation of figure text from English to Norwegian by Vibeke Nørstebø.

The information and views set out in this material are those of the author(s) and do not necessarily reflect the official opinion of the publisher. Neither the publisher nor any person acting on its behalf may be held responsible for the use which may be made of the information contained therein.

-----

The author Walter R. Stahel commends, and expresses his gratitude to, SINTEF for having translated his English text into Norwegian in order to make it more easily accessible to people understanding this language.

### **Author Walter R. Stahel**

Walter R. Stahel is the Founder-Director of the Product-Life Institute (Switzerland), the oldest established consultancy in Europe devoted to developing sustainable strategies and policies. He is Visiting Professor in the Department of Engineering and Physical Sciences, University of Surrey, and a full member of the Club of Rome. He was awarded degrees of Doctor honoris causa by the University of Surrey (2013) and l'Université de Montréal (2016)

## Innhold

Forord til bok "Circular Economy for Beginners" .....	5
Forfatterens innledning til håndboka i sirkulær økonomi.....	10
Innledning.....	12
Historikk.....	13
Hva er forskjellen på sirkulærøkonomi (SØ) og lineær industriell økonomi (LIØ)?.....	16
Hvilke eksterne faktorer driver industriell sirkulær økonomi (ISØ)?.....	18
Kapittel 1: Sirkularitet, bærekraft og arbeidskraft i den sirkulære økonomien .....	19
Sirkularitet .....	19
Bærekraft og økonomien.....	20
Arbeidskraft i den sirkulære industrielle økonomien.....	22
Kapittel 2: Den sirkulære økonomien (ISØ).....	24
Analyse av den sirkulære industrielle økonomien (ISØ).....	24
Industrialisering av den sirkulære økonomien (SØ) .....	25
Noen prinsipper som danner grunnlaget for ISØ .....	28
Innovasjonsutfordringer i ISØ.....	29
Kapittel 3: Kretsløp for beholdninger av fysiske gjenstander – æra R .....	30
Beslutningstakerne .....	30
Kjennetegn på æra R .....	30
Grunnlaget for R-æraen er tillit, ferdigheter og mennesker, økonomisk verdi og besparelse .....	32
Sette R-æraen ut i livet.....	33
Kapittel 4: Molekylkretsløp – æra D.....	37
Beslutningstakerne .....	37
Kjennetegn på æra D .....	38
Grunnlaget for D-æraen er FoU, teknologi, kunnskap og mennesker .....	39
Kapittel 5: Betydningen av salgspunkt eller produksjonssted og ansvar .....	43
Om leketøy og verktøy, mote og funksjon .....	43
PoS – vendepunkt for eierskap og ansvar .....	44
Produsentansvaret er i endring.....	45
Kapittel 6: Det usynlige ansvarskretsløpet og betydningen av politiske retningslinjer .....	46
Utvidet produsentansvar (EPL) – å lukke det usynlige ansvarskretsløpet .....	46
Gjenstander – Produsentansvar og siste ansvarlige eieren i æra R .....	47

Materialer – Utvidet produsentansvar og siste ansvarlige eier i æra D.....	48
Hvilken rolle spiller politiske retningslinjer og skatt på arbeid? .....	49
Betydningen av hensiktsmessige økonomiske indikatorer .....	51
Kapittel 7: Ytelse- og tjenesteøkonomi (YT) .....	55
Beslutningstakerne .....	56
Kjennetegn på Ytelse- og Tjenesteøkonomien.....	58
Grunnlaget for Ytelse- og Tjenesteøkonomien – faktortid .....	59
Kapittel 8: Radikal innovasjon – tilføring av innovative ideer, systemer, komponenter og materialer i beholdninger .....	61
Innovasjon i æra R .....	62
Forskning over lange tidsperioder.....	62
Bedriftsatferdsforskning på kontroll av smarte produkter i IoT.....	64
Teknologisk innovasjon i æra D.....	64
Kapittel 9: Sirkulærøkonomien: bakgrunn, kontekst og fremtidsutsikter.....	66
Det sirkulære samfunnet som danner grunnlaget for sirkulær økonomi .....	66
Mot en mer miljøvennlig industrikontekst.....	67
Fremtidsutsikter .....	68

## Forord til bok "Circular Economy for Beginners"

Sirkulær økonomi handler om å utnytte våre ressurser best mulig, for å sørge for bærekraft og verdiskapning på både kort og lang sikt. Man søker å lukke materialslyfene, for å hindre at mulige ressurser går tapt, og samtidig forlenge dem, slik at verdien og kvaliteten på ressursene holdes så høy som mulig, så lenge som mulig. Dette kan skje på flere måter – både gjennom ombruk, re-fabrikking, gjenvinning og redusert forbruk.

Miljøutfordringene knyttet til marin forurensning og mikroplast har gitt sirkulær økonomi økt oppmerksomhet blant folk flest. Også politisk har det hittil vært mest søkelys på avfall- og gjenvinningsbransjen. Men sirkulær økonomi handler ikke bare om søppel – det handler om mye mer. Denne boka er skrevet av selve opphavsmannen til konseptet, og viser steg for steg hvordan sirkulær økonomi kan brukes til en større omstilling som gir nye muligheter – både for bedrifter, samfunnet, og den enkelte.

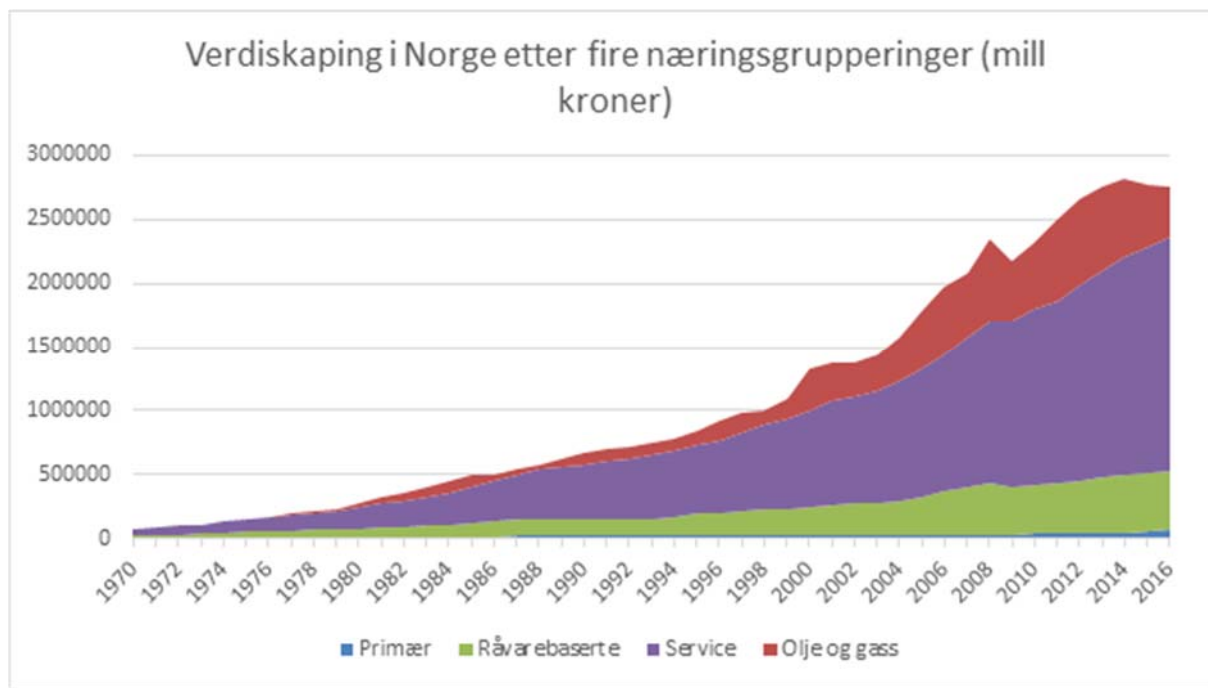
### Utfordring og mulighet for norsk økonomi

I EU understøttes innføringen av sirkulær økonomi av en egen handlingsplan. Denne knytter omstillingen opp til EU-kommisjonens viktigste prioritet, om *"A New Boost for Jobs, Growth and Investment"*. I Norge vil omstilling fra en økonomisk modell basert på verdikjeder med stor tilførsel av nye råvarer være utfordrende, men samtidig by på store muligheter. Dette henger sammen med noen av de klassiske kjennetegnene ved vår økonomi:

- Den er åpen. Vi har over lengre tid hatt stort handelsoverskudd med utlandet, og flere av nøkkelnæringene våre er basert på naturressurser. Å holde ressursene i økonomien så lenge som mulig krever innovasjon og nytenkning rundt verdiskapning i disse hittil råvare-fokuserte næringene, slik at vi får mer ut av naturens goder. Dette kan være utfordrende. På den annen side har Norge klart å bygge høykompetent industri rundt noen av naturressursene, som for eksempel prosessindustri, olje og gass- og havbruksnæringene, og leverandørindustrien til disse, som kan styrke grunnlaget for bærekraftig nyskaping på flere områder.
- Den totale verdiskapningen i Norge avhenger av verdiskapningen i distriktene. Norge har klart å demme opp for sterke sentraliseringskrefter og beholde et spredt bosettings- og verdiskapingsmønster. Vi har verdens nest lengste kyst, med stor avstand fra nord til sør. At ressursene er svært spredt utgjør et viktig premiss for verdiskapning basert på bærekraftig utnyttelse av ressursene. Sirkulære prinsipper kan gi nye muligheter for lokalt samspill og entreprenørskap i distriktene, mens de store avstandene kan gi høye transportkostnader og begrense tilgangen til større markeder.
- Vi har også en unik tilgang på fornybar vannkraft. Dette har ført til oppbygging av en stor kraftkrevende industri, og Norge har blant de aller beste konkurransebetingelsene i verden for denne typen virksomhet. Et kjennetegn ved sirkulær økonomi er også at energiforbruket i størst mulig grad skal dekkes av fornybar energi. Dette er aspekter som er viktig i forhold til nyskaping og verdiskapning rundt denne industrien i en sirkulær økonomi.

## Verdiskaping og omstillingsbehov i næringene

Flere kjennetegn ved den norske økonomien kommer frem i figuren under (Figur 1).



Figur 1 Verdiskaping i Norge gruppert etter fire hovednæringer (kilde: SSB1)

Den totale endringen i verdiskaping har vært betydelig siden 1970-tallet, både prosentvis og per innbygger. Figuren viser også at olje og gass-næringens relative betydning har vært stor, men at toppen muligens er nådd. Norge går nå inn i en omstillingsfase hvor nye næringer kan ta over. Parallelt med denne utviklingen, har råvarebaserte eller tradisjonelle industrinæringer (sekundærnæringer) hatt relativ begrenset vekst i verdiskaping.

Servicenæringer eller tjenesteytende næringer (tertiærnæringer) er de som virkelig har vokst mest i verdiskaping. Omsetning og drift av eiendom, helsetjenester, agentur- og engroshandel, detaljhandel, overnatting og serveringsvirksomhet, er alle store verdiskapere som ligger innenfor denne grupperingen. Det er også innenfor disse næringene man lettest kan oppnå en større grad av sirkularitet. Gjennom forbruk av varer, som elektronikk, tekstiler, møbler og fritidsutstyr, er det et stort potensial, både for å lukke materialsøyfer (via gjenbruk, resirkulering etc.), og for å etablere nye forretningsmodeller (som vedlikehold, leasing etc.).

Det å ikke kunne kontrollere verdikjeden er imidlertid en utfordring i disse vare-bransjene. Eksempelvis er elektronikk (mobiltelefoner, PCer) og klær på henholdsvis tredje og femteplass av de største importvarene i Norge.<sup>2</sup> Det er også knyttet utfordringer til avhending og hvordan man skal sørge for at varene kommer tilbake til sirklene. Mye av avfallet går ut av landet, eller man har ikke kontroll på- eller oversikt over hvilke produkter som kan gå til gjenbruk, re-fabrikking eller resirkulering.

## Stort potensial for grønne arbeidsplasser

Per i dag eksisterer ikke noen etablert standard-klassifisering av næringer som grønne eller sirkulære. Dette gjør det utfordrende å gi et bilde på verdiskapingen knyttet til sirkulær økonomi. SSB definerer næringskategoriene "Uttak fra kilde, rensing og distribusjon av vann" og "Avløps- og renovasjonsvirksomhet" som de eneste næringene som er helt grønne.<sup>3</sup> EU har også sin definisjon av sirkulære næringer.<sup>4</sup> Ut fra denne, hadde Norge i 2017 39.000 sirkulære arbeidsplasser, eksempelvis innen oppsamling av avfall, kjøp og salg av avfall og skrap, reparasjon av maskiner, motorkjøretøy og andre konsumgoder. I sum utgjør dette kun 1.5 prosent av det totale antallet arbeidsplasser. Den sirkulære økonomien i Norge er med andre ord bare i startfasen.

At potensialet er stort fremover gjenspeiles i regjeringens strategi for Grønn konkurransekraft, som løfter sirkulær økonomi frem som et viktig satsningsområde. En studie viser at en omstilling til en mer sirkulær og ressurseffektiv økonomi, kan skape 40 000 nye arbeidsplasser, redusere CO<sub>2</sub>-utslipp med omtrent 7 prosent, og forbedre handelsbalansen med over 2 prosentpoeng i Norge innen 2030.<sup>5</sup>

For EU antas det at en omlegging til sirkulær økonomi kan redusere CO<sub>2</sub>-utslippene med opptil 450 millioner tonn per år.<sup>6</sup> EU-kommisjonens "sirkulær økonomi strategi-pakke" sier at sirkulær økonomi vil gi 680 000 nye arbeidsplasser og en årlig gevinst på 600 milliarder Euro. EUs handlingsplan for sirkulær økonomi fremhever særlig fire områder som viktige; produktdesign og produksjonsprosesser, forbruksmønstre, avfallsbehandling, og sekundære råvarer og gjenbruk av vann.

## Sirkulære suksesser i Norge

I Norge utfører Eyde-klyngen banebrytende arbeid innen sirkulær produksjon og produktutvikling. De har etablert arbeidsprosesser for å utvikle konkrete felles innovasjonsprosjekter, som utvikling av bærekraftig biokull basert på norsk treverk, og effektive materialløsninger til bruk i EV litium-ion batterier med mål om batteriproduksjon i Norge. Mo Industripark er en annen spydspiss. Allerede i dag gjenvinner industriparken drøye 400 GWh fra industriprosesser, og resirkulerer prosessvann hele fire ganger. Innen få år er målet å nå en energigjenvinning på 620 GWh, energi tilsvarende produksjonen fra Alta-kraftverket, pluss betraktelig økt utnyttelse av biprodukter.

Når det kommer til avfallsbehandling finnes det mange innovative prosjekter. Romerike avfallsforedling (ROAF) har blant annet etablert et høyteknologisk sorteringsanlegg, som gjør at selskapet, som det første i verden, driver helautomatisk sortering av plast. Dette betyr at ROAF kan selge fire ulike plastkvaliteter i stedet for bare én, og dermed bidra til mer spesialiserte verdikjeder og diversifiserte markeder for gjenvunnet plast. VEAS, som er Norges største renseanlegg for avløpsvann, produserer også ammoniumnitrat basert på slam fra ROAF. Dette er eksempel på en sekundær råvare som produseres samtidig med at de øvrige ressursene i avløpsvannet nyttes fullt ut – til produksjon av rent vann, energi og gjødsel.

Også innen andre bransjer, som i byggenæringen, treindustrien og hos forbruksvaregigantene, er det prosesser i gang for å oppnå bedre ressursutnyttelse. Stahel understreker verdien av alt dette. Han peker imidlertid også på at det ligger mange helt nye muligheter i prinsippene om å følge produkter ut i bruk og i det han kaller frakopling, som går på nedbryting og nyskaping helt ned på atom og molekyl-nivå. Tarkett

som utvikler belegg basert på avfall fra andre, slik som oppbrukte fiskegarn, og glassbiter, er et eksempel på dette. Biokraft sin produksjon av flytende biogass basert på avfall og biprodukter fra papirindustri og oppdrettsanlegg, som også inngår i et samarbeid om å utnytte avfallsstrømmene til produksjon av blant annet børstemark og mikroalger, illustrerer mulighetene og viljen til nyskaping innen havbruk og bioøkonomi.

### Fra forbruk til funksjon og deling

Stahel diskuterer også begrepet "performance economy", som setter søkelyset på verdien av funksjon til forskjell fra varer og tjenester i seg selv. Dette er en ganske radikal idé. For industrien kan det innebære økt fokus på systemløsninger, livsløpstenking, funksjons- og livsløpsgarantier og nye, tettere kobling mot kunder. Også her er Tarkett et godt eksempel da selskapet leverer både gulv med vedlikehold og gulv som tjeneste til større bygg.

Norge har allerede blitt et tjenestesamfunn, der vi kjøper tjenester og i økende grad låner, deler, leier, leaser fra hverandre. Likevel vet vi mindre om innovasjon i de tjenesteytende næringene enn i tradisjonell industri. Vi må derfor forske mer på hvordan kundene kan involveres i verdiskapingen, slik at tjenestene eller ytelsene leveres med minst mulig tap av ressurser. Delingsøkonomi og sosialt entreprenørskap, som når det norske selskapet Unicus primært ansetter mennesker med diagnosen Asperger for å levere tjenester i bedriftsmarkedet for IT-testing, er to av flere interessante områder. For Stahel handler sirkulær økonomi også om å utvikle et nytt og bedre samfunn, med mer vekt på samspill og deltakelse.

### Samarbeid er nøkkelen

Samarbeid er en av nøklene for omstilling til sirkulær økonomi. Felles deltakelse i verdiskapingsprosesser – både fra privat næringsliv og offentlig sektor, og med representanter for konsumenter og andre interessenter – er viktig. Det er også behov for nye samarbeidskonstellasjoner, i og mellom spesifikke bransjer. I det norske arbeidslivet er det mye som ligger godt til rette. Trepertssamarbeidet løftes ofte fram som en global konkurransefordel. Det at myndighetene, arbeidstakerne og arbeidsgiverne har formelle kanaler og kultur for dialog om omstilling skaper et unikt utgangspunkt for å bidra til en mer sirkulær økonomi. Også den store frivillighetssektoren i Norge vil kunne spille en viktig rolle, spesielt i relasjon til forbrukerne.

Næringslivets 11 veikart for grønn konkurransekraft definerer konkrete mål om bærekraftig utvikling, samtidig som de understreker betydningen av samarbeid og FoU. Veikartene viser også at de norske sektorene har ulike forutsetninger og prioriteringer når det gjelder omlegging til sirkulær økonomi. For avfalls- og gjenvinningsbransjen er det snakk om at virksomheten tar en helt ny rolle, og går fra å drive avfallshåndtering til å bli en produsent, distributør og selger av resirkulerte råvarer, råstoff, drivstoff og brensel. Bygg- og anleggsbransjen, derimot, setter mål for ressursbruk og effektivisering i den eksisterende verdikjeden, med fokus på produktdesign, mer holdbare produkter, og virkemidler for å påvirke forbruksmønstre og marked. Prosessindustrien legger vekt på utvikling av nye prosesser og produkter, som skal redusere klimagassutslippene til under null innen 2050. Veikartet for grønn handel peker på at handelsnæringen bør ta en katalysatorrolle for en grønnere produksjon og et grønnere forbruk, gjennom nye produkter og innovative forretningsmodeller. Innenfor fremvoksende næringer, som havbruk og bioøkonomi, vil det være større fokus på utvikling av helt nye kjeder og produkter.

Siden sirkulær økonomi vil kreve en stor og fundamental omlegging, vil det være nødvendig å ta grep, både gjennom politikk, regulering og lovgivning, insentiver, frivillige avtaler, informasjonskampanjer, og offentlige investeringer. For å oppnå økt bruk av sekundære råvarer vil det blant annet være essensielt å videreutvikle et regelverk for økt avfallssortering og utvidet produsentansvar. Regjeringen kan bidra til økt samarbeid om smarte, mer ressurseffektive løsninger gjennom å styrke merkeordninger for grønnere forbruk. Ved siden av en grønn skatte- og avgiftspolitikkk vil støtte til innovasjon, forskning og utvikling være viktig. Risikoavlastning og felles kompetansebygging gjennom utviklingskontrakter og innovative anskaffelser vil være gode grep på mange områder.

Det er mange byggeklosser som må settes sammen for å få til en overgang til en sirkulær økonomi, blant annet **kunnskap** om å få til reverserende og lukkede sløyfer, knyttet til industrielle prosesser, logistikk, samhandling og politikk; **kompetanse** på sirkulært design og sirkulær produksjon; **innovative forretningsmodeller; muliggjørende teknologi; samarbeid og samarbeidsmodeller**. Det siste vil være helt avgjørende. Det er også nettopp her mange mener kunnskapsgapet er størst. 7 Stahel har vært en viktig inspirator på dette området. Teksten hans er både spennende og utfordrende. At den nå foreligger på norsk vil forhåpentlig styrke debatten og bidra til videre utvikling av sirkulær økonomi i Norge.

*Vibeke Stærkebye Nørstebø, Sigrid Damman, Ulf Johansen, Sigurd Vildåsen,  
Kyrre Sundseth*

## Forfatterens innledning til håndboka i sirkulær økonomi

Denne boka handler om hvilke muligheter som finnes i en sirkulær økonomi. De vil oppstå på mange områder, men det er opp til oss å gripe dem, både som enkeltpersoner, produsenter og politikere.

Jordkloden vår styres av kretsløp. Årstidene kommer og går i et kjent mønster som styrer plantenes kretsløp og påvirker både dyreliv og menneskeliv. Fuktighet i atmosfæren kondenserer og faller ned som regn eller snø, som igjen samler seg i elver, innsjøer og i havet, og som til slutt fordamper tilbake til atmosfæren. Menneskene har liten innvirkning på disse naturlige kretsløpene, utenom gjennom utslipp av CO<sub>2</sub>, som endrer det globale klimasystemet.

Et sirkulært samfunn har som formål å opprettholde verdien og nytten, kvaliteten i og mengden av alle varer, eiendeler og kapital, enten de er av en naturlig, menneskelig, kulturell, tilvirket eller økonomisk karakter. Målet er å øke «nasjonens velstand»<sup>1</sup>, men samfunnet trenger nye verktøy for å kunne måle endringer i denne velstanden, i form av absolutte frakoplingsindikatorer.

I motsetning til i den sirkulære økonomien måles suksess i den lineære industrielle økonomien i pengestrømmer, der summen av alle pengestrømmene utgjør et lands brutto nasjonalprodukt (BNP). Den ender på salgspunktet, der eierskap og ansvar overføres til kjøperen. Samfunnet vet ikke om varekjedene i industrien har økt eller redusert velstanden i en nasjon. En nasjons velstand vil for eksempel bli redusert hvis miljøskadene eller tapet av biologisk mangfold som produksjonsaktivitetene fører med seg, er høyere enn merverdien av produksjonen.

En sirkulær økonomi starter ved salgspunktet og har som mål å opprettholde verdien og nytten av produktene som fremstilles, samt verdien av og renheten i de tilvirkede materialene, så lenge som mulig. Den bygger på verdier og tillit. Et godt eksempel er pengesedler, som er det brukte produktet som kjøpes og selges mest på verdensbasis. De aller beste på sirkulær økonomi er antikvitetshandlerne. De kjøper skrot og selger antikviteter!

Ettersom tilvirkede materialer og produkter ikke er en del av naturens sirkulære krefter, må menneskene ha kontroll på hele livsløpet til menneskeskapte produkter. Plast i havet dreper fisken og fuglene fordi dyr ikke kan fordøye den, men industrien kan gjenbruke plastprodukter og gjenvinne plast som materiale. Dette kan forsterkes gjennom et utvidet produsentansvar.

Kort sagt handler den sirkulære industrielle økonomien om å ha kontroll på hele livsløpet til menneskeskapte varer, både materialer og produkter. Ansvar for å holde tilvirkede produkter i driftsmessig stand ligger hos eier-brukerne, det vil si DEG og meg. I industrialiserte samfunn vil belønningen ved å gå over til en sirkulær økonomi og forlenge bruken av produkter være en nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp på to tredjedeler og vekst i lokale arbeidsplasser, dessuten reduseres miljøbelastningen, og vi får lavere kommunale utgifter til avfallshåndtering.

Som enkeltperson bidrar DU til den sirkulære økonomien hver gang du bestemmer deg for å få en gjenstand reparert i stedet for å kaste den og kjøpe ny, eller hver gang du kjøper et brukt produkt i stedet for et nytt. Gjør du dette, støtter du den lokale økonomien i stedet for globalisert produksjon.

---

<sup>1</sup>World Bank Group (2018) The Changing Wealth of Nations Report 2018.  
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29001/9781464810466.pdf>

Som produsent bidrar DU til den sirkulære økonomien hver gang du selger varer med lang garanti, med garanti om tilbakekjøp, eller hver gang du leier ut varer i stedet for å selge dem.

Som politiker bidrar DU til den sirkulære økonomien hvis du legger skatt på avfall og ressursforbruk i stedet for på arbeid. Menneskelig arbeidskraft er en fornybar ressurs og bør ikke skattlegges.

## Innledning

Den sirkulære økonomien har utviklet seg i faser: Sirkulær økonomi var en bærende struktur i samfunn der denne formen for økonomisk samarbeid oppsto som en nødvendighet for å bøyte på fattigdom eller mangel på ressurser. I nyere tid ble den sirkulære økonomien så et svar for å få bukt med det truende avfallsproblemet som en stadig økende overflod har ført med seg. Det neste trinnet vi står overfor, er at industrien og handelsnæringen tar til seg den sirkulære økonomien – at det skapes en sirkulær industriell økonomi – og at den oppfattes som normen, og at enkeltpersoner ser på dette som det mest hensiktsmessige og bærekraftige alternativet.

Hvordan får vi så til det siste trinnet, at vi ser på den sirkulære økonomien som et selvsagt valg? Den franske poeten og piloten Antoine de Saint-Exupéry (1900–1945) var inne på denne utfordringen i sin ikke ferdigstilte bok *Citadelle*<sup>2</sup>:

*Quand tu veux construire un bateau, ne commence pas par rassembler du bois, couper des planches et organiser des ouvriers, mais crée la pente vers la mer, réveille au sein des hommes le désir de la mer grande et large.*

Hvis du vil ha en mann til å bygge en båt, skal du ikke begynne med å fortelle ham om materialene, redskapene og arbeidet. Du skal vekke lengselen etter det åpne hav i ham.

For å skape en industriell sirkulær økonomi må en altså motivere

- enkeltpersoner til å drømme om lykke uten eierskap<sup>3</sup>
- eier-brukere av varer og økonomiske aktører som eier og bruker gjenstander, til å bry seg om de objektene og materialene som de er i besittelse av
- styresmaktene til å utarbeide rammebetingelser som vekker lengselen etter havet, og som stimulerer til en sirkulær økonomi og andre bærekraftige løsninger

Denne boka gir leseren en smakebit på lengselen etter skjønnheten i den sirkulære økonomien (SØ) ved å beskrive historien bak, strukturen samt mekanismene ved sirkularitet. Slik sirkularitet har vært allment utbredt og allestedsnærværende i hele jordklodens historie i to svært forskjellige former:

**NATUREN:** Vann- og materialkretsløp er normen. Noen er uforutsigbare, som været, og andre er periodiske, som tidevannssykluser. Naturen styres som et selvorganisert økosystem der materialer inngår i ulike kretsløp, og avfall brytes ned til mat og næring for andre. «Arbeidskraften» i dette systemet består av trillioner av bakterier, insekter og andre småkryp, og den er gratis og ubeskattet. Naturprosessene er ikke underlagt tidsbegrensninger, økonomiske begrensninger eller forpliktelser. Naturen har ingen overordnet plan, og ingen hendelser ses på som negative.

---

<sup>2</sup> Antoine Marie Jean-Baptiste Roger de Saint-Exupéry. Dette er et tilnærmet sitat fra Saint-Exupérys bok, der han flere ganger tok opp denne utfordringen.

<sup>3</sup> I Buddhismen er lykke definert som «summen av det du eier, delt på summen av det du begjærer». Ved å ønske deg mindre øker du lykken. Aristoteles hevdet allerede for 2000 år siden at ekte rikdom ligger i å bruke en gjenstand, ikke i å eie den.


Aristoteles hevdet allerede for 2000 år siden at ekte rikdom ligger i å bruke en gjenstand, ikke i å eie den.

**MENNESKEHETEN:** Menneskene har også vært en del av et sirkulært samfunn opp gjennom tidene. Enkelt personer lagde gjenstander fra naturressurser, som tre eller stein, til eget bruk eller for å bytte med andre i en bytteøkonomi. Så kom det håndverkere som brukte sine ferdigheter til å lage ting til andre, utforske nye materialer som metall og keramikk og reparere ødelagte gjenstander som en tjeneste for dem som eide dem. Utviklingen ble drevet frem av menneskenes ønske om et bedre liv og av enkeltpersoners initiativer.

## Historikk

En sirkulær økonomi har alltid hatt som mål å optimere bruken av gjenstander, ikke produksjonen av dem, å holde bruksverdien til gjenstander, komponenter og molekyler på det høyeste nytte- og verdinivået og å forvalte dem i konkurranse med andre økonomiske alternativer. Kretsløpene i naturen har derimot ingen mål eller formål.

Hvordan sirkulærøkonomien historisk sett har utviklet seg som en additiv prosess over tid, er vist i tabell 1. I dag eksisterer forskjellige former for sirkularitet, sirkulære samfunn og sirkulærøkonomier parallelt, og disse er flettet sammen med og konkurrerer med en lineær industriell økonomi (LIØ (eng. LIE)).

	<b>sirkularitet</b>	<b>sirkulært samfunn</b>	<b>individuell sirkulærøkonomi</b>	<b>industriell sirkulærøkonomi (ISØ (eng. CIE))</b>
<b>tidslinje</b>				
<b>startet av</b>	for alltid	menneskeheten	det industrielle mennesket	industriforetak
<b>pådrivere</b>	naturen	tro, kultur, tradisjoner (amish-kulturen)	nødvendighet, god husholdning	holde på verdier, effektiv bruk
<b>aktører</b>		grupper	enkeltpersoner	ansvarlige for utstysbeholdninger
<b>eksempler</b>	vannkretsløp, karbonomløp	delt bruk, allmenninger, antrekk, offentlige biblioteker	ønske om ivaretagelse, gjenbruk av klesplagg, samleobjekter, vedlikehold	forlenget levetid, refabrikasjon av varer og deler gjenvinning av molekyler

<b>verdier</b>	Immateriell	ikke-monetær	personlig	monetær
<b>under kontroll</b>	naturen	eier-brukere	eier-brukere	eier-forvaltere
<b>sirkulære aktiviteter</b>	skogbruk, landbruk	delingsordninger	gjør-det-selv, reparatør-håndverkere	leieordninger, leasing, EUs rail pool
<b>rekkevidde</b>	global	lokal	lokal	objekter regionalt, molekyler globalt

Tabell 1: Utvikling av konsentriske faser av sirkularitet – eksisterer symbiotisk

Helt siden tidenes morgen har sirkularitet vært en naturlov. De samme molekylerne har blitt brukt, brutt ned og så brukt på ny i sykluser – som et enormt LEGO-sett. På den måten har dyre- og plantelivet kunnet tilpasse seg endrede forhold ved å skape stadig økende biologisk mangfold. Men denne sirkulariteten i naturen kan ikke gjenkjenne industriprodukter som «dårlige»: Mikroplasten inngår i kretsløpene i havet og blir spist av fisken, som igjen kan bli til mat som spises av mennesker. Likeledes er det mikroplast i havsalt (som matkjennere foretrekker fremfor bergsalt) fordi det utvinnes ved å la sjøvann fordampe: I naturen går ingenting til spille. Menneskeheten har følgelig en moralsk forpliktelse til å forvalte fremstilte materialer som ikke brytes ned i naturen, på en god måte – til menneskenes eget beste.

I forhistorisk tid levde mennesker i et samfunn preget av knapphet og mangel på ressurser. De utnyttet de naturressursene og gjenstandene de hadde, for rett og slett å overleve, som uttrykt i denne gamle leveregelen fra New England:

use it up, wear it out, make it do or do without

bruk det opp, slit det ut, klar deg med det du har, eller forbli uten.

Det finnes fremdeles sirkulære samfunn som er drevet av behov, i flere utviklingsområder rundt om i verden.

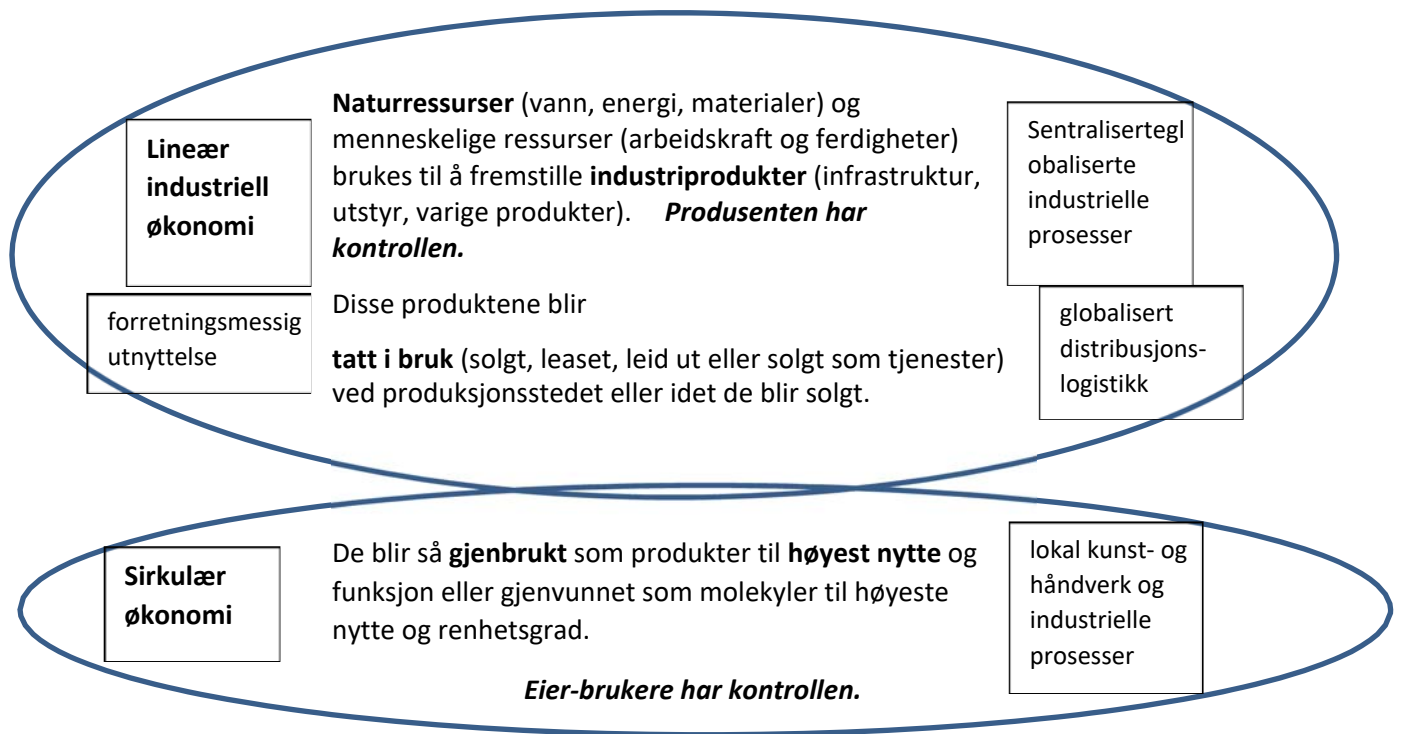
Bytteøkonomien var en integrert del av et sirkulært samfunn og den oppsto av nødvendighet. Et eksempel er allmenninger, som var vanlig i mange landsbyer for hundre år siden. Reparasjonskafeer er den moderne formen for slike delingssamfunn. Her møtes folk som eier ødelagte gjenstander, og folk som har verktøy og fagkunnskaper, for å snakke om livet og reparere ting. Et delingssamfunn gir mening for arbeidere på alle nivåer:

[...] innen vitenskapelig arbeid er det innført initiativer som oppmuntrer til å dele på reagensmidler og utstyr og holde bedre oversikt over kjemikalier på laboratoriet for å unngå at en har for mye av det samme utstyret. Slike initiativer gagnar både det vitenskapelige arbeidet og jordkloden. De frigjør ressurser som kan brukes til vitenskapelige formål.<sup>4</sup>

Sløsing med materialer er også sløsing med penger.

Etter hvert utviklet menneskene evner og ferdigheter som gjorde at de bedre kunne utnytte de naturressursene som fantes. Sosiale og kulturelle fremskritt, nye verktøy og teknologier forbedret livskvaliteten ytterligere. Som følge av den industrielle revolusjonen for 250 år siden ble det for mange slutt på matmangel og at det skortet på husly og klær, da de kunne utnytte de mulighetene som en lineær industriell økonomi (LIØ) brakte med seg.

Denne boka setter søkelyset på bruken av industrielt fremstilte produkter i en «sirkulær økonomi», innenfor en produktiv økonomi<sup>5</sup>, som vist i figur 1:



Figur 1: Gangen i lineær industriell økonomi og sirkulær økonomi og hvilke aktører som har kontrollen

For å forlenge levetiden til industrielt fremstilte produkter gjør den sirkulære økonomien bruk av regionale industrielle prosesser og lokale prosesser i liten skala (håndverkere, gjør-det-selv-arbeid og reparasjonskafeer). Men for å gjenvinne atomer og molekyler i gjenstander som har nådd slutten på levetiden, er prosesser i industriell målestokk normen for å kunne dra nytte av stordriftsfordeler.

<sup>4</sup> Peter James, direktør i S-Lab, et britisk initiativ med base i London som fremmer bærekraftig laboratoriepraksis. Sitat fra NATURE del 554, 8. feb. 2018, s. 265.

<sup>5</sup> Ifølge Adam Smith er produktivt arbeid ethvert arbeid som resulterer i et materielt produkt som er salgbart, eller som kan selges om igjen.

## Sirkulær økonomi versus lineær industriell økonomi

Sirkulærøkonomien er den forretningsmodellen som er mest bærekraftig etter at en vare er produsert. Den gjør bruk av de menneskelige ressursene, det natur- og kulturforrådet og den beholdningen en allerede har av fremstilte produkter, til å forbedre de økologiske, sosiale og økonomiske faktorene som skaper bærekraft. Men sirkulærøkonomien er ikke den eneste grønne strategien som finnes.

Konsepter om en «grønnere industri» («Greening of Industry»), som industriell økologi og industrielle symbioser, innebærer såkalt kaskaderende gjenbruk av avfall fra produksjonsprosesser i den lineære industrielle økonomien.

(LIØ, se også kapittel 9). Disse konseptene håndterer produksjonsavfall, reduserer miljøbelastningen og gir mer effektiv produksjon. Men formålet er ikke å optimere bruken av de fysiske produktene. Å benytte seg av lukkede sløyfer med vann eller varme er tross alt ofte mer ressurseffektivt enn såkalt kaskaderende bruk av overskuddsvarme eller vann. For å redusere kostnadene bruker LIØ likevel strategier fra en sirkulær økonomi, som tjenester i form av reparasjon og forebyggende vedlikehold av produksjonsmaskineri og utstyr. For eksempel vil det å forsterke stålbladene på graveskovler som brukes i gruvedrift, redusere nedetid og slitasje og forlenge den samlede levetiden på graveskovler.

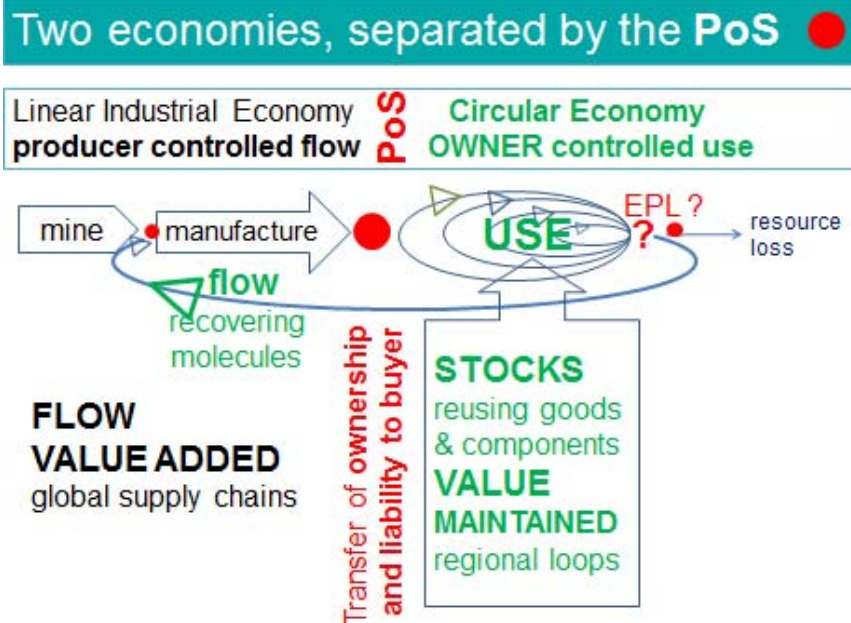
Denne boka handler om industriell sirkulær økonomi (ISØ). I ISØ forvaltes beholdninger av fremstilte eiendeler, som infrastruktur, bygninger, kjøretøy, utstyr og forbruksvarer, på en slik måte at verdien og nytten av dem holder seg så høy som mulig, så lenge som mulig, samtidig som ressursbeholdninger opprettholder sin renhetsgrad og verdi.

ISØ skiller seg fra LIØ på den måten at målet er å opprettholde verdien (ikke skape merverdi), optimalisere lagerkontroll (ikke lagerflyt) samt øke brukseffektiviteten av gjenstander (ikke produksjonseffektiviteten).

Forbruksvarer som mat, som ikke kan selges om igjen eller brukes på ny (og som dermed er uproduktive, ifølge Adam Smith), er ikke et tema i denne boka. En kan ikke spise en brødkive to ganger. Det virker fornuftig å «lukke sirkelen» ved å gi matrester til griser eller omforme matavfall til biogass (metan), men dette er lineære prosesser der formålet er å forebygge avfall. Selve råmaterialet (maten) blir borte og har ingen produktiv nytte senere.

## Hva er forskjellen på sirkulærøkonomi (SØ) og lineær industriell økonomi (LIØ)?

Den store forskjellen er at mens prosessene i LIØ stopper idet salget skjer, ved salgspunktet («point of sale») eller ved produksjonsstedet, er dette punktet der SØ starter. Der overføres eierskapet og ansvaret for varene fra produsentene til eier-brukerne (se kapittel 5). De har deretter valget om de ønsker å optimere – eller ikke optimere – bruken av varene ved å enten innlemme dem i konsentriske kretsløp bestående av gjenbruk, reparasjoner og refabrikasjon (figur 2) eller ikke. Eier-brukernes avgjørelse kan være basert på økologiske, økonomiske, sosiale eller kulturelle faktorer og kan påvirkes av ytre faktorer som markedsføring og etisk bevisstgjøring.



Figur 2: Salgpunktet («Point of Sale» – PoS) skiller vareflyten i den produsentkontrollerte, lineære industrielle økonomien fra varekretsløpene i den eierkontrollerte sirkulære økonomien. I LIØ eksisterer det sekundære salgpunktet (PoS,) for eksempel for jomfruelige råstoffer mellom råvareutvinning og industrien og for sekundære ressurser mellom gjenvinnere og produsenter og mellom eier-brukere og forvaltere av ressurser som har nådd slutten på levetiden.

Å beholde produktene (og verdien og nytten av dem) lengst mulig gjennom å ta vare på dem, er nøkkelfaktoren som skiller ISØ fra forvaltningen av verdiskapende leverandørkjeder i LIØ. ISØ introduserer derfor begrepet «faktortid» i de økonomiske modellene (figur 14) og samfunnet, som begge sløser like mye med kunnskap som med tilvirkede produkter og materielle ressurser. Kunnskap fra fortiden dør ofte ut med dem som er i besittelse av den.

Avfallsforebygging er en del av det å forlenge bruken av gjenstander i ISØ, mens avfallshåndtering er siste fase i LIØ-prosessen «ta, lage, SELGE, bruke og kaste». Hvis og når produsenten må betale for å kvitte seg med noe i en lineær økonomi, for eksempel i form av et utvidet produsentansvar («Extended Producer Liability» – EPL), får produsentene et sterkt incentiv til å forebygge kostnadene forbundet med kasserte varer (se kapittel 6). En overgang fra den typiske vareflyten i en LIØ til lagerstyring er nå blitt en strategi for produsenter for å redusere (livssyklus-)kostnader.

Det å forlenge verdien på og nytten til beholdninger av gjenstander i ISØ styres av et aksiom som fastslår at de minste kretsløpene – med hensyn til handel og geografi – også er de mest lønnsomme og ressurseffektive:

Bruk om igjen lokalt det som ikke er i stykker, og reparer det som er i stykker, ikke refabriker det som kan repareres, og ikke gjennvinn det som kan refabrikeres.

## Hvilke eksterne faktorer driver industriell sirkulær økonomi (ISØ)?

Fremveksten av en sirkulær økonomi bygger på en rekke eksterne faktorer. Det kan bli mangel på deponiområder i urbane strøk, for eksempel for byggeavfall, noe som kan føre til at en ønsker å pusse opp bygninger i stedet for å rive dem, eller politikere kan av politiske grunner gå inn for å minske avhengigheten av å importere eller eksportere avfall og dermed velge å subsidiere eller innføre lover for å forlenge levetiden på produkter. Det kan oppstå en holdning blant enkeltpersoner der de i større grad bryr seg om produkter, enten av sentimentale grunner eller på grunn av status (et eksempel er det stadig økende antallet veteranbiler), eller nasjoner kan vektlegge betydningen av kulturarv for å opprettholde politisk stabilitet.

Dette vil i sin tur føre til et økende markedsvolum i forbindelse med gjenbruk, reparasjoner og refabrikasjon, som vil overstige kapasiteten til små og mellomstore bedrifter (SMB). Som en konsekvens må produksjonen skje i større skala. Dette leder til regionale ISØ-er med mer industrialiserte prosesser. Det vil igjen åpne for stordriftsfordeler (et godt eksempel på dette er utleie av klær), noe som i sin tur fører til at flere produsenter kommer inn på markedet for ISØ-tjenester. Disse nykommerne kan lære av eksisterende ansvarlige for utstyrsbeholdninger («fleet managers»), for eksempel jernbaner og flyselskaper. Her kan også handelshøyskoler spille en naturlig rolle.

Dette vil igjen styrke ytelse- og tjenesteøkonomien («Performance Economy», YT-økonomi), (kapittel 7), som går ut på å selge varer og materialer som en tjeneste eller stille funksjonsgarantier. YT-økonomien er ISØs mest bærekraftige forretningsmodell. Den internaliserer kostnadene ved produktansvar, risikoer og avfall, reduserer transaksjonskostnader og øker mulighetene for fortjeneste ved å utnytte tilstrekkelighets- og systemløsninger i tillegg til løsninger som sikrer effektivitet, samt skaper ressursikkerhet for selskaper og nasjoner:

*Hvis produsenter beholder eierskapet på produktene de lager, så vil dagens varer kunne bli morgendagens ressurser til gårsdagens råvarepris.*

Tilstrekkelighetsløsninger er ikke lønnsomme i en LIØ-økonomi ettersom å velge tilstrekkelighet reduserer vareflyten, noe som gir lavere omsetning og overskudd. Eksempler på tilstrekkelighet er å bruke sauer på vingårder i stedet for ugressmiddel, bruke poser av samme materiale som innholdet i posen (en strategi som ble utviklet av DuPont for plastkuler), og naturlige prærier (i Norge for eksempel blomsterenger) i stedet for gressplener, noe som vil minske behovet for vann, kunstgjødsel og gressklippere betraktelig. Tilstrekkelighet i form av lukkede sløyfer for prosessavløpsvann i papir- og tekstilindustrien vil imidlertid være økonomisk fornuftig i produksjonsprosesser, selv om det kan kreve at en legger om produksjonsprosessen.

## Kapittel 1: Sirkularitet, bærekraft og arbeidskraft i den sirkulære økonomien

Det er ikke uvanlig at det oppstår konflikt mellom sirkulære og lineære systemer. Ett eksempel på dette er når urbefolkninger som lever i og av naturlige habitater, som for dem utgjør både langsiktig kapital eller fungerer som forråd, står ansikt til ansikt med tømmersekskaper og geologer på jakt etter olje eller mineralforekomster med en plan om å raskt utvinne dette til høy fortjeneste. Selv om disse flytprosessene har høy verdi, vil de utarme naturressursene og tappe reservoarene for råstoffer (beholdningen). I en sirkulær økonomi (SØ) er målet derfor å forlenge den verdien som ressursbeholdningene har, ut fra visjonen om et bærekraftig samfunn.

### Sirkularitet

Drevet frem av jern- og kullindustrien bidro den industrielle revolusjonen på 1700-tallet til at samfunnet kunne bryte med de begrensningene som naturressursene representerte, og overvinne mangelen på mat, varer, husly, energi og infrastruktur. Det ble også slutten på det sirkulære samfunnet preget av fattigdom som hadde eksistert like lenge som menneskeheten selv. Dampmaskiner og senere elektriske motorer gjorde at menneskene ikke lenger var begrenset til å bruke dyr og mennesker som arbeidskraft. Slik industrialisering endret samfunnet fra et sirkulært samfunn til en monetær sirkulær økonomi. Tid ble stadig viktigere, skatt på arbeid ble innført, og konseptet om «ansvar for industrivarer» oppsto.

Olje ble oppdaget på slutten av 1800-tallet. Dette banet vei for en rekke ulike forbrenningsmotorer, og fra midten av 1900-tallet ble ulike syntetiske fibre og kunstige materialer innført. Plast overtok etter hvert for tre og metall i fabrikkindustrien. At disse nye materialene ikke eksisterte i naturen, og at naturens sirkularitet derfor ikke kunne «fordøye» dem, var uviktig.

På slutten av 1900-tallet ble denne problemstillingen forsterket av stadig mer komplekse materialer og industriprosesser. Skreddersydde metallegeringer har blitt standard i produksjonen av mange varer. Det samme har bruk av sjeldne jordartsgrunnstoffer. I dag inneholder en smarttelefon 70 av de 118 grunnstoffene i det periodiske systemet, ofte i svært små mengder. Siden dagens teknologi for å sluttbehandle avfall («end-of-pipe technology») ikke gjør det mulig å bruke atomer eller molekyler om igjen, betyr det at den økonomiske verdien av disse materielle verdiene forsvinner etter førstegangsbruk<sup>6</sup>, til tross for gjenvinningsaktiviteter.

Industriland har i dag nådd et vendepunkt. Etter en lang kamp mot knappe ressurser har den lineære industrielle økonomien skapt et mettet marked der det er for mye av enkelte varer. Fortsatt produksjon øker ikke lenger velstanden, men erstatter eksisterende velstand med ny. I tillegg øker kostnadene til avfallshåndtering i takt med stadig økende mengder avfall bestående av syntetiske materialer og nye kombinasjoner av materialer. Disse kostnadene bæres av samfunnet generelt. Det betyr at produsentene ikke har et økonomisk insentiv til å redusere dem.

For å overkomme et slikt nedarvet problem kreves en moderne sirkulær industriell økonomi (ISØ) der overflod er normen. Det innebærer en endring fra den tradisjonelle forståelsen av SØ som håndverk basert

---

<sup>6</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem.

på nødvendighet til en industriell ISØ-tilnærming, både når det gjelder fremstilte produkter og materialer, noe som vil bety:

- lukkede varekretsløp i R-æraen for å kunne bruke varer og komponenter om igjen til en kvalitet som er så god som ny (kapittel 4)
- forskning og ny kunnskap om reversering av materialer i D-æraen for å spalte brukte/fremstilte materialer og dermed gjenvinne molekyler og atomer som er like rene som jomfruelige råstoffer, for gjenbruk (kapittel 5)

En sirkulær økonomi handler om å maksimere og forlengere varebeholdningenes bruksverdi. Beholdninger (også kalt eiendeler, produkter eller kapital) kan være av en naturlig, menneskelig (arbeid og tilegnede egenskaper), kulturell (materiell eller immateriell), finansiell eller tilvirket karakter.

En intelligent beholdningsstyring innebærer «bærekraft» i den opprinnelige betydningen, som går ut på å maksimere utbyttet fra kapitalen samtidig som en tar vare på selve kapitalen.

### Bærekraft og økonomien

Bærekraft har utgjort selve kjernen i ISØ:

I 1713 var Hans Carl von Carlowitz ansvarlig for gruvedriften i Sachsen. Han innså at mangel på tømmer utgjorde en trussel for gruvedriften og metallurgiindustrien og konkluderte med at en ikke skulle felle flere trær enn det som ble plantet hvert år, slik at skogkapitalen skulle opprettholdes<sup>7</sup>. Han kalte denne industrielle ressurspolitikken for Nachhaltigkeit, eller «bærekraft».

Prøyssiske junkere som eide land og drev skogdrift, tok i bruk begrepet «bærekraftig skogforvaltning» for å definere deres leveregel, som var å få høyest mulig utbytte fra skogene (dyr, frukt, planter, matjord) samtidig som en opprettholdt både kvaliteten og kvantiteten på varebeholdningen (skogen og trærne), men også jordens tilbakeholdelsesevne. De var kapitalister som tok vare på naturen fordi skogene (naturen) var deres viktigste inntektskilde og selve grunnlaget for velstand.

Slik miljøomsorg har altså ligget til grunn for bærekraft og sirkulærøkonomien helt fra begynnelsen av.

Omsorg antyder et personlig forhold, ofte over en lengre periode, til en beholdning av eiendeler (skog, dyr), en person (for eksempel omsorgen fra medisinsk personell eller venner) eller en gjenstand (se «Zen and the art of motorcycle maintenance»<sup>8</sup>). Eksempler er naturparker, museumsgjenstander og UNESCOs verdensarvområder. I motsetning til i ISØ finnes ikke begrepet omsorg i LIØ.

På slutten av 1900-tallet introduserte FN bærekraft som et politisk konsept, første gang på FNs konferanse om det menneskelige miljø, som fant sted i Stockholm i 1972, etterfulgt av FNs konferanse om miljø og utvikling i Rio i 1992. Rio-erklæringen styrket og bygget videre på Stockholm-erklæringen og systematiserte

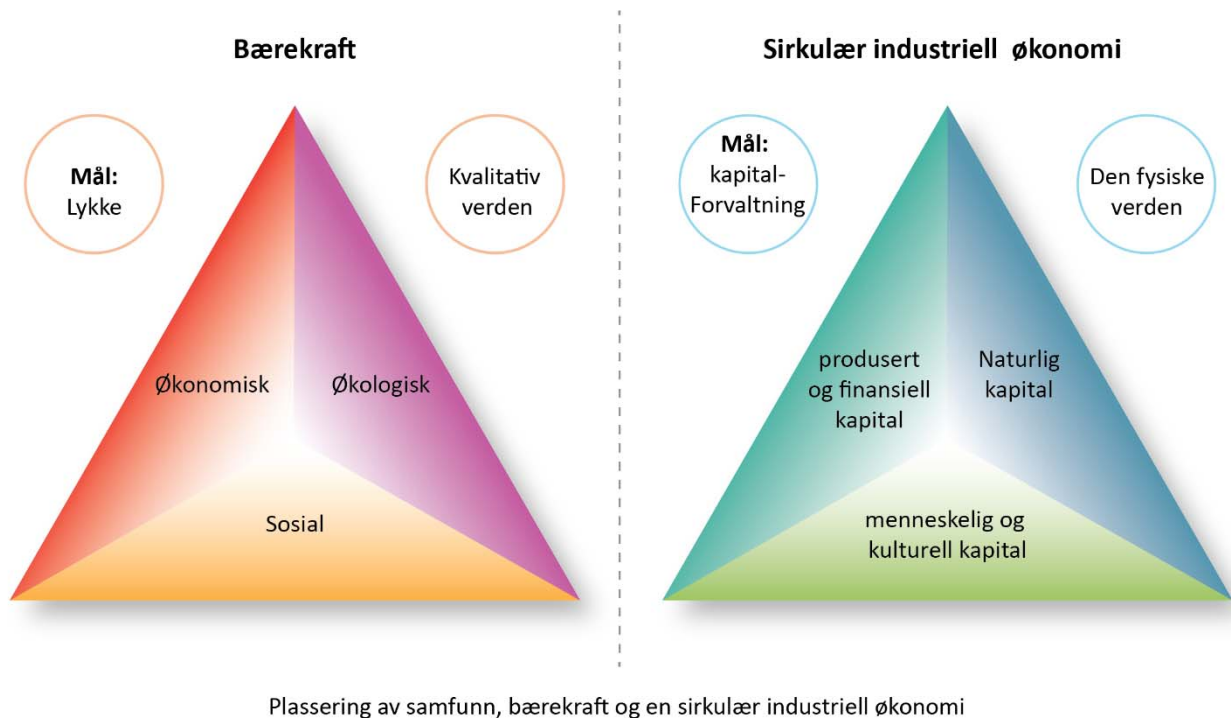
---

<sup>7</sup> Hans Carl von Carlowitz (1713) *Sylvicultura oeconomica*

<sup>8</sup> Pursig, Robert (1974) *Zen and the art of motorcycle maintenance*.

og bekreftet eksisterende normative miljøforventninger, samtidig som den gikk sterkt ut og fastsatte et rettslig og politisk grunnlag for bærekraftig utvikling.

I dag kan bærekraft og ISØ ses på som to sider av samme sak, som vist i figur 3.



Figur 3: Bærekraft og ISØ – to sider av samme mynt.

Hovedformålet med ISØ er å holde den verdien og nytten som objekt- og materialbeholdningene har, så høy som mulig, så lenge som mulig. Bruks- (eller nytte) verdien er det utbyttet vi får uten at vi bruker opp selve beholdningen<sup>9</sup>.

I ISØ måles velstanden som summen av kvaliteten på og antallet av alle beholdninger. Vekst er en økning i summen av kvaliteten og antallet av alle beholdninger, ikke økt vareflyt<sup>10</sup>.

Interne gjenbruksløyper har alltid vært en del av produksjonsoptimaliseringen for å redusere kostnader. Robert Bosch, grunnlegger av Bosch Company i Stuttgart, var kjent for å plukke opp binders fra kontorgulvet og for å anklage de ansatte for å «sløse med pengene» hans. I bærekraftige forretningsmodeller møtes økonomi og økologi fordi avfallsforebygging også forebygger økonomisk tap. Rent produksjonsavfall har derfor blitt solgt tilbake til vareprodusentene slik at de kan bruke det om igjen.

<sup>9</sup> En bærekraftig økonomi er basert på kapitalforvaltning og er opptatt av bruk. Termen «bærekraftig produksjon og forbruk» er selvmotsigende for tilvirkede produkter med unntak av mat og førestoff.

<sup>10</sup> Verdensbanken (2018) The wealth of nations report 2018.

(R1 resirkulering i figur 4). Eksempler på dette er alt fra gullsmeder som samler opp gullstøv og bruker det på ny, til ekstruderingsavfall fra plastindustrien.

Industriell symbiose og industriell økologi har utvidet denne strategien for kostnadsreduksjon til såkalt kaskaderende bruk av ressursflyten. Et eksempel på dette er bruk av spillvarme, en strategi som ble perfektionert i Kalundborg øko-industripark, der produksjonskostnadene og mengden av produksjonsavfall samtidig ble redusert før salgspunktet (kapittel 5). Slike strategier har imidlertid ingen innvirkning på bruksfasen til et tilvirket produkt eller på avfallsproblemer forbundet med livsløpsslutt (avfall til sluttbehandling). De er derfor svært forskjellige fra kretsløpene for gjenbruk og forlenget levetid som finnes i ISØ etter salgspunktet. De gir heller ikke tilgang til de muligheter som ligger i YT-økonomien, for eksempel salg av varer som en tjeneste.

For å oppsummere: I ISØ forvaltes fremstilte beholdninger (fysisk kapital), som skoger, byer, bilparker og utstyr, ved å balansere bruken av menneskelige, tilvirkede, naturlige og økonomiske ressurser. ISØ gjør det mulig å skille verdi- og velferdsbygging (noe som gjøres best lokalt, der brukerne befinner seg) fra ressursforbruket. Videre er aktiviteter forbundet med forlenget levetid en del av en smart desentraliseringstrend, som 3D-printing, (robotisert) mikroproduksjon og urbant jordbruk.

Dersom en vet at gjenstander sannsynligvis vil havne i naturen, bør en bruke biologisk nedbrytbare materialer som brytes ned av naturens kretsløp, eller satse på alternative tekniske løsninger, for eksempel «propulsiv rakettdlanding». Raketten Falcon 9 ble utviklet av SpaceX og er verdens første gjenbrukbare rakettkapsel. Den kan lande på utskytningsrampen etter et oppdrag ute i rommet og ender ikke opp som romavfall.

### Arbeidskraft i den sirkulære industrielle økonomien

Ved å forlenge levetiden til produkter gjennom gjenbruk, reparasjon, refabrikasjon, teknologiske oppgraderinger og nye bruksmåter anvender ISØ energi i stedet for arbeidskraft og lokale verksteder i stedet for sentraliserte fabrikker. På den måten legges det til rette for lokal jobbskaping og reindustrialisering av regioner.

I industrien brukes tre fjerdedeler av energien til å fremstille utgangsmaterialer som sement og stål, men kun én fjerdedel brukes til å produsere produkter som bygninger eller biler. For bruk av arbeidskraft er forholdet motsatt: tre fjerdedeler brukes til å produsere produkter (Stahel/Reday 1976)<sup>11</sup>.

Dette er viktig fordi arbeidskraft er en spesiell faktor, ulik andre produksjonsfaktorer<sup>12</sup>.

Menneskelig kapital er unik fordi det ikke bare er en fornybar ressurs, på samme måte som trær, men det er også den eneste ressursen med kvalitative egenskaper. Kvaliteten på denne ressursen kan imidlertid forbedres gjennom utdanning og opplæring, men vil forringes raskt hvis ressursen ikke tas i bruk. Mennesker, menneskelig kapital, er en viktig, men ofte oversett eller ikke fullt utnyttet, kapital i enhver økonomi.

---

<sup>11</sup> Stahel, Walter R. og Reday-Mulvey, Genevieve (1976) The potential for substituting manpower for energy; rapport til EU-kommisjonen, Brussel.

<sup>12</sup> Se også: Schumacher, Fritz (1973) Small is beautiful – economics as if people mattered

Innovasjon og menneskelig kapital kan ikke skilles fra hverandre, og kilden til innovative ideer er ikke begrenset til sentre for forskning og utvikling eller den akademiske verden. Noen produsenter har lyktes med å utnytte innovasjonspotensialet til personell «på golvet» på HMS-området (helse, miljø og sikkerhet). Eksempler på dette er DuPont de Nemours' Sustainability Awards, det tyske jernbaneselskapets Vorschlagswesen, som motiverer og belønner ansatte for å komme med forslag som kan forbedre det daglige arbeidsmiljøet. En annen tilnærming for å opprettholde høy kvalitet i produksjonen er innført på Toyotas bilfabrikker. Her kan alle ansatte stanse produksjonslinjen hvis de oppdager en feil. Feilen rettes deretter opp umiddelbart av fagpersonell.

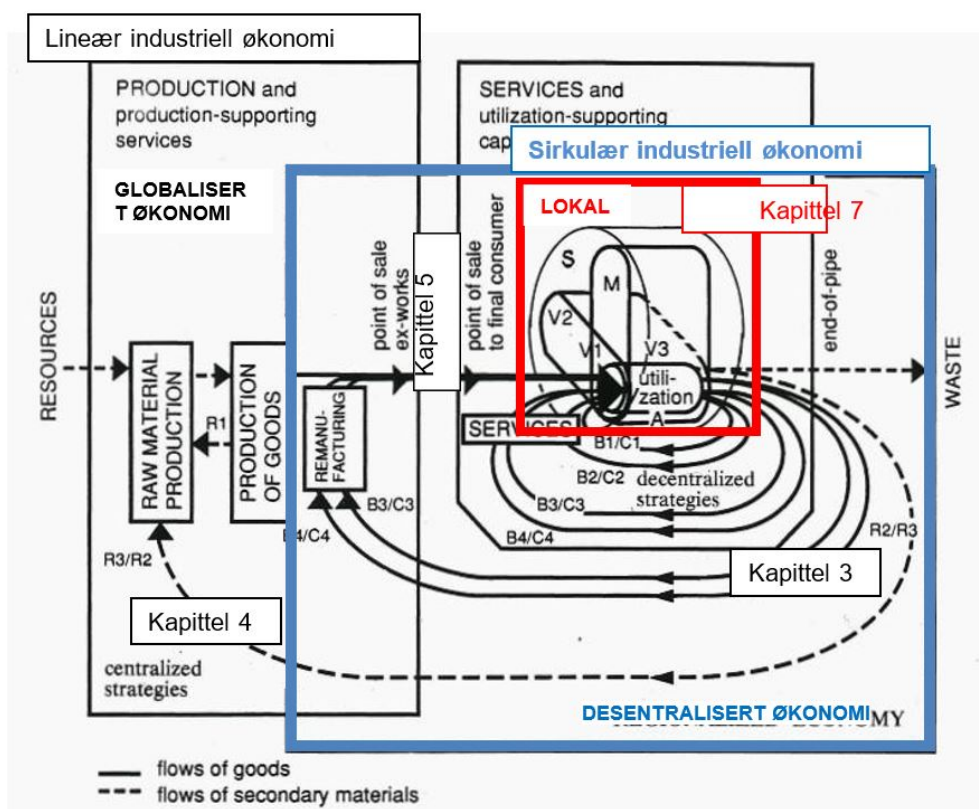
## Kapittel 2: Den sirkulære økonomien (ISØ)

### Overgang fra produksjon av varer til produksjon av tjenester gir en rekke nye muligheter

Husk! En lineær industriell økonomi (LIØ) utnytter jomfruelige ressurser til å produsere råmaterialer, som deretter brukes til å produsere varer. På salgspunktet (PoS) selges varene til individuelle kunder og økonomiske aktører. Målet med denne flytprosessen, eller leveringskjeden, er verdiskapning og reduksjon av enhetskostnadene frem til salgspunktet. Aktiviteter etter salgspunktet er begrenset til garantier og betalbare ettersalgstjenester, for eksempel leveranse av reservedeler.

### Analyse av den sirkulære industrielle økonomien (ISØ)

ISØ forvalter beholdninger av fremstilte objekter på en slik måte at verdien og nytten de har, holder seg så høy som mulig, så lenge som mulig, og sikrer at molekyler opprettholder sin renhetsgrad og verdi. I figur 4 vises det som antakelig er den aller første grafiske representasjonen av ISØ, med henvisninger til kapitler i denne boka:



Figur 4: Plassering av den lineære industrielle økonomien og den sirkulære industrielle økonomien<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Kilde: Stahel, Walter R. (1991) Waste Minimization Case Studies for three products. Utgitt av EPA, R&D office, Washington D.C., USA, oversatt fra rapporten Langlebigkeit und Materialrecycling fra 1991 for det tyske miljøverndepartementet Baden-Württemberg, Stuttgart.

Dette tidlige diagrammet skiller allerede tydelig mellom to hovedområder i ISØ:

- forvalte utnyttelses- eller bruksfasen for beholdninger av produkter og tilhørende komponenter ved å holde ved like verdien og kvaliteten på infrastruktur, bygninger, investeringsvarer, utstyr og andre varige forbruksvarer i en lokal eller regional økonomi
- holde på verdien til og kvaliteten (renhetsgraden) på molekyler og atomer i en globalisert økonomi

Det første området tar for seg utnyttelsesfasen til varer og åpner for nye industrielle muligheter, som vil være mindre interessante i LIØ fordi det er snakk om tjenesteaktiviteter som anses som uproduktive. Disse mulighetene inkluderer følgende og er i denne boka gruppert under termene «æra R» (A, B, C) og «YT-økonomi» (V, M, S) (bokstaver og tall viser til figur 4):

- A produkter med lang levetid
- B forlenget levetid for varer
  - gjenbruk
  - reparasjon
  - refabrikasjon lokalt eller regionalt
  - teknologisk oppgradering lokalt eller regionalt
- C forlenget levetid for komponenter
  - gjenbruk
  - reparasjon
  - refabrikasjon lokalt eller regionalt
  - teknologisk oppgradering lokalt eller regionalt
- V strategier for distribusjon/logistikk
  - selge varer som en tjeneste (leie, lease)
  - delt, felles bruk og flerbruk
  - selge kvalitetsovervåkning i stedet for erstatningsprodukter
- M varer med flere funksjoner
- S systemløsninger

Det andre området har rettet oppmerksomheten mot gjenvinning av molekyler og atomer og åpner for industrielle muligheter av en lignende karakter som ved grunnleggende vareproduksjon i LIØ, der store volumer muliggjør spesialisering og stordriftsfordeler. De er i denne boka gruppert under termen «æra D»:

- R gjenvinning av rene atomer og molekyler (materialgjenvinning)
  - rent produksjonsavfall
  - avfall til sluttbehandling som består av rent materiale («end-of-pipe-avfall»)
  - resirkulering av blandet avfall som ikke kan gjenvinnes eller gjenbrukes

### Industrialisering av den sirkulære økonomien (SØ)

Overgangen fra en tradisjonell, lokal sirkulær økonomi til en industriell, regional sirkulær økonomi begynte på midten av 1900-tallet med refabrikasjon av engangsprodukter til en tilstand som var «så god som ny». Dette ble utført av små eller mellomstore verksteder, som en tjeneste for produkteierne. Senere oppsto det uavhengige serviceselskaper som spesialiserte seg på refabrikasjon av masseprodusert utstyr (B2 og

C3), som bildeler og salgsautomater<sup>14 15</sup>. Ansvarlige for utstyrsbeholdninger (eier-brukere av store utstyrsbeholdninger og/eller maskinparker som Forsvaret, jernbaner og flyselskaper) opprettet sine egne vedlikeholds-, reparasjons- og refabrikasjonsaktiviteter, inkludert teknologier, verktøy og metoder for å forbedre refabrikasjonen og muliggjøre teknologiske oppgraderinger som gjorde at kvaliteten på produktene ble «bedre enn ny».

I det siste tiåret på 1900-tallet banet originalutstyrsprodusenter («Original Equipment Manufacturers» – OEM) av kopimaskiner (Xerox Corp.), lastebilmotorer (Caterpillar) og bilmotorer og girkasser (Volkswagen) vei for en ny strategi i industrien som gikk ut på å refabrikere produkter med teknologiske oppgraderinger, kombinert med tilbakekjøp av produkter som var gått i stykker, og gjensalg av refabrikerte produkter (Caterpillar, Volkswagen) eller salg av varer som en tjeneste (Xerox).

I en moden sirkulær økonomi integreres de to områdene i figur 4 til ett, supplert av en LIØ bestående av innovative nye materialer og komponenter. Figur 5 viser en moden ISØ der en anvender en metode der en ser bakover («backcasting», eller tilbakeblikk)<sup>16</sup>, og viser sammenhengen med etterfølgende kapitler; en slik ISØ kan bli standardvalget for industrien i et bærekraftig samfunn.

Anders Wijkman og Kristian Skanberg har analysert den makroøkonomiske innvirkningen av en slik moden ISØ med blikket rettet mot Tsjekkia, Finland, Frankrike, Nederland, Polen, Spania og Sverige. Ifølge deres studie fra 2016 vil en landsomfattende overgang til en sirkulær økonomi redusere klimagassutslippene med 66 prosent og øke antall jobber på nasjonalt nivå med mer enn 4 prosent<sup>17</sup>.

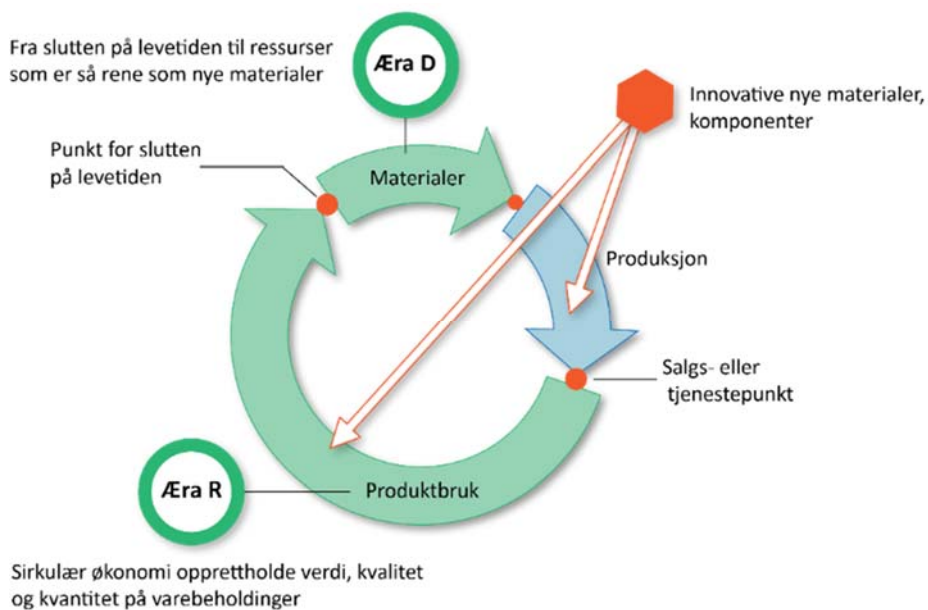
---

<sup>14</sup> Lund, Robert T. (1996) *The Remanufacturing Industry: Hidden Giant*. Boston University.

<sup>15</sup> Steinhilper, Rolf (1998) *Remanufacturing – the ultimate form of recycling*, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart.

<sup>16</sup> «Backcasting» er det motsatte av «forecasting» på engelsk; observatøren definerer resultatet av det han ønsker å oppnå, ser seg selv i denne posisjonen i fremtiden og analyserer muligheter og risikoer ved å se tilbake i tid.

<sup>17</sup> Wijkman, Anders og Skanberg, Kristian (2016) *The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency*, <https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf>



Figur 5: Tilbakeblikk på dagens muligheter, sett fra en moden ISØ

De fire prinsippene i en sirkulær økonomi er følgende:

- Den starter på salgs- eller tjenestepunktet.
- Den forvalter eksisterende beholdninger av gjenstander (æra R) og D).
- Den forlenger bruken av disse.
- Den drives av samfunnsøkonomien.

Viktige FoU-innovasjonsområder er:

- **æra R**: gjenbruk og forlenget levetid for produkter
- **æra D**: gjenvinning av atomer og molekyler med samme kvalitet som jomfruelige råstoffer
- radikal nyskaping av materialer og komponenter

Viktige politiske satsingsområder for innovasjon er

- å tilpasse det politiske rammeverket ved å fjerne barrierer for ISØ
- og lukke det usynlige ansvarskretsløpet (kapittel 6)

*LIØ og ISØ er flettet sammen på mange måter: LIØ er komplementær til ISØ når det gjelder å oppgradere eksisterende beholdninger, ved å introdusere innovative materialer og komponenter og erstatte beholdninger som har blitt foreldet eller ødelagt.*

## Noen prinsipper som danner grunnlaget for ISØ

Sirkulærøkonomien er en bedre økonomi fordi den bruker ressursene på en mer effektiv måte. Å fastholde verdien og nytten beholdninger har, så lenge som mulig, er nøkkelegenskapen som skiller ISØ fra LIØ. Derfor introduseres begrepet «faktortid» – ingen grenser – i samfunnsøkonomien med hensyn til eierskap og ansvar (se figur 14). Men ved å forlenge levetiden på gjenstander og materialer reduserer den sirkulære økonomien hastigheten på ressursflyten gjennom økonomien og har direkte innvirkning på produksjonsvolumene samt på volumene av avfall til sluttbehandling:

I mettede markeder i industriland vil en fordobling av produktenes levetid halvere både produksjons- og avfallsvolumer.

Rettidighet i naturen sikres av sirkulariteten av organisk materiale, der avfall blir til mat. Denne naturloven gjelder ikke for fremstilte produkter og materialer i LIØ og ISØ. I sistnevnte kan en felles menneskelig innsats slutte de fysiske kretsløpene til objekter og materialer.

Det kan innebære forvaltningsendringer med hensyn til eierskap – og motivasjon, som Saint Exupéry beskrev – der direkte reguleringer («command-and-control») byttes ut. Den separate silotenkningen som preger varekjeden (å ta, lage, selge, bruke og kaste) i LIØ, må erstattes av generell forvaltning eller generelt ansvar for å vedlikeholde beholdninger. En moden ISØ trenger en «metode for verdiforvaltning» som overvåker endringer i beholdningenes kvalitet og kvantitet gjennom flere kretsløp, noe som er forskjellig fra metoden for å «styre varekjeden» i LIØ, som brukes for å minimere produksjonskostnadene og som stanser ved salgs punktet<sup>18</sup>.

I ISØ er det forskjeller mellom de to hovedområdene for å styre bruken av beholdninger av produkter (æra R) og forlenge verdien av og kvaliteten (renhetsgraden) på molekyler og atomer (æra D). Disse forskjellene må tas med i betraktningen med hensyn til eierskap og forvaltning.

R-æraen kontrolleres av eier-brukere, både enkeltpersoner og selskaper. D-æraen kontrolleres av økonomiske aktører som har ansvaret for gjenstander som har nådd slutten på levetiden.

- R-æraen kan virke lite homogen ettersom beholdningen av produkter i bruk er spredt geografisk, er svært mangeartet, og fordi R-aktiviteter er basert på lokale, skreddersydde produkter og regional refabrikasjon av masseproduserte produkter. For å holde verdien til produktbeholdningene så høy som mulig bør eier-brukere i R-æraen ha rett til å gjenbruke og reparere produkter så lenge de synes det er hensiktsmessig. Denne retten trues i økende grad av originalutstyrsprodusenter (OEM) som innfører strategier for førtidig produktforeldelse.
- D-æraen er et egnet tilfelle for materialinnovasjon og tekniske løsninger som kan forvandle høye volumer av materialer med lav verdi som har nådd slutten på levetiden, ofte kalt «avfall», til ressurser som er like gode som jomfruelige ressurser. For at verdien til molekylbeholdninger skal holde seg, bør eiere av materialer som finnes i produkter som har nådd slutten på levetiden, være

---

<sup>18</sup> Styring av forsyningskjeden omfatter aktiv styring av leverandørkjedeaktiviteter fra produktutvikling, innkjøp, produksjon og logistikk frem til salgs punktet, samt de informasjonssystemer som en trenger for å koordinere disse aktivitetene.

forpliktet til å sortere og hente ut materialene slik at en kan utvinne molekyler som er renest mulig<sup>19</sup>.

### Innovasjonsutfordringer i ISØ

Disse utfordringene er av en holistisk karakter og angår økonomiske aktører like mye som politikere.

R-æraen er den delen av ISØ som er best kjent, men kunnskapsdelingen til styrerom, klasserom, akademia, profesjonelle opplæringsinstitusjoner og offentlige innkjøpere er mangelfull.

D-æraen er et relativt uutforsket forsknings- og utviklingsdomene, uten nasjonale grenser. Mange løsninger kan patenteres og vil ha langsiktige konkurransefordeler for dem som oppdager dem (se kapittel 8).

Det er et etterslep i innovasjonsforskningen på systemløsninger og tilsvarende innovative tekno-kommersielle forretningsløsninger for YT-økonomi.

Det er langt mellom nasjonale politiske retningslinjer som utforsker de sosiale, økologiske og økonomiske mulighetene som ligger i ISØ, delvis fordi taktisk planlegging organiseres i siloer, oppdelt etter etablerte vitenskapelige fagområder og industrisektorer. Bærekraftige løsninger er imidlertid ofte tverrfaglige og tverrsektorielle. Det betyr at en må tenke utenfor boksen (se kapittel 6).

---

<sup>19</sup> Når det gjelder flyktige materialer, for eksempel plast i havet, kan gjenstander kommersialiseres gjennom strategier der en leier materialer i stedet for å selge dem, eller at produsentene blir nødt til å akseptere et utvidet produsentansvar (EPL, se kapittel 5).

## Kapittel 3: Kretsløp for beholdninger av fysiske gjenstander – æra R

### -eieren avgjør lokalt

*Husk! I den lineære industrielle økonomien er det produsenten på tilbudssiden som er innovatøren, og som avgjør hva som legges ut på markedet. På etterspørselssiden har kjøperen en utvelger-rolle og velger mellom de produktene som er tilgjengelige.*

I ISØ er R-æraen mer lønnsom og ressurseffektiv enn D-æraen fordi

bruksverdien til en gjenstand er høyere enn summen av verdien på materialene. «Gjenbruk av produkter» ved å forlenge levetiden er derfor mer lønnsomt enn å «gjenvinne molekyler» (resirkulere materialene). Det er mer lønnsomt og økologisk å bruke glassflasker om igjen enn å resirkulere glasset og lage nye flasker.

For økonomene kan R-æraen i den sirkulære industrielle økonomien ved første øyekast virke uøkonomisk fordi beholdningen av produktene som er i bruk, er spredt geografisk og består av mange forskjellige merker. Men disse ulempene mer enn oppveies av de økonomiske gevinstene ved minimal ressurstilførsel, som er en iboende egenskap ved R-æraen.

### Beslutningstakerne

I R-æraen bestemmer eierne hvordan og hvor lenge de ønsker å bruke gjenstandene. Produsenter og små og mellomstore tjenesteleverandører konkurrerer om R-løsninger som kan forlenge levetiden til produkter.

For mobile produkter er R-æraen delt inn i to forskjellige markeder:

- enkeltpersoner som trenger lokale, små og mellomstore bedrifter til å utføre reparasjonstjenester for å forlenge levetiden til produkter. I sjeldne tilfeller tilbyr produsenten å ta produktet tilbake igjen og tilbyr kunden «standard innbytte» for mindre produkter som har gått i stykker (Walkman, smarttelefoner).
- selskaper som eier produktene (ansvarlige for utstyrsbeholdninger), og som selv har kunnskap og ekspertise til å forlenge levetiden til produktene de eier. Produsenter kan tilby periodiske reparasjons- og serviceavtaler for solgte produkter eller funksjonsgarantier (heiser).

Mange små og mellomstore bedrifter tilbyr lokale reparasjons- og vedlikeholdstjenester for infrastruktur og bygninger, mens produsenter og større serviceselskaper tilbyr langsiktige vedlikeholdskontrakter for komponenter. Produsenter kan altså selge produkter som en tjeneste.

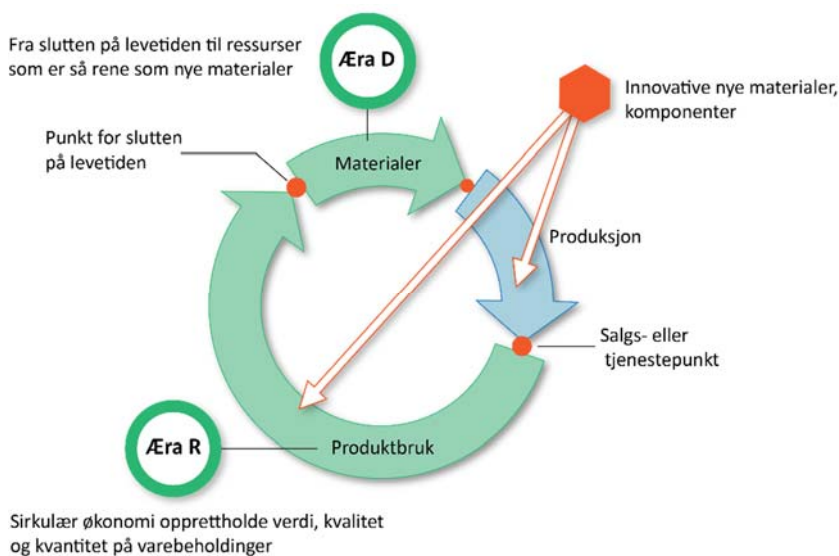
Det er imidlertid beslutningstakerne som eier produktene, og deres motivasjon til å forlenge levetiden på produktene eller selge dem for gjenbruk, er sentral. Å skape et ønske om å gjøre dette blant enkeltpersoner, som Saint-Exupéry beskrev, er nøkkelen til at sirkulærøkonomien skal bli et standard alternativ. Å skape slikt insentiv blant selskapseiere bør være hovedstrategien til politikerne (se kapittel 6).

### Kjennetegn på æra R

I ISØ er målet i R-æraen til enhver tid å forlenge nytte- og bruksverdien til infrastruktur, bygninger, utstyr, kjøretøy, gjenstander og andre produkter og tilhørende komponenter (figur 6). Det å maksimere bruksverdien til tilvirkede beholdninger over tid og uavhengig av sted følger noen regler:

- ISØ handler om økonomi, men er kontraintuitiv til produksjonsøkonomi – lite og lokalt er vakkert og lønnsomt, i stedet for at stort og globalt er mer lønnsomt.

- Jo mindre kretsløpene er, dess mer lønnsomme og ressurseffektive er de (treghetsprinsippet)<sup>20</sup>: Ikke reparer det som ikke er i stykker, ikke refabriker noe som kan repareres, ikke resirkuler et produkt som kan refabrikeres.
- Jo lavere hastighet kretsløpene har, dess mer ressurseffektive er de. Ifølge «law of reverse compound interests» (*lov om invers rentes rente*)<sup>21</sup> og termodynamikkens andre lov.
- Har kretsløpene ingen begynnelse eller slutt, kan nye aktører komme inn i kretsløpet i hvilket som helst av leddene.
- ISØ erstatter arbeidskraft med energi og ressurser ved å styre tilvirkede beholdninger, mens LIØ erstatter energi (maskiner) med arbeidskraft og styring av produksjonsflyt.



**Æra R:** Teknologisk-kommersielle strategier for å opprettholde verdien av produkter og komponenter så høy som mulig:

- Reuse (gjenbruk)
- Repair (reparasjon)
- Remarket (gjenintroduisering på markedet)
- Remanufacture (refabrikasjon)
- Re-refine (gjenraffinere)
- Reprogramme goods (reprogrammere varer)
- spre kunnskap om sirkulærøkonomien
  - teknisk og økonomisk – til klasserom og styrerom, akademier og tekniske opplæringsinstitusjoner og til nye R-yrker.

Figur 6: Æra R optimerer bruken av produkter gjennom gjenbruk og forlenget levetid for produkter og komponenter.

Æra R er:

- moderne, del av en generell intelligent desentraliseringstrend for det 21. århundre<sup>22</sup> som innbefatter produksjon og bruk: 3D-printing (for å produsere billige reservedeler akkurat når det trengs), lokal produksjon (mikrobryggerier, -bakerier, -hydroelektrisk kraft, fotoelektrisk solkraft), desentralisert robotproduksjon, urbant jordbruk, mineralvanndispensere på puber og hjemme. De er alle lokale og desentralisert, på samme måte som R-tjenester.
- økonomisk lønnsom fordi masseproduserte produkter i gjennomsnitt er 40 prosent billigere enn tilsvarende nyproduserte produkter som de konkurrerer med. Dette forholdet er enda høyere hvis en tar i betraktning eksterne kostnadsforskjeller for produksjon: R-aktiviteter har ingen

<sup>20</sup> Stahel, Walter (2010) the Performance Economy. Dette «treghetsprinsippet» gjelder for produkter og komponenter: Erstatt eller behandle kun den minste mulige delen som er nødvendig for å bevare den eksisterende verdien av et teknisk system.

<sup>21</sup> Reverse compound principle (prinsippet om invers rentes rente), se punkt 4.2.

<sup>22</sup> Et begrep som første gang ble brukt av professor Heinrich Wohlmeyer i Østerrike.

etterlevelsekostnader (bevis på at det ikke er benyttet barnearbeid, konfliktmaterialer, miljøtap), CO2-avgifter eller importavgifter.

Ettersom R-metoder er ulik de metoder som anvendes i LIØ, kan lønnsomheten økes betraktelig ved systeminnovasjon. Ett eksempel er raketten Falcon 9 fra Space X.

- miljøvennlig siden R-aktiviteter bevarer de fleste ressursene som er involvert (energi, materiale og vann), bruker få ressurser og gir lite avfall. Ettersom produktene er lokale, trenger de verken å transporteres over lange avstander eller mellomlagres. Det er heller ikke behov for kjøpesentre eller prangende emballasje.

R-aktiviteter er ikke avhengig av global publisitet. Det betyr at de i motsetning til LIØ er usynlige og foregår i stillhet. Innovative måter å nå objektenes eiere på vil bli viktigere ved overgang fra SØ til ISØ.

Professor Steinhilper anslo at potensiell verdensomspennende energisparing som følge av refabrikasjon i 1998 ville tilsvare olje fra 350 råoljeskip og elektrisetsproduksjon fra åtte atomanlegg.

- sosialt levedyktig fordi R-aktiviteter er arbeidsintensive tjenester som best utføres lokalt der kundene befinner seg. De krever faglært arbeidskraft til å bedømme hvilke minimale intervensjoner som er nødvendige (treghetsprinsippet). De er delvis avhengig av det som er kjent som «silver workers»<sup>23</sup>, altså arbeidere som er godt oppi årene, og som kjenner teknologien fra tidligere tider. De har også en holdning der de tar vare på tingene sine, som er fraværende i LIØ.
- arbeids- og ferdighetsintensiv fordi hvert trinn i R-aktiviteter krever omsorg: Fra ikke-destruktiv innhenting og verdibevarende demontering av brukte produkter til analyse av reparasjons- og refabrikasjonsalternativer for hver demontert komponent kreves det en kvalitativ vurdering. Utvikling av innovative og rimelige reparasjons- og refabrikasjonsmetoder for komponenter som tradisjonelt sett ville blitt ansett som avfall, representerer en stor teknisk utfordring der en søker å maksimere fortjenesten ved refabrikasjon.

I bygninger går omtrent en fjerdedel av arbeidsinnsatsen og 80 prosent av ressursene som brukes til å bygge en konstruksjon, med til den bærende konstruksjonen, resten til tilbehør og utstyr. Ved oppussing av bygninger (bytte ut tilbehør og utstyr) bevares mesteparten av ressursene i konstruksjonen, men det kan kreve like stor arbeidsinnsats som for den opprinnelige konstruksjonen.

## Grunnlaget for R-æraen er tillit, ferdigheter og mennesker, økonomisk verdi og besparelse

Individuelle ferdigheter og verdioppfatning maksimerer økonomisk fortjeneste i SØ: «*Antikkforhandlere kjøper skrot og selger antikviteter*». I ISØ kreves det økonomisk forskning for å avdekke forretningsmessige fordeler ved R, som i dag bare er kjent av dem med innsidekunnskap. For eksempel er kapitalavkastningen fra et refabrikasjonsanlegg fem ganger høyere enn kapitalavkastningen fra et anlegg som produserer de samme produktene, for eksempel dieselmotorer.

Praktisk yrkesrettet opplæring gjennomføres ved å reparere ødelagte gjenstander (med unntak av kulturavgjenstander) fordi opplæringen gjøres ved hjelp av gjenstander som er uten verdi. Hvis en lærling

---

<sup>23</sup> Eldre arbeidere med ferdigheter og kunnskap om tidligere teknologier og objekter.

«ødelegger» en gjenstand som ellers skulle kastes, vil vedkommende få erfaring, og det er kun arbeidsinnsatsen som går tapt.

Økonomiske hensyn er avgjørende for de fleste eiere. Det å utvikle innovative reparasjons- og refabrikasjonsmetoder for komponenter som tradisjonelt sett ville blitt ansett som avfall, representerer en stor teknisk utfordring der en søker å gjøre R-aktiviteter mer attraktive ved å redusere kostnadene og maksimere fortjenesten.

Den økonomiske gjennomførbarheten av R-aktiviteter drar fordel av «pars pro toto»-syndromet. Det gjelder særlig for spesialbygde, komplekse kjøretøy, for eksempel ambulanser, brannbiler og fly («Airforce One» er 30 år gammelt) samt immobile objekter som infrastruktur, kraftstasjoner og bygninger.

I de fleste reparasjonssituasjoner er det kun noen få deler som er utslitt eller ødelagt, for eksempel gummipakningen på et kjøleskap, eller motoren i et kjøretøy. Ved å reparere eller refabrikere den ene delen opprettholder en verdien på hele objektet. Delen redder dermed hele produktet.

Ved å bytte vinduer i gamle bygninger kan en oppgradere hele bygningen til en moderne energiisolasjonsstandard, slik som ble gjort med Empire State-bygningen<sup>24</sup>.

Begrensninger i tid og sted kan overvinnes ved bortgradering («away-grading»<sup>25</sup>): En kan gjenmarkedsføre gjenstander som ikke lenger har bruksverdi på ett sted, ved å flytte dem til en annen geografisk region (mekaniske skrivemaskiner kjøpes fremdeles av kjøpere på steder uten elektrisitet) og ved å observere markeder i endring: Det er stor etterspørsel etter mekaniske skrivemaskiner for skriftlig kommunikasjon som er strengt fortrolig, ettersom disse ikke kan bli utsatt for hacking.

Det finnes i dag kunnskap om R-æraen i små og mellomstore bedrifter og hos ansvarlige for utstyrsbeholdninger som av egoistiske og økonomiske grunner er forkjempere for gjenbruk, reparasjon og refabrikasjon. I akademiske kretser, blant dem med ansvar for offentlige anskaffelser og i industrinæringen er det imidlertid lite kunnskap. Den største utfordringen for styresmaktene kan derfor bli å spre kunnskap om ISØ, både teknisk og økonomisk, i klasse- og styrerom, akademiske kretser, tekniske opplæringsinstitusjoner og altså blant dem som står for offentlige anskaffelser. ISØ trenger ledere og medarbeidere som har en holistisk forståelse av systemer, for eksempel bilrestaurerere (et R-yrke i vekst), mens LIØ er avhengig av en arbeidsstyrke med spesialisert «silo»-utdannelse.

### Sette R-æraen ut i livet

Aktiviteter forbundet med R-æraen er svært mangfoldige. De kan, men trenger ikke, å innebære eierskifte, og transaksjonskostnadene kan variere betydelig. Noen produsenter av kulepenn, friluftsklær, bagasje (Eastpak) og lightere (Zippo) kommer med livslang garanti. Det betyr at distributørene reparerer ødelagte produkter gratis. Noen ansvarlige for utstyrsbeholdninger legger ubrukte objekter i opplag for fremtidig bruk (slagskip i den amerikanske marinen) eller bruker dem som forråd av billige reservedeler (fly).

---

<sup>24</sup> Oppgraderingen av Empire State Building ble designet og gjennomført av Rocky Mountain Institute og presentert i en utgivelse fra Ellen MacArthur Foundation.

<sup>25</sup> Stahel, Walter R. (1982) The Product-Life Factor.

## **Gjenbruk av noe «som det er», gjensalg og bruk av gjenstander til nye formål er lønnsomt, miljøvennlig og gjøres overalt:**

- Mennesker har byttet mynter og sedler seg imellom i århundrer. Enkeltpersoner og økonomiske aktører handler på bruktmarkedene og virtuelle markeder som eBay.
- Gjenbruk i byggeindustrien er vanlig for midlertidige bygninger, der en bruker modulbygg eller oppblåsbare konstruksjoner. Eksempler på dette er Bailey-broer som ble brukt i annen verdenskrig, og moderne bygninger som består av gamle containere som er stablet oppå hverandre.
- Ansvarlige for utstyrsbeholdninger har opprettet utsalgskontorer for produkter og materialer som det ikke lenger er behov for. Her selges alt fra bygninger og tomter til overskuddsmateriell og brukte kjøretøy. DB Resale selger for eksempel objekter eller materiell som det ikke lenger er behov for, eller som er foreldet, og eies av det tyske jernbaneselskapet DB.
- At originalutstyrsprodusenter (OEM) og forhandlere kjøper tilbake produkter for istandsettelse og gjensalg blir stadig mer populært. Noen eksempler er møbelprodusenter som USM og IKEA, stolprodusenter i USA og Europa. Dette omfatter også plagg fra tekstilselskaper i Storbritannia.
- Selskaper som Rent-a-Wreck kjøper brukte biler som de med minimalt av vedlikehold leier ut som billige, men lønnsomme leiebiler.
- Produkter omdannes til nye formål, fra Russlands nedlagte boreplattformer som ble omgjort til «Sea Launch»-utskytningsrampe for raketter, til flyselskaper som lager transportfly av passasjerfly som ikke lenger er populære blant passasjerer, til en brøkdel av prisen på nye transportfly.
- Ombygging av bygninger er utbredt. Den olympiske stadion i Barcelona, som opprinnelig ble bygget i 1912, ble gjenbrukt for de olympiske leker i 1992, tyrefekterarenaen i byen ble omdannet til handlesenter, og i de sveitsiske alpene er to festninger fra annen verdenskrig omgjort til moderne datalagringsanlegg.

Reparasjon gjelder for menneskelig så vel som produsert kapital.

- Rundt år 1720 fant Pierre Fauchard i Paris ut at det var bedre å reparere tenner enn å trekke dem. Det førte til at Paris ble et verdenssenter for tannlegevitenskap i mange tiår.
- En rekke lokale små og mellomstore bedrifter tilbyr kommersielle reparasjonstjenester for klesplagg, kjøretøy, bildekk, elektronikk og det meste av mekanisk og elektromekanisk utstyr. Mange av disse tjenestene er bedre utviklet i mindre industrielt utviklede regioner enn i land med mettede markeder.
- Patagonia tilbyr mobile reparasjonstjenester, der de reiser til ski- eller fjellklatringsarrangementer og reparerer friluftsklær gratis.

Refabrikasjon er selve Rolls-Roycen i R-æraen, men det er vanskelig å fatte betydningen av dette ettersom det finnes så mange forskjellige aktiviteter. Professor Lund fastslo at refabrikasjonsoperasjoner er arbeidsintensive, kritisk avhengige av tilgjengelig arbeidskraft og en pålitelig beholdning av kjerneprodukter (brukte objekter) til en rimelig pris<sup>26</sup>. NASAs romfergeprogram har i over 30 år vært et synlig bevis på spissteknologi innen oppgraderingsløsninger. Pådriverne for innovativ refabrikasjonen er aktører med store utstyrsparke («fleet managers»), som hæren, jernbaner, flyselskaper og anleggssjefer. Selv om det bare er de med innsidekunnskap som er klar over det,

---

<sup>26</sup> Lund, Robert T. (1996) *The Remanufacturing Industry: Hidden Giant*. Boston University

- er refabrikasjon av kundetilpassede produkter betydelig mer lønnsomt enn å kjøpe nytt (opptil 80 prosent), i tillegg til at mesteparten av ressursene som blir brukt under tilvirkningen, bevares. Typiske eksempler er brannbiler, ambulanser, fyrtårn, cruiseskip, fly og tog.
- gir refabrikasjon av masseproduserte produkter som er utsatt for slitasje, for eksempel forbrenningsmotorer, girkasser og IT-maskinvare som har nådd slutten på leasingperioden, en jevn strøm av brukte produkter, stordriftsfordeler og kostnadsbesparelser på cirka 40 prosent sammenlignet med nye produkter. Smith og Keolian har påvist at refabrikasjon av bilmotorer reduserte materialforbruket, utslipp av klimagasser og avfall med 50 til 85 prosent<sup>27</sup> i forhold til produksjon av nye motorer.
- kan kvaliteten på refabrikkerte gjenstander av mange forskjellige grunner være «bedre enn ny». Eksempler er materialforbedringer som følge av metallurgifaktorer knyttet til bruk (motorblokkstabilitet) eller overlegen prosessteknologi (skinnesliping har ti ganger lavere toleranse enn stålverksprosesser). I andre tilfeller er refabrikasjon nødvendig for å opprettholde brukskvaliteten på gjenstander, for eksempel lyden i Stradivari-instrumenter.
- kan hastighet være en viktig fordel ved refabrikasjon: De fleste krigsskipene som sank i angrepet på Pearl Harbour, ble hentet opp igjen, refabrikkert på stedet og satt i drift igjen innen ett år etter angrepet. Ved å erstatte umoderne komponenter kan en raskt oppgradere eksisterende gjenstander til den nyeste teknologien, med minimal bruk av energi og materialer og med lite avfall som resultat.

**Gjenforedling og regenerering:** Katalytiske produkter som smøreoljer og løsningsmidler kan returneres til opprinnelig kvalitet, med en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp på mellom 50 og 95 prosent, sammenlignet med jomfruelige ressurser<sup>28</sup>.

**Omprogrammering:** Mikrobrikker som er utviklet for å kunne omprogrammeres, gjør det mulig å oppgradere IT-maskinvare via nettet eller i butikker, i stedet for at en må skifte dem ut. Dette bevarer strategiske ressurser og forebygger avfall.

**Teknologiske oppgraderinger og systemoppgraderinger:** Ved å installere eller skifte ut eksisterende komponenter kan eksisterende gjenstander få nye brukskvaliteter:

- Mikromotorer og ny batteriteknologi forvandler mekaniske sykler til elektriske sykler.
- Nye speil og lys gjør at en kan «produsere» moderne fyrtårn uten at en trenger å endre på konstruksjonen.
- Bruk av «coldzymer»<sup>29</sup> i stedet for enzymer gir en energisparing på 80 prosent i forhold til bruk av «gamle» vaskemaskiner.
- Ved å bygge om dieselmotorer til motorer som går på komprimert naturgass (CNG), kan en redusere CO<sub>2</sub>-utslipp med omtrent en tredjedel og så godt som fjerne utslipp av NO<sub>x</sub> og finpartikler.

<sup>27</sup> Smith, VM og Keolian, GA (2004) The value of remanufactured engines, lifecycle environmental and economic perspectives, *Journal of Industrial Ecology*, 8(1-2), s. 193–222.

<sup>28</sup> Karbonavtrykk fra resirkulerte løsemidler, sammenligning av CO<sub>2</sub>-utslipp mellom jomfruelige løsemidler og regenererte løsemidler; Studie for European Solvent Recycler Group.

<sup>29</sup> Tradisjonelle vaskemaskiner bruker 90 prosent av energien på å varme opp vannet. Enzymer fra Alpene og Antarktis virker i kaldt vann og muliggjør produksjon av «kaldvask»-enzymer.

**Oppgradering av moteartikler:** En slik oppgradering gjør at en kan modernisere utseendet på produkter (tekstiler, biler) og markedsføre produktet igjen til høyere pris.

R-æraen er teknisk sett det området i ISØ det har blitt forsket mest på, men resultatene av forskningen er ikke innført enda. Å spre kunnskap om dette bør være en prioritet for styresmaktene. Det samme gjelder for sosiale faktorer. Gjenprodusenter har forstått at det å kjøpe tilbake ødelagte dieselmotorer til en pris som avhenger av tilstanden på den ødelagte motoren (enten den er helt i stykker eller ikke, og om den kommer med alle aggregater eller ikke), har skapt en holdning blant kunder om at en bryr seg, og økt lønnsomheten fra refabrikeringsprosessen. Det å behandle produkter som har nådd slutten på levetiden, som ødelagte eller produkter som det ikke er etterspørsel etter, og ikke som avfall, utgjør en stor forskjell med tanke på selskapers miljømessige, sosiale og økonomiske bærekraft. Egenskaper ved produkter som komponentstandardisering og materialidentitet får ny strategisk betydning, da de har avgjørende innvirkning på opprettholdelse av verdien og dermed på gjenprodusentens fortjeneste.

## Kapittel 4: Molekylkretsløp – æra D

### - økonomiske aktører gjenvinner ressursmidler

*Husk! I LIØ er avfallshåndtering siste fase i den lineære prosessen «ta – lage – selge – bruke – kaste». Ansvar for avfallshåndtering faller på sluttbruker av en gjenstand, eller på kommunen, og håndteres gjennom resirkulering, forbrenning, deponering på fyllplass eller dumping til sjøs. I de fleste tilfeller går ressursbeholdningen, det vil si de opprinnelige rene atomene eller molekylene, tapt.*

I D-æraen i den industrielle sirkulærøkonomien forvaltes beholdninger av atomer og molekyler i den hensikt å opprettholde kvaliteten (renhetsgraden) og verdien på disse beholdningene. I dag anses imidlertid høyvolums- og lavverdi-gjenvinningsteknologier ofte som en siste utvei. Det er en rådende «ute av syne, ute av sinn»-holdning til avhending av produkter som har nådd slutten på levetiden eller regnes som «avfall», enten fordi en ønsker å begrense kostnader, eller fordi det ikke finnes egnet teknologi. Det er ennå ikke en prioritet å bevare materialenes økonomiske verdi og ressursverdi<sup>30</sup>.

For at aktivitetene i D-æraen skal være effektive, må tre forhold være oppfylt:

- sikker overgang fra produktbruk til punktet der levetiden opphører (figur 7)
- detaljert sortering i rene materialfraksjoner
- fortsatt eierskap og ansvar for produkter og de materialene de inneholder

Der dette ikke er tilfelle, for eksempel fordi materialene spres i miljøet (partikler fra bildekk, mikroplast i solkrem) eller etterlates i miljøet med hensikt (brusbokser i metall), vil de fleste tilvirkede produkter og materialer utgjøre en langsiktig miljørisiko. Et eksempel på dette er plast i havet. Naturlig sirkularitet kan bare løse opp naturlige materialer som jern, tre og ull under de rette forhold.

### Beslutningstakerne

Når et produkt når «slutten på levetiden», avhenger beslutningen om hvilket avhendingsalternativ som gir høyest verdi, av en rekke forskjellige rettslige rammeverk og fungerende markeder mellom eierne av de brukte produktene (avfalls-/ressursforvaltere) og økonomiske aktører i R-æraen og D-æraen.

For enkeltpersoner vil alternativet for gjenbruk, eller gjenintroduisering på markedet, innebære en betydelig personlig innsats, både med hensyn til tid, sted og økonomisk og rettslig press. Innsamlings- og deponeringsalternativet kan derimot delegeres til kommunene i de fleste byområder. Kommunene vil velge mellom gjenbruk eller gjenvinningsmetoder – eller ignorere avfallsproblemet – på grunnlag av politiske prioriteringer og kostnadskriterier. I fattige områder i den tredje verden vil D-æraen ikke være en prioritet i Maslows behovspyramide.

For ressurs-/avfallsforvaltere kan rettslige forpliktelser hindre maksimal fortjeneste, for eksempel forpliktelse til å destruere produkter og gjenvinne materialer, selv om de kunne fått høyere økonomisk

---

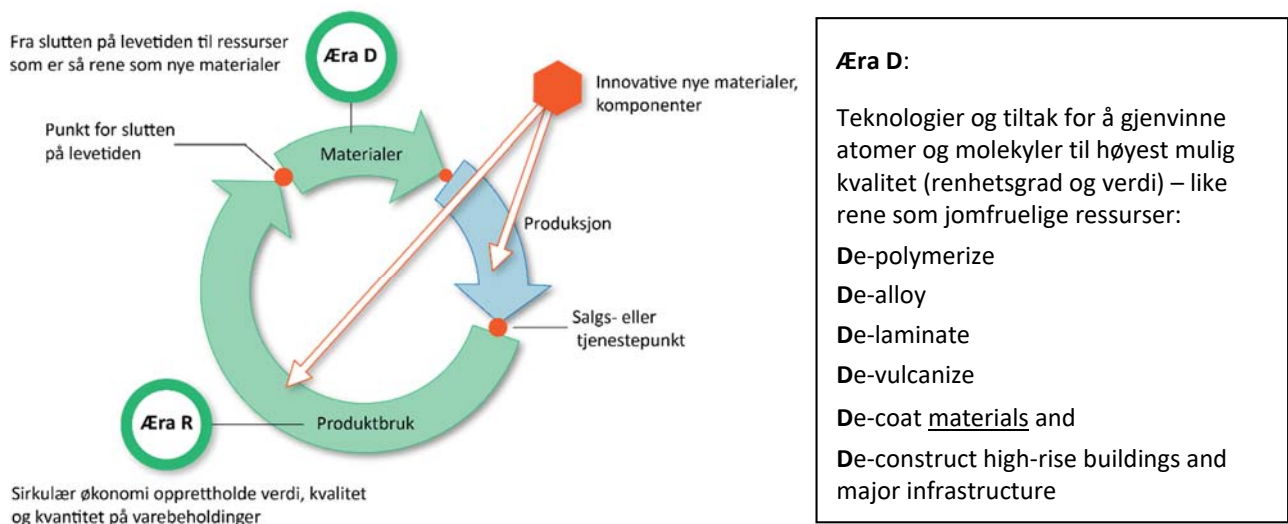
<sup>30</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem.

fortjeneste og lavere miljøforringelse ved å legge produkter eller komponenter som har nådd slutten på levetiden, ut på markedet igjen til høystbydende (OEM-er eller æra R-aktører). (Se også figur 8.)

Men først må det opprettes markeder mellom forvaltere av brukte ressurser, det vil si eierne av de brukte produktene, og mulige kjøpere i R-æraen. For de fleste produkter og komponenter finnes det ikke slike markeder i dag. Unntak som Vetrum<sup>31</sup> er sjeldne, selv i høyt utviklede industriland.

### Kjennetegn på æra D

Hvis og når tilvirkede produkter eller komponenter ikke kan brukes om igjen, er det beste alternativet å gjenvinne beholdninger av atomer og molekyler til høyeste nytte og verdi (renhetsgrad) og gjenbruke disse (figur 7). Dette krever teknologier og prosesser for å sortere blandet (husholdnings-)avfall etter materiale inn i rene fraksjoner og å ta fra hverandre brukte produkter og sortere dem inn i svært forskjelligartede, separate materialfraksjoner (for eksempel fem forskjellige aluminiumfraksjoner) for å gjenvinne rene atomer og molekyler<sup>32</sup>.



Figur 7: Æra D, utvinne atomer og molekyler – fra produkter som har nådd slutten på levetiden, til ressurser som er så rene som nye

<sup>31</sup> Vetrum: Innhenting av glassflasker fra avfall til gjenbruk. Vetrum AG er et ledende sveitsisk selskap som sorterer, vasker og tester vinflasker: 7000 flasker i timen, 16 millioner flasker i året. Mer enn 130 kommuner og organisasjoner i Øst-Sveits sender vinflasker som de henter inn fra forbrukere til Vetrum for gjenbruk. Mer enn to tredjedeler av flaskene de mottar, kan vaskes og gjenintrodueres på markedet for gjenbruk. Omsetningen har økt fra 1,2 millioner flasker i 1992 til 7 millioner flasker i 1998 og har siden tredoblet seg. Den økonomiske fortjenesten har fordoblet seg de siste fem årene. En tredjedel av flaskene kan ikke brukes om igjen og blir gjenvunnet. Stahel, Walter (2010) The Performance Economy, s. 237.

<sup>32</sup> Daniel Müller (2018), presentasjon lagt frem på SINTEFs konferanse om sirkulær økonomi, Trondheim, 31. mai 2018.

D-æraen i ISØ og bærekraft:

- Økonomisk sett konkurrerer gjenvunne molekyler på pris på råvaremarkedet med jomfruelige ressurser med høy prisvolatilitet, mens D-materialer har høye faste kostnader på grunn av at materialene må innhentes separat og ikke blandet. Hvis eierne av brukte produkter fortsetter å eie materialene, vil transaksjons- og etterlevelsekostnadene<sup>33</sup> for gjenvunne molekyler være lavere og heller ikke være pålagt CO2-avgifter eller importavgift. Men i mange tilfeller gjenstår det å utvikle teknologier for å gjenvinne molekyler som er så rene som nye ressurser. Ettersom disse teknologiene ofte skiller seg fra dem som brukes til å utvinne jomfruelige ressurser, vil det være behov for betydelige forskuddsinvesteringer i FoU for å kunne «lukke sirkelen» (kapittel 8).
- I et miljøperspektiv forebygger gjenvinning av molekyler som regel gruvedriftsavfall og reduserer vann- og energiforbruket samt miljøpåvirkningen som følger med utvinning av jomfruelige ressurser<sup>34</sup>.
- Transportavstander mellom kilden til gjenvunne molekyler og stedet de vil bli gjenbrukt, kan være betraktelig kortere enn for jomfruelige ressurser. Mange D-teknologier foretrekker imidlertid globale høyvolumprosesser, som innebærer langdistansetransport mellom avfallsstedet og stedet der gjenvinningen skal finne sted. Jo høyere antall legeringer, dess mindre volumer per fraksjon og dess lengre transportavstander. Eksempler på dette er aluminiumsbokser, bygninger, utstyr og aluminiumsstøpegods fra biler<sup>35</sup>. Høyere kvalitet på gjenvinningen vil dermed medføre større miljøforringelse i D-æraen dersom mangfoldet ikke reduseres i produksjonen, for eksempel i form av standardisering av metallegeringer.
- Den viktigste innsatsen fra faglært arbeidskraft i D-æraen vil være innen handel (den nye markedsfunksjonen mellom eierne av brukte produkter, kjøperne i R-æraen og kjøperne i D-æraen) og innen teknologi, der det vil være behov for betydelig FoU-innsats for å kunne påvise og utvikle nyskapende prosestetknologier for å gjenvinne rene molekyler. Begge disse aktivitetene kan gjennomføres på globalt nivå alle steder der det finnes kvalifisert arbeidskraft og investeringsevne. Sistnevnte kan føre til patenterbare løsninger og ha samme egenskaper som automatiserte masseindustri-prosesser.

### Grunnlaget for D-æraen er FoU, teknologi, kunnskap og mennesker

Utfordringen blir å endre den nåværende holdningen til avfallsproblemer der gjenvinning ses på som en siste utvei, og å gå bort fra konseptet blandede sekundære råvarer og gripe de mulighetene som gjenvinning av rene molekyler ressurser gir. Innen avfallshåndtering kan

---

<sup>33</sup> Etterlevelsekostnader kan oppstå i forbindelse med for eksempel innhenting av bevis på at det ikke er benyttet barnearbeid, eller konfliktmaterialer, og på at miljøforringelse ikke forekommer i gruvedrifts- eller tømmerindustrien som følge av anskaffelse av ressurser og utgangsmateriale som brukes i produksjonen.

<sup>34</sup> Materialer kommer med en allsidig «ryggsekk» pakket med minedriftsavfall og miljøforringelse. Disse ryggsekkene er forskjellige for hvert materiale og er tyngst for sjeldne metaller som gull (en ryggsekk på 500 000) og lettest for plast (en ryggsekk på 0,1). Produsert kapital i form av infrastruktur, bygninger, varer og komponenter har individuelle akkumulerte ryggsekker som består av alle de materialer og all den energi som ryggsekken inneholder, og som må beregnes enkeltvis.

<sup>35</sup> Müller, Daniel (2018) presentasjon på SINTEFs konferanse om sirkulær økonomi, Trondheim, 31. mai 2018.

gjenvinning av blandede materialer snart høre fortiden til. I 2017 nedla Kina, som er den største gjenvinningsaktøren, forbud mot import av blandede materialer for gjenvinning.

Innovative industrielle aktører bør innta førerretet i æra D. De vitenskapelige og teknologiske mulighetene til å gjenvinne atomer og molekyler er nesten ubegrensede i åpen internasjonal konkurranse, og mange av løsningene vil det være mulig å ta patent på. Myndighetene spiller en rolle i å forby blandede materialer som ikke kan løses opp, men nye D-løsninger og teknologier vil oppstå som følge av industriforskning:

- depolymerisert plast, som i en viss grad gjøres med nylon, fluorinerte polymer (PTFE), for eksempel, eller re-ekstrudere brukt, hard polyetylen (HDPE)
- av-legere metaller, Ni, Cr eller Cu i stål reduserer kvaliteten og den økonomiske verdien av stål
- delaminere karbonfiberkompositt, som i økende grad brukes i store volumer i produksjonen av fly, biler og vindturbinblader. Det finnes ingen teknologier som kan løse opp sammensetningene og gjenvinne materialet.
- avvulkanisere dekk for å gjenvinne gummi og stål. Det finnes flere teknologier for dette, men kommersialisering hindres av subsidier til forbrenning av brukte bildekk.
- fjerning av maling. Det finnes teknologier som fjerner maling fra flyskrog ved hjelp av CO<sup>2</sup>-pellets eller vannstråle i stedet for kjemikalier; prosessvannet filtreres og brukes om igjen.
- dekonstruksjon av høyhus og større infrastruktur: Intercontinental Hotel i Tokyo ble dekonstruert med et vellykket resultat. Et økende antall vindturbiner til havs, demninger og kjernekraftverk vil bli tatt ut av drift i årene som kommer, og disse må dekonstrueres. Omtrent 80 prosent av ressursene som brukes til å bygge en konstruksjon, finnes i den bærende konstruksjonen. Dess høyere konstruksjonen er, dess mer energi er påkrevd for å heise materialene opp. Energien som trengs til heisingen, kan gjenvinnes når en skal frakte komponenter og materialer ned i en smart dekonstruksjonsprosess.

Ettersom mange materialer som har nådd slutten på levetiden, har ingen eller negativ verdi, oppstår spørsmålet: Hvem skal gjenvinne de, og hvem skal betale?

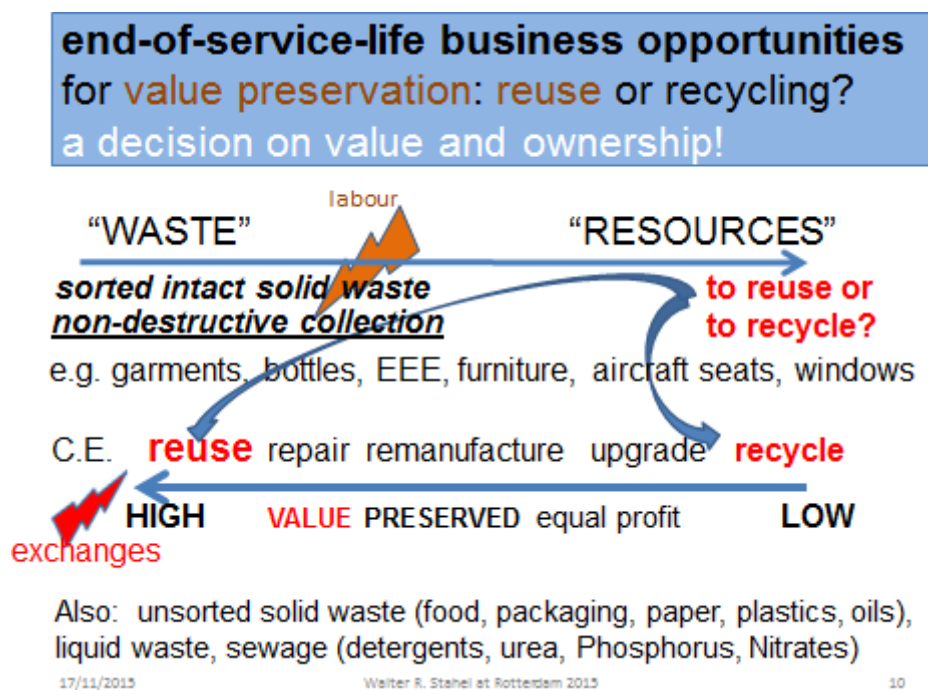
Gjenvinning av rene atomer og molekyler er mulig og innført for noen få materialer som gull, sølv og kopper. Der dette ikke er gjort, er løsninger for å forebygge forurensning ved starten på livsløpet («beginning-of-pipe») mer effektivt enn løsninger for avfall til sluttbehandling. Dersom forebygging ikke er mulig, kan lønnsomme teknologier utvikles i enkelte tilfeller, for eksempel for å gjenvinne fosfor fra kommunalt spillvann og gull fra industrielt spillvann. Støtte til D-æraen kan også komme fra produksjonen, der forskning på enkeltatomteknologier er påbegynt innen elektronikk og fotonikk<sup>36</sup>.

---

<sup>36</sup> Centre for Single-Atom Electronics and Photonics, i samarbeid med ETH Zurich og KIT Karlsruhe, Institute for Geophysics ved ETH Zurich.

Arbeidsinnsatsen i D-æraen avhenger i stor grad av hvilken beslutning om verdibevaring som tas for gjenstander som har nådd slutten på levetiden, som vist i figur 8. Alternativet som gir høyest verdi, krever at det samles inn og sorteres på en måte som ikke ødelegger gjenstandene. Dette er arbeidsintensivt og dermed dyrere enn å bruke en komprimerende søppelbil, men bevarer i større grad den økonomiske verdien på gjenstander, komponenter og materialer.

Ressurs-(avfalls-)forvaltere har derfor et bredt ansvar for å oppfylle hovedmålet i ISØ, som er å opprettholde høyest mulig bruksverdi for gjenstander, og en forvaltning som går ut på å styre et materialsystem som sikrer at atomer og molekyler har høyest mulig verdi og renhetsgrad. For å kunne gjøre dette trenger de frihet til å maksimere sin økonomiske gevinst (figur 8). Bruksverdien av brukte gjenstander er liten i forhold til den materielle verdien. Mange produkter som har nådd slutten på levetiden, har faktisk negativ økonomisk verdi, da gjenvinningskostnadene er høyere enn skrapverdien. Ikke-destruktiv innsamling av brukte gjenstander og materiell som har nådd slutten på levetiden, for eksempel aviser, flasker og plast som er sortert i rene materialfraksjoner, er derfor en forutsetning for å beholde muligheten for å få høyeste pris. Jo høyere opprettholdt verdi, dess høyere gevinst for avfallsforvalteren.



Figur 8: Forretningsmuligheter ved verdioppretholdelse av produkter som har nådd slutten på levetiden – gjenbruke eller gjenvinne?

En ikke-destruktiv innsamling av produkter som har nådd slutten av levetiden sin, viser kundene at selskapene bryr seg om miljøet, og øker lønnsomheten for ressurs-/avfallsforvalteren. Å behandle produkter som har nådd slutten på levetiden sin, som ødelagte produkter eller produkter som det ikke er etterspørsel etter, og ikke som avfall, innvirker på selskapers miljømessige, sosiale og økonomiske bærekraft. Egenskaper som komponentstandardisering og materialidentitet for produkter får ny strategisk betydning og virker på avgjørende vis inn på opprettholdelse av verdien og dermed på ressurs-/avfallsforvalterens fortjeneste.

Sirkularitet i naturen fungerer godt for naturlige materialer, som brytes ned med sin egen hastighet. Etter hundre år ligger rester av stålskroget fra «Titanic» fremdeles på Atlanterhavs-bunnen, mens mesteparten av det organiske materialet har blitt borte. Når det gjelder tilvirkede produkter, bør produsenten akseptere ansvar for sine produkter ved utgangen av levetiden ettersom det var produsenten som valgte materialer til produksjonen og de kommersielle strategiene på salgspunktet. Gjenstander med evig liv, som plast i havet, er uønsket.

Men en sirkulær økonomi trenger fungerende markeder og rett eller plikt til å opprettholde både verdien og renhetsgraden til gjenstander og ressurser. I så henseende skiller den sirkulære økonomien seg ikke fra LIØ: Det er nødvendig med effektive markeder der tilbud og etterspørsel kan møtes, og det gjelder like mye for tjenester for å gjenvinne rene ressurser som for brukte produkter og komponenter som introduseres på markedet igjen.

Mye av dagens verditap kan tilskrives markedssvikt og en «lineær» tilnærming til produktdesign. Årsakene til verditap finnes i hele verdikjeden av sammensatte produktkategorier samt i måten gjeldende lovgivning er utarbeidet på.

Produksjonsbedrifter har få insentiver til å utvikle produkter der materialene kan gjenvinnes, til tross for prinsippet om «utvidet produsentansvar».

Produkter skaper derfor en negativ eksternalitet for sekundær materialproduksjon. Negative eksterne virkninger oppstår også ved produksjon av primære råvarer, men gjenspeiles sjelden helt i prisen på råmaterialer. Lovbestemmelser og målsettinger kan også styre i feil retning, noe som kan gjøre at materialer brukes som lavverdi-aggregater<sup>37</sup>.

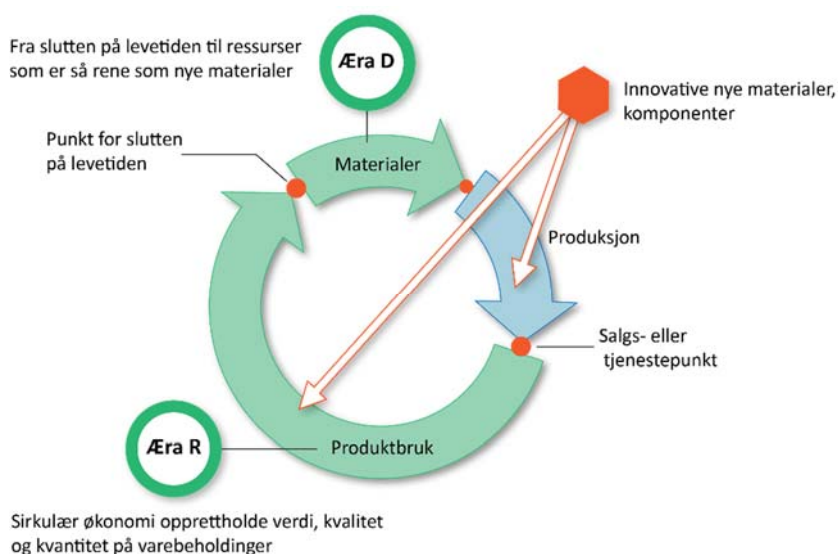
---

<sup>37</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem

## Kapittel 5: Betydningen av salgspunkt eller produksjonssted og ansvar

Husk! I LIØ slutter økonomisk optimalisering ved salgspunktet (PoS), der produsenter overfører eierskap og ansvar for produkter til kjøperen (økonomiske aktører eller enkeltkunder), ofte med en kortsiktig garanti i tilfelle fabrikasjonsfeil. Markedsføring og publisitet rundt produktene og selve salgspunktet (butikker og kjøpesentre) er den mest høylytte og synlige delen av LIØ.

ISØ er stille og usynlig – det finnes ikke noe «utstillingslokale» for tjenestene som tilsvarer publisiteten i LIØ. Det oppstår da et spørsmål om hvem som bør målbære fordelene ved ISØ overfor produkteierne som skal ta avgjørelsen om å forlenge levetiden til eller kaste og erstatte brukte gjenstander.



Salgspunktet (PoS) skiller LIØ fra ISØ.

Tradisjonelt sett overføres eierskap og ansvar fra produsenten til kjøperen av produktet på salgspunktet. Imidlertid har nylige rettslige trender utvidet produsentansvaret til å gjelde utenfor produksjonsstedet. «Nestlé dreper spedbarn», «tobakksrøyking dreper», «asbest fører til for tidlig død blant arbeidstakere», er bare noen av overskriftene.

Figur 9: Nøkkelposisjonen for salgspunktet mellom produksjon og bruk av produktet

### Om leketøy og verktøy, mote og funksjon

For forbruksvarer – såkalte leketøy – er salgspunktet (PoS) vendepunktet mellom produksjon og bruk: Gjenstander som er produsert i LIØ, og som ikke blir solgt, blir til såkalte nullivsprodukter («zero-life goods») (se figur 17). Det gjelder for alle gjenstander, fra datamaskiner og hus til kraftverk. Salgspunktet er derfor stedet der støtet settes inn i form av publisitet, markedsføring og i senere tid «incentivfremmere». Budskapet er: «Kjøp!» Drivkraften er nye, moderne, «større, bedre, raskere, grønnere» forbruksvarer. Disse produktene kalles «leketøy» fordi de ikke lenger er attraktive når nye produkter med akkurat samme funksjon kommer på markedet. Typiske eksempler på slike leketøy er klesplagg, møbler, kjøretøy og smarttelefoner og som oftest kjøpes de for egen regning.

For investeringsvarer (verktøy) utgjør salgspunktet vendepunktet mellom produksjon og produktiv bruk. Salget av disse styres av kjøperens kriterier for å maksimere forventet avkastning på investeringen. Typiske verktøy er utstyr som benyttes av ansvarlige for utstyrsbeholdninger i YT-økonomien (YT, kapittel 7), for eksempel jernbaneselskaper og flyselskaper, ledere i eiendomsmeulingsbransjen, Forsvaret og utleie- og

leasingfirmaer. Dette kan være alt fra produksjonsutstyr og fast eiendom til biler, anlegg, kunst, tekstiler og eksklusive damevesker. Dette er finansielle eiendeler som faller i verdi skattemessig, noe som kan være et økonomisk incentiv til å forlenge levetiden på dem. Ansvarlige for utstørsbeholdninger og andre profesjonelle eier-brukere av objekter har ofte kunnskapen og ferdighetene som trengs for å reparere og vedlikeholde – og til og med refabrikkere – verktøyene sine. Det gjør dem til pådrivere for ISØ.

Dersom produsenter fortsetter å eie gjenstander og selger produkter som en tjeneste, endres PoS til produksjonsstedet (for mobile gjenstander) eller datoen for idriftsettelse (for byggverk) og blir grensepostene mellom produsentene og produktiv bruk. Disse økonomiske aktørene har kontroll over hele levetiden til eiendelene sine, internaliserer alt ansvar og kostnader for tap og avfall og innehar ferdigheter, kunnskap og økonomisk motivasjon til å gjennomføre forebyggende tiltak for å forlenge levetiden på produktene sine. Integring av mulighetene i R- og D-æraene er nøkkelen til å maksimere fortjenesten.

Mange gjenstander, for eksempel biler, datamaskiner og smarttelefoner, er flerbruksgjenstander<sup>38</sup> der bruken av gjenstanden avgjør om det er et verktøy eller et leketøy.

### PoS – vendepunkt for eierskap og ansvar

Ved salgspunktet (PoS) overføres eierskapet og ansvaret for bruken av og slutten på levetiden fra produsenten til kjøperen. Dette gjelder ikke for garantier i tilfelle fabrikkasjonsfeil i en begrenset periode. Eierskap til produkter innebærer retten til å gjenbruke eller gjenmarkedsføre, reparere eller oppgradere et produkt – eller ikke. Eieren av produktet styrer bruken av det og avgjør hvor lenge det skal «leve», samt hvilke R-tjenester, gjør-det-selv-ferdigheter og samfunnsordninger, for eksempel reparasjonskafeer, som vil bli brukt til å forlenge levetiden. En holdning der en tar vare på tingene sine og der en har tilgang til drift- og vedlikeholdstjenester (D&V) av høy kvalitet, er viktig fordi at med forlenget levetid blir D&V-kvalitet viktigere enn produksjonskvalitet.

Ved eventuelle videre PoS i løpet av produktets levetid overføres eierskap og ansvar igjen fra selgeren til kjøperen av produktet. Prisen på det brukte produktet kan fastsettes på grunnlag av produktets bruksverdi eller for samleobjekter på grunnlag av sjeldenhetsverdien (veteranbiler, da Vinci-malerier).

Definisjonen av ansvar endres med digitalisering av økonomien og Tingenes internett (the Internet of Things – IoT). For smarte og autonome produkter er eierskap ofte delt mellom maskinvare og programvare, der produsenten av programvaren inntar førersetet<sup>39</sup>. Det betyr at de rettighetene eier-brukeren av systemet har, kan bli innskrenket, og at produktens levetid kan bli avbrutt. Ved å bruke smarte produkter og IoT kun i YT-økonomien, der eierskap og ansvar ligger hos produsenten, kan en unngå dette problemet og legge all risiko på produsentene.

For tilkoblede IoT-produkter som eier-brukere kjøper, er eierskaps spørsmålet uklart, enten det dreier seg om smarttelefoner eller John Deere-traktorer. Selv om eierskapet til det fysiske produktet overføres, vil eierskap og kontroll av programvaren fremdeles ligge hos produsenten. Dette bryter med LIØ-prinsippet om at produsenter ikke har eierskapsrettigheter eller ansvar for maskinvare og programvare etter

---

<sup>38</sup> Flerbruk henviser ofte til objekter som kan brukes til militære eller sivile formål.

<sup>39</sup> Av forskjellige grunner, deriblant immaterielle rettigheter eller IPR, selger produsenter som Apple og John Deere maskinvare (smarttelefoner og traktorer), men nekter å gi kundene tilgang til kildekoder og algoritmer for programvaren, som ville gjort at kundene kunne reparere de tekniske systemene og styre og forlenge levetiden på produktene.

salgspunktet, og har ført til en «rett til å reparere»-problemstilling. Denne problemstillingen ble brakt for retten i USA i 2018 i forbindelse med Apples iPhoneer.

### Produsentansvaret er i endring

I det 21. århundret har utslippsskandalen «dieselgate» kostet enkelte produsenter flere milliarder amerikanske dollar. Resultatet kan bli at produksjonen av dieselmotorer vil opphøre. Kulturforskjeller mellom USA og Europa har også kommet til syne med tanke på hvordan en skal tolke produsentens ansvar. Det som var et engangssalgspunkt, vil i økende grad bli et tilbakevendende tjenestepunkt i levetiden til varige produkter ettersom produsentens ansvar ofte inkluderer bruk av produktene. Som et neste logisk skritt vil produsentene måtte akseptere ansvar for hva som skjer når produktet har nådd slutten på levetiden, og dermed lukke sirkelen ved å påta seg utvidet produsentansvar (EPL, se kapittel 6).

Allerede i dag gir produsenter som selger ytelse, og ansvarlige for utstyrsbeholdninger som selger varer som en tjeneste (leieprodukter, offentlig transport) eller materialer som en tjeneste (kjemisk leasing), livslang funksjonsgaranti for produktene eller til og med for den ytelse som er blitt lovet. Salgspunktet har blitt til et punkt for brukerservice. Eierskap og ansvar for produktet ligger fremdeles hos produsenten eller ansvarlige for utstyrsbeholdninger. Økodesignprinsipper for å forebygge avfall og skape mer energieffektivitet brukes nå i stor utstrekning av industrielle designere som er engasjert av økonomiske aktører til å maksimere fortjenesten.

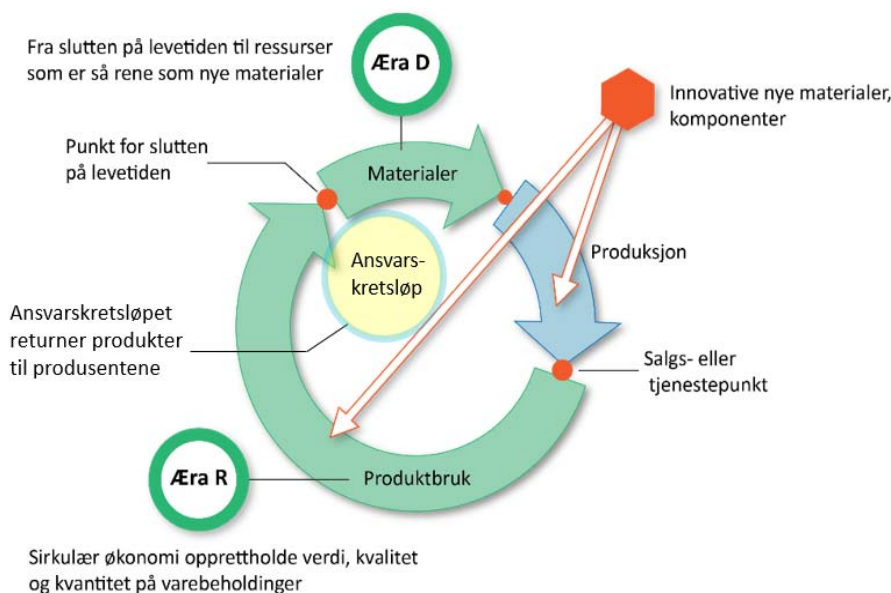
En overgang til utvidet produsentansvar kan motivere LIØ-produsenter til å gå over til ISØ, der målet er å styre beholdninger av tilvirkede produkter og opprettholde høyest mulig bruksverdi som et konkurrerende og mer bærekraftig alternativ til å produsere og selge erstatningsvarer i markeder som nesten er mettet. Beslutningstakere og de som håndterer offentlige anskaffelser, kan også bli viktige pådrivere for en slik overgang der målet er å oppnå bedre nasjonal ressursikkerhet.

## Kapittel 6: Det usynlige ansvarskretsløpet og betydningen av politiske retningslinjer

Husk! I LIØ-logikken ligger ansvaret for gjenstander som har nådd slutten på levetiden, og materialene de inneholder (avfall), utelukkende hos produktets siste eier-bruker.

### Utvidet produsentansvar (EPL) – å lukke det usynlige ansvarskretsløpet

Den bærekraftige innvirkningen av ISØ kan økes betraktelig ved å lukke de usynlige ansvarskretsløpene for både gjenstander og materialer i tillegg til å lukke de fysiske kretsløpene for R- og D-æraene



Utvidet produsentansvar (Extended Producer Liability - EPL) skaper et usynlig ansvarskretsløp der varer og materialer som ikke lenger har verdi på slutten av levetiden, returneres til produsenten som er den «siste ansvarlige eieren» (Ultimate Liable Owner – ULO).

Produsenten vet hvordan produktene ble fremstilt, og hvilke materialer som ble brukt. Det betyr at han også vet hvordan en best kan revaluere komponenter og materialer og omdanne dem til nye produkter eller rene molekyler.

Utvidet produsentansvar sørger for at produsenter som selger varer, konkurrerer på like vilkår med produsenter som selger varer som en tjeneste, som allerede opprettholder eierskapet og internaliserer ansvaret.

Figur 10: Utvidet produsentansvar (EPL) – lukke det usynlige ansvarskretsløpet

I LIØ ligger ansvaret for bruken av produkter hos produktets eier-bruker: Det er ikke våpenet som dreper, men den som trykker på avtrekkeren. Produsentenes strategi i LIØ om å begrense produsentansvaret etter salgspunktet begynte å svekkes i andre del av det 20. århundret. Nestlé ble beskyldt for å «drepe spedbarn» fordi de solgte tørrmelk uten detaljerte instruksjoner for hvordan morsmelkerstatninger skulle tilberedes. Tobaksindustrien ble anklaget for å drepe røykere, og til og med passive røykere, som følge av bruk av deres produkter. Asbestindustrien fikk skylden for dødsfall blant arbeidere som produserte eller håndterte sementprodukter som inneholdt asbest, selv flere tiår etter at de ble produsert. Denne tendensen kan nå spre seg til immaterielle produkter, da noen ser på «sosiale medier som den nye sigaretten». Det kan føre til strengere lovgivning i USA og bøter for produsenter.

En slik utvikling er ikke så revolusjonær som den høres ut. Den bygger på filosofien i den amerikanske loven Resource Conservation and Recovery Act fra 1976, Superfund legislation fra 1980 og det europeiske

prinsippet om at forurenseren betaler (Polluter Pays Principle -PPP<sup>40</sup>) som ble innført ved århundreskiftet, der produsenter ble gjort ansvarlig for miljøskader som de forårsaker.

Innenfor EU skiller det mellom produsentansvar (Extended Producer Liability - EPL) og produsentforpliktelser (Extended Producer Responsibility - EPR). Produsentansvarlovverket er mye mer omfattende enn lovverket for produsentforpliktelser, som tillater at produsenter setter ut ansvaret til tredjeparter. Ettersom de ikke har tilgang til produsentkunnskap eller den kommersielle muligheten til å utnytte mulighetene som ligger i å bevare verdien til et produkt ved å bruke komponenter eller materialer om igjen, vil de gå inn for de gjenvinningsmetodene som er billigst.

### Gjenstander – Produsentansvar og siste ansvarlige eieren i æra R

Et ISØ-politisk rammeverk som kun lukker de materialkretsløpene som er godt synlige i æra R, men ikke tar i betraktning de usynlige immaterielle ansvarskretsløpene, går glipp av en viktig faktor som kan bidra til å oppnå bærekraft: å lukke ansvarskretsløpet ved hjelp av utvidet produsentansvar (EPL).

Ved å definere «produkter uten positiv verdi eller en ansvarlig eier» åpner en for en industriell løsning (bruke materialer med iboende verdi, som gull eller kopper) og en løsning som innebærer politiske retningslinjer – definere den opprinnelige produsenten som den endelige ansvarlige eieren (ULO). Lukking av ansvarskretsløpet innebærer dermed at produkter som er helt uten verdi på slutten av levetiden, kan returneres til produsenten som er den «endelige ansvarlige eieren»<sup>41</sup>.

Et slikt utvidet produsentansvar (EPL) vil gi produsenter et sterkt insentiv til å forebygge videre ansvar ved å utvikle produkter med maksimum verdi etter at levetiden opphører (se figur 8) og minst mulig ansvar. Utvidet produsentansvar sidestiller produsenter som selger produkter, med økonomiske aktører som selger varer som en tjeneste, der eierskap og ansvar for produktene og materialene beholdes i hele levetiden.

Digitalisering av økonomien, autonome produkter og Tingenes internett utgjør en trussel for ansvarsbeskyttelse for LIØ-produsenter på en annen måte. Når det gjelder smarte kjøretøy, vil det kanskje ikke lenger finnes en sjåfør som kan holdes ansvarlig hvis det skulle skje en ulykke, og eierskapet må kanskje deles mellom maskinvare (produsenten og/eller bilens eier) og programvare (produsenten og/eller eieren av algoritmene som driver kjøretøyet). En må dermed revurdere forbindelsen mellom eierskap og ansvar. I førersetet på smarte produkter sitter i hovedsak produsent-eieren av programvaren<sup>42</sup>. Det virker inn på rettighetene forbundet med (maskinvare-)eierskap.

Målet med ISØ er å opprettholde høyest verdi og nytte av tilvirkede produkter, for eksempel gjennom gjenbruk og strategier som forlenger levetiden. To separate utviklinger kan føre til innføring av utvidet produsentansvar:

- Hvis formålet med lovgivningen er å beskytte ofre, kan digitalisering av økonomien og fraværet av en «eier-bruker» i smarte produkter føre til utvidet produsentansvar for tekniske systemer.

<sup>40</sup> Prinsippet om at forurenseren betaler (Polluter Pays Principle) er et prinsipp som kommer til uttrykk i lovgivningen, og som fastsetter at den som skaper forurensningen, også skal ha ansvaret for å betale for miljøskader.

<sup>41</sup> Forfatteren har utledet konseptet «endelig ansvarlig eier» (ULO) fra «endelig rettighetshaver» (Ultimate Beneficial Owner – UBO), som ble introdusert i USA på 1970-tallet for å forebygge skatteunndragelse gjennom eierskap i selskaper i skatteparadis.

<sup>42</sup> Av forskjellige grunner, deriblant immaterielle rettigheter, selger produsenter som Apple og John Deere maskinvare til teknologisystemer, men nekter å gi kundene tilgang til kildekode og algoritmer for programvaren, som ville gjort at kundene kunne reparere de tekniske systemene og styre og forlenge levetiden på produktene.

- Tilvirkede produkter utvikles og produseres av en økonomisk aktør, der navnet eller en kode ofte er oppgitt på produktet. Produsenten vet hvordan produktet ble fremstilt, identiteten på materialene og hvordan produktet eller materialene best kan brukes om igjen. Produsenten styrer merverdi og distribusjonsskjeder, fastsetter salgsprisen og kan internalisere kostnader forbundet med slutten på levetiden i prisen på salgspunktet. Produsenten er dermed den logiske «endelige ansvarlige eieren» (ULO) av produktene sine.

Et slikt endelig ansvar kan gjelde for forskjellige typer produkter:

For verktøy – tilvirkede produkter som brukes av økonomisk aktører for å skape inntekter (som verktøymaskiner, kommersielle kjøretøy, produksjonsutstyr) – er eieren i dag vanligvis ansvarlig for kostnader ved avsluttet levetid og har en økonomisk interesse for å oppnå høyest mulig gjenbruksverdi ved å selge enten

- komponenter som kan refabrikeres, f.eks. maskinlagre, til originalutstyrprodusenter,
- materialer som er egnet for molekylgjenvinning, f.eks. jernholdige og ikke- jernholdige metaller til ressursforvaltere, eller
- bygninger eller tomter som bygningene står på, til eiendomsutviklere.

Autonome produkter som selvkjørende biler er verktøy som sannsynligvis vil komme med obligatorisk utvidet produsentansvar ettersom objektet som har styringen, ikke kan være en ansvarlig sjåfør.

For leketøy (tilvirkede produkter som eies og brukes av enkeltpersoner, og som ofte har kort levetid og brukes på ulike måter) vil ansvaret for kostnader forbundet med slutten på levetiden (innhenting og deponering) ligge hos kommuner eller tredjeparter (WEEE)<sup>43</sup>. For leketøy uten verdi, eller med negativ verdi, vil kommuner eller nasjonale stater dermed bli eiere og avfallsforvaltere i siste instans. Typiske eksempler er produkter som folk har forlatt, som plast i havet. På en populær strand på Bali samler 300 kommunearbeidere og 35 lastebiler 100 tonn plastavfall hver eneste morgen før turistene ankommer.

Det er her konseptene utvidet produsentansvar og endelig ansvarlig eier vil svi mest for produsentene. Det vil være et sterkt insentiv til å forhindre at en slik situasjon oppstår. EPL-konseptet vil imidlertid ikke løse et nedarvet problem forårsaket av LIØ-prosessen ta – lage – selge – bruke – kaste, som ved plast i havet.

Mat er et spesielt tilfelle der avfallsforebygging er den eneste løsningen for å opprettholde verdien. Flere europeiske land har nylig innført lovgivning som skal eliminere matavfall. Overskuddsmat må doneres til sosiale institusjoner eller vanskeligstilte mennesker før den går ut på dato.

## Materialer – Utvidet produsentansvar og siste ansvarlige eier i æra D

Målet i ISØ er å opprettholde høyest mulig verdi på molekyler i økonomien ved å gjenvinne atomer og molekyler med høyest mulig renhetsgrad. Men drivkraften bak tradisjonelle gjenvinningsaktiviteter for avfall til sluttbehandling, er å minimere kostnadene for virksomheten, ikke å opprettholde høyest mulig

<sup>43</sup> EUs direktiv for elektriske og elektroniske produkter (WEEE-direktivet). I Den europeiske union innhentes og gjenvinnes elektrisk og elektronisk avfall i separate avfallsstrømmer der dette finansieres av produsentene.

verdi på materialer for samfunnets skyld. Dagens konflikt mellom mikro- og makroøkonomisk optimalisering fører til betydelig makroøkonomisk tap<sup>44</sup>.

Dersom avfall defineres som materiale uten positiv verdi eller en siste ansvarlig eier, vil et utvidet produsentansvar gi produsenter av tilvirkede materialer, som metallegeringer og polymerer, sterke insentiver til å utvikle materialer som kan identifiseres og utvinnes ved hjelp av sorteringsteknologi, for å opprettholde en positiv verdi og forebygge videre ansvar.

Europeiske politikere har vært klar over denne problemstillingen en stund, og ved århundreskiftet ble det innført utvidet produktansvar (EPR) for produsenter og importører av elektriske og elektroniske gjenstander. Et slikt EPR-ansvar er finansielt, som regel et lite beløp som legges til på salgspunktet, og ansvaret for gjenstander som har nådd slutten på levetiden, kan overføres til tredjepartsforvaltere. Få produsenter har derfor endret sine prioriteringer når det gjelder industridesign, eller innført strategier for tilbakekjøp for å gjenvinne komponenter eller materialer til gjenbruk.

ULO- og EPL-konseptene vil ikke løse problemet med «gratis» varer, det vil si naturressurser som er utsatt for overforbruk, for eksempel fiskebestander, eller som ender opp på «gratis» søppelfyllinger, som i atmosfæren (CO<sub>2</sub> og andre klimagassutslipp), havet (plastavfall og giftige kjemikalier) eller i verdensrommet (gjenstander som etterlates i verdensrommet). Dette problemet er kjent som «Allmenningens tragedie» og omfatter i dag også naturlig kapital, biologisk mangfold, biogenetikk og samfunnets kunnskapstorg.

### Hvilken rolle spiller politiske retningslinjer og skatt på arbeid?

Politikere står overfor en rekke verdensomfattende problemer som kan grupperes under paraplyen Bærekraftige utviklingsmål («Sustainable Development Goals» – SDG)<sup>45</sup>, som er en etterfølger av FNs tusenårsmål.

ISØ karakteriseres av høy arbeidsinnsats, men lav karbon- og ressurstillførsel, og er delvis avhengig av små og mellomstore desentraliserte virksomheter. Det gjør at politiske retningslinjer som skal fremme ISØ, kan bidra til å løse flere av disse problemene på en helhetlig måte.

Ett eksempel er «bærekraftig beskatning»<sup>46</sup>, et konsept som bygger på arbeidskraft og ressurser som produksjonsfaktorer og deres relative vekt, som er svært forskjellig i LIØ og ISØ. LIØ er ressurs- og

---

<sup>44</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem. Rapporten ser på materialbruk i et verdiperspektiv. Den analyserer bruk av materialer i svensk økonomi i penger i stedet for i tonn og kubikkmeter. Rapporten søker å finne svar på følgende nøkkelspørsmål: For hver 100 svenske kroner råmateriale som tilføres den svenske økonomien, hvor mye er restverdien etter én brukssirkel? Hva er hovedgrunnene til at materialverdien synker? Hvilke tiltak kan innføres for å opprettholde en høyere materialverdi, og hvor mye kan gjenvinnes? Hvilke forretningsmuligheter kan oppstå som følge av dette?

<sup>45</sup> Bærekraftsmålene (SDGs) består av 17 globale mål som er formulert av De forente nasjoner. Det er innbyrdes sammenheng mellom de bredeste målene, men hvert mål har sine egne mål som de skal oppfylle. Samlet antall mål er 169. Bærekraftsmålene dekker et vidt spekter av sosiale og økonomiske utviklingsanliggender.

<sup>46</sup> For en mer detaljert analyse, se Stahel, Walter R (2013) Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society; i: *Philosophical Transactions A of the Royal Society, London*. Utgitt 28. januar 2013 doi: 10.1098/rsta.2011.0567 *Phil. Trans. R. Soc. A* **13 March 2013** vol. 371 no. 1986 20110567.

kapitalintensiv, mens ISØ er arbeidskraftintensiv. I dag har mange land en finanspolitikk der det er høy skatt på arbeid, samtidig som det gis subsidier til produksjon og forbruk av fossile brensler og andre ikke-fornybare ressurser.

Ved å reversere beskatningen på disse to produksjonsfaktorene til fordel for fornybare ressurser og beskatte ikke-fornybare ressurser vil en gi økonomiske aktører direkte insentiver til å gå over til ISØ og bærekraft og motivere folk til å «bygge skip» slik som Saint-Exupéry så for seg.

Menneskelig arbeidskraft er en fornybar ressurs<sup>47</sup>. Ved å ikke skattlegge denne ressursen, men ikke-fornybare ressurser i stedet, vil en

- fremskynde overgangen fra flyt- til beholdningsoptimalisering, altså fra LIØ til ISØ
- utvide bruken av sirkulær økonomi til å omfatte nye økonomiske aktører og nye sektorer
- styrke konkurransevnen til eksisterende økonomiske aktører i ISØ

En bærekraftig beskatning bør også respektere den sirkulære økonomiens karakter ved å ikke legge merverdiavgift på gjenbruk, reparasjoner og refabrikasjon, altså aktiviteter som bevarer verdien, ikke tilfører mer verdi, og ved å gi karbonkreditt for å forebygge utslipp av klimagasser, på samme måte som for å redusere dem.

R-æraen, og til en viss grad D-æraen, forebygger utslipp av betydelige mengder klimagasser (og avfall), men det gis ingen karbonkreditt under eksisterende eller planlagte klimagassprogrammer, som er basert på den lineære tankegangen i den industrielle økonomien: Først forurens for så å belønnes for å redusere forurensningen!

Å tilrettelegge rammebetingelsene og spre kunnskap om ISØ bør være en prioritet for styresmaktene. På slutten av 2016 innførte Sveriges riksdag halv merverdiavgift på reparasjoner og besluttet at lønnskostnader for reparasjoner skulle være fradragsberettiget. På EUs toppmøte i Luxembourg i 2017 la EUs finanskommisær Moscovici frem forslag om det samme til alle medlemsland, som har enemyndighet til å endre nasjonal skattepolitikk.

Regjeringer kan også fremme overgang til ISØ gjennom lengre skattemessige avskrivningsperioder. Den lange gjennomsnittlige levetiden på fly stammer fra skattemessige avskrivningsperioder på 15 år, som innebærer et produktansvar for produsentene på 18–22 år. Det er en sterk sammenheng mellom levetiden på produkter, produsenters ansvarsperioder og avskrivningsperioder<sup>48</sup>. Lovgivere kan anvende lengre avskrivnings- og produktansvarsperioder som et virkemiddel for å skape arbeidsplasser i landet, forebygge avfall og styrke regional økonomisk utvikling. Til sist kan styresmaktene fremskynde overgangen til ISØ gjennom en bærekraftig offentlig politikk for offentlige anskaffelser, både som viktige kjøper-eiere av objekter og gjennom subsidier til kjøper-eiere.

---

<sup>47</sup> Økonomisk suksess er ikke avhengig av inntektsskatt. Florida og Texas er de to sterkeste økonomiene i de amerikanske delstatene og blant de elleve delstatene som ikke har inntektsskatt, mens andre nasjoner og stater har økonomiske problemer.

<sup>48</sup> Stahel, Walter R (2010) *The Performance Economy*, 2. utgave, s. 185–186.

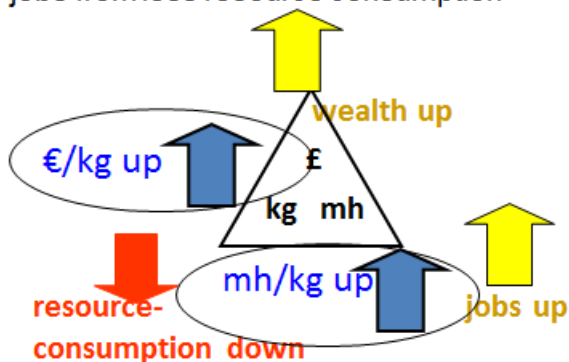
## Betydningen av hensiktsmessige økonomiske indikatorer

Ved å introdusere absolutte frakopplingsindikatorer (figur 11) kan regjeringsmaktene synliggjøre konsekvenser av endringer overfor dem som trekker opp retningslinjer, økonomiske aktører og forbrukere. Lisboa-strategien fra år 2000<sup>49</sup> har som mål å skape økt velstand, flere jobber og lavere ressursbruk. Det sammenfaller med målsettingene i ISØ. Diagrammet nedenfor<sup>50</sup> (figur 11) setter disse faktorene i perspektiv og viser de absolutte frakopplingsindikatorene som kan utledes:

- verdi per vekt, i euro per kilogram (€/kg eller UK£/kg eller £/kg)
- arbeidsinnsats per vekt, i arbeidstimer (at) per kilogram (at/kg)

Disse indikatorene kan brukes til å sammenligne produkters bærekraft kommersialisert gjennom forskjellige forretningsmodeller og målt på salgspunktet i «netto €/kg» og «netto at/kg».

The Performance Economy uses absolute decoupling indicators to monitor more wealth and jobs from less resource consumption



© 2010  
Stahel, The Performance Economy, 2006/2010

30

Figur 11: De to absolutte frakopplingsindikatorene i ISØ måler økt velstand og flere jobber fra mindre ressursforbruk.

<sup>49</sup> I mars 2000 vedtok Det europeiske råd en tiårsstrategi som skulle gjøre Unionen til «den mest konkurransedyktige og dynamiske kunnskapsbaserte økonomien i verden, en økonomi som kan skape en bærekraftig økonomisk vekst med flere og bedre arbeidsplasser og større sosial utjevning». Ifølge strategien vil en styrket økonomi skape flere jobber kombinert med en sosial- og miljøpolitikk som skal sikre bærekraftig utvikling og sosial inklusjon.

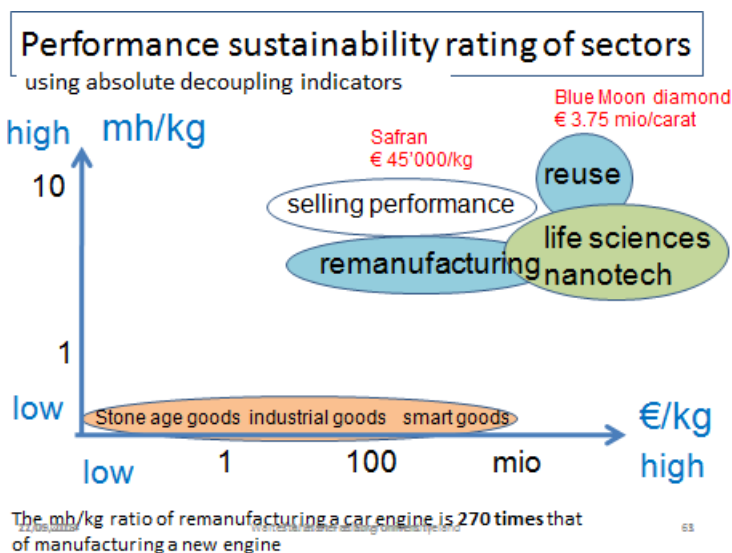
<sup>50</sup> Kilde: Stahel, Walter R. (2006) The Performance Economy, første utgave, s. 62 og 127.

En kan nå fastsette økonomiske sektors bærekraft ved hjelp av disse absolutte frakoplingsindikatorene ved å sammenligne typiske tilvirkede produkter og aktiviteter i LIØ og ISØ (figur 12)<sup>51</sup>. Vi ser at det oppstår to tydelige klynger av økonomiske aktiviteter:

- LIØ med lavt antall arbeidstimer/kg (arbeidsinnsats per vekt)-forhold, som er sammenfallende med masseproduksjon i svært mekaniserte prosesser, og et
- €/kg (verdi per vekt)-forhold som varierer fra lavt for utgangsmaterialer som sement og stål til mellomhøyt for smarte produkter som USB-minnepinner

ISØ med mye høyere at/kg- og €/kg-forhold for gjenbruks-, refabrikasjons- og salgstjeneste (varer som en tjeneste), og nye teknologier, som biovitenskap og nanoteknologi, som av natur produserer dematerialiserte objekter.

Over de to klyngene finnes noen varer med eksepsjonelt høy verdi, for eksempel diamanter samt safran, som er et landbruksprodukt.



Figur 12: Absolutte frakoplingsindikatorer som viser forskjellen mellom LIØ og ISØ

Det er behov for en annen, ny tilnærming for å måle årlig ressurseffektivitet av raske materialstrømmer i æra D: å innføre lovgivning for maksimalt akseptabelt ressurstap i stedet for minste effekt av gjenvinningsprosesser, av følgende grunn:

En gjenvinningsprosess med en effektivitet på 50 prosent sparer 50 prosent av materialbeholdningen. Det betyr at 50 prosent av materialet bevares i første sirkel, 25 prosent i andre og kun 12,5 prosent i den tredje, det som forfatteren refererer til som «prinsippet om invers rentes rente». Hvis en gjenstand har en levetid på ti år, for eksempel en forbrenningsmotor, vil den ha et årlig materialtap på 5 prosent. Hvis gjenstanden

<sup>51</sup> Kilde: <http://product-life.org/en/major-publications/performance-economy>

derimot er en brusboks med en levetid på én måned, vil hele ressursbeholdningen gå tapt etter bare seks måneder, til tross for en gjenvinningsgrad på 50 prosent.

Politikerne i dag er opptatt av avfallsminimering, men bør i stedet rette oppmerksomheten sin mot ressursbevaring. De bør ta prinsippet invers rentes rente i betraktning og fastsette et maksimalt tillatt årlig ressurstap for et materiale i stedet for minimum gjenvinningsgrader. Og ettersom økonomiske tap som skyldes kvalitetstap, er betydelig høyere enn kvantitetstap for materialer<sup>52</sup>, bør politikerne fastsette akseptable årlige økonomiske tapsrater i stedet for ressurstapsrater i lovgivningen.

For å oppsummere: Politikere bør prioritere å fremme gjenbruk og alternativer for lengre levetid (æra R)<sup>53</sup>, etterfulgt av teknologi for sortering i rene materialfraksjoner og teknologier for å gjenvinne molekyler og atomer (æra D).

Hvem bør betale for å utvikle innovative D-teknologier som kan ha en positiv innvirkning på miljøet? Ifølge PPP-prinsippet er det logiske svaret produsentene. En EPL-politikk gir produsenter sterke økonomiske insentiver til å endre valg av materialer eller strategi for å kommersialisere produktene sine slik at de kan beholde eierskapet og gjenvinne produktene etter bruk. En engelsk oppsummering av en svensk studie formulerer det slik:

*Policy will have a central role in achieving improved handling of materials. A first step could be to re-examine pre-existing policies. Current targets for materials collection could be reformulated to take aim at secondary materials production and material value  
The current 'producer responsibility' framework creates weak or non-existent incentives, but could be steered towards some degree of individual rather than collective accountability, underpinned by new technology for the marking and tracking of products. Without the introduction of these types of policies, secondary material will continue to face an uphill battle. Today's playing field is far from level, and therefore other types of measures may also be required – such as requirements for the use of recycled material in new products. International cooperation will be crucial. Most products and materials are international commodities, and it is necessary to coordinate policies, first and foremost at EU level (the European Commission took an important first step with the 2015 Circular Economy Package, but its implementation now requires additional initiatives)<sup>54</sup>.*

Politiske retningslinjer vil spille en sentral rolle i bedre materialforvaltning. Et første skritt på veien kan være å revurdere tidligere retningslinjer. Gjeldende mål for materialinnsamling kan i stedet reformuleres for å rette oppmerksomheten mot produksjon av gjenvunnet materiale og materiell verdi.

Det nåværende rammeverket for produsentansvar gir ingen eller få insentiver, men kan rettes mot en viss grad av individuelt ansvar, i stedet for kollektivt ansvar, understøttet av ny teknologi for markedsføring og sporing av produkter. Uten innføring av et slikt rammeverk vil gjenvunnet materiale kjempe i motvind. I dag finnes det på langt nær konkurranse på like vilkår. Det kan kreve

---

<sup>52</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem.

<sup>53</sup> Dette var et mål allerede i EUs avfallsdirektiv fra 2008, som siden ble oversatt av de fleste medlemslandene.

<sup>54</sup> Material economics (2018) Ett värdebeständigt svenskt materialsystem.

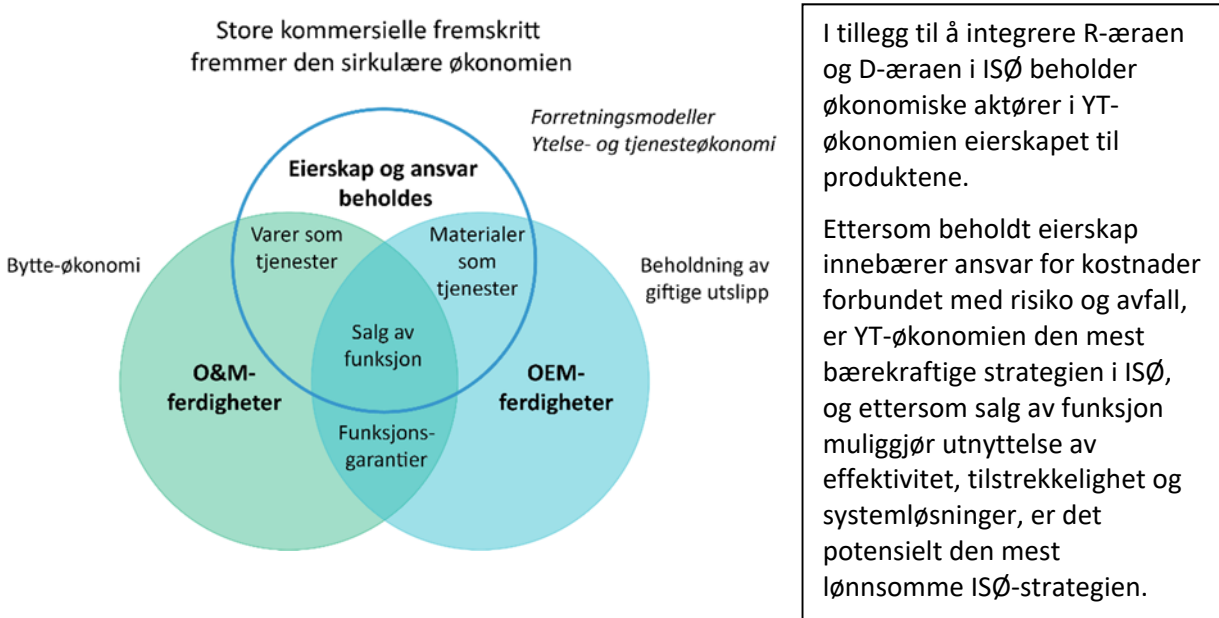
andre typer tiltak, for eksempel krav om å bruke gjenvunnet materiale i nye produkter. Internasjonalt samarbeid vil være avgjørende. De fleste produkter og materialer er internasjonale handelsvarer, og det krever koordinering av retningslinjer, først og fremst på EU-nivå (EU-kommisjonen tok et viktig første skritt med innføringen av EU-kommisjonens pakke for sirkulær økonomi, men innføringen av denne krever nå ekstra tiltak.

## Kapittel 7: Ytelse- og tjenesteøkonomi (YT)

### ISØ som standardvalg

Husk! LIØ optimaliserer produksjonen av objekter frem til salgspunktet ved bruk av de økonomiske prosesser som er mest effektive.

I YT-økonomien selger økonomiske aktører ytelse i stedet for varer. De beholder eierskapet til varene og de materialene som disse inneholder, og tar på seg det fulle ansvaret i hele produktlevetiden. Disse økonomiske aktørene kan være produsenter av varen eller ansvarlige for utstyrsbeholdninger som har ansvar for driften av dem. I begge tilfeller selger de bruken av disse varene som en tjeneste over lengst mulig tid og maksimerer gevinsten ved å utnytte løsninger for både effektivitet og tilstrekkelighet



Figur 13: Selge funksjon i stedet for varer – kombinere OEM- og O&M-ferdigheter<sup>55</sup> med eierskap

Ytelse- og tjenesteøkonomi, det vil si å selge varer og materialer som en tjeneste, funksjonsgarantier eller resultater og funksjon (figur 13), er den mest bærekraftige forretningsmodellen i ISØ fordi den internaliserer kostnadene ved produktansvar, risikoer og avfall og dermed gir et sterkt økonomisk insentiv til å forebygge tap og avfall. YT er svært lønnsomt fordi den maksimerer overskuddspotensialet ved å utnytte tilstrekkelighet, effektivitet og systemløsninger.

<sup>55</sup> O&M Operation and Maintenance, OEM Original Equipment Manufacturer.

Å beholde eierskapet til varer og materialene de inneholder, skaper ressursikkerhet for nasjoner og selskaper til en lav kostnad.

*Hvis produsenter beholder eierskapet til varene sine, blir dagens varer morgendagens ressurser til fjorårets varepriser.*

## Beslutningstakerne

YT-økonomien omdefinierer rollen til tilbudssiden, men innebærer også en radikal endring av etterspørselssiden, fra eierskap til «brukerskap» av varer. Men er dette egentlig noe nytt? Aristoteles hevdet allerede for 2000 år siden at ekte rikdom ligger i å bruke en gjenstand, ikke i å eie den.

I en leieøkonomi trenger ikke brukere kapital for å kjøpe varer<sup>56</sup>, men de får heller ingen kapitalinntekt. Å eie er økonomisk fornuftig for enkeltpersoner dersom eiendelen øker i verdi over tid. Det lønner seg ofte å eie eiendom, men ikke en smarttelefon eller vaskemaskin. Ved å leie produkter får brukerne fleksibilitet. De vet hvor mye det koster å bruke produktet på forhånd, og betaler kun når de bruker det. Forbrukere med sans for moteartikler og konstant fornyelse kan oppfylle drømmen om dette uten å skape overflødig avfall. For eksempel kan de leie en ny sportsbil, antrekk eller håndveske hver helg.

Ansvarlige for utstyrsbeholdninger foretrekker produkter med høy kvalitet og lave vedlikeholdskostnader og er som regel opptatt av funksjon, ikke kortvarige moteartikler. De har også den kunnskap som trengs for å optimalisere driften og holde vedlikeholdskostnader for varene som de har til rådighet, så lave som mulig, for eksempel gjennom standardiserte komponenter og tekniske systemer samt såkalt kaskaderende bruk av varer<sup>57</sup>.

Et godt eksempel er selskaper som leier ut uniformer og leverer tekstiler til sykehus. De begynner å få fortjeneste etter at tøy og klesplagg har vært i bruk i mer enn tre år. Ettersom slike virksomheter er geografisk begrenset av transportkostnader, og fordi det er avgjørende å ha kunnskap om kundenes spesifikke behov, drives slike selskaper gjennom franchisehandel, ikke globalisering. Eierne av fast eiendom er ofte livsforsikringsselskaper eller familielegater som er interessert i langsiktig verdibevaring og lave drifts- og vedlikeholdskostnader. Det kan best oppnås ved å bruke høy kvalitet på materialer og produkter innledningsvis og ved å ha god kjennskap til lokale forhold og skikker.

Det er også viktig for anleggsledere med ansvar for bygging og drift av kompleks infrastruktur, for eksempel flyplasser, å ha inngående kjennskap til drift og vedlikehold. I 2001 inngikk det franske selskapet Eiffage en kontrakt som går over 78 år, for planlegging, finansiering, konstruksjon og drift av en bro nær Millau. Kontrakten er gyldig til 2079 og vedlikeholdskontrakten for prosjektet helt frem til 2121. Prosjektet er et privat finansinitiativ (PFI). Broen vil ikke koste franske skattebetalere en øre, men alle kjøretøy må betale for å krysse broen. (Brodekket er mer enn 200 meter over dalføret og er forbudt for fotgjengere for å

---

<sup>56</sup> Delvis utleieaktivitet kalles noen ganger delingsøkonomi, plattformøkonomi (UBER, Airbnb) eller produkt-tjenestesystemer (PSS), mer for å skille mellom dem enn fordi det er noen faktiske forskjeller.

<sup>57</sup> Xerox innførte tidlig et fellesprinsipp («commonality principle»), der samme komponenter brukes i hele produktrekken. Helt fra begynnelsen av introduserte Airbus en standardisert førerkabin for alle fly. Det reduserer drifts- og vedlikeholdskostnader for flyselskaper forbundet med opplæring av besetning og standby-besetning. Flyselskaper omdanner ofte passasjerfly til transportfly for å forlenge flyets levetid.

hindre selvmord.) Eiffage får fortjenesten og bærer risikoen for prosjektet<sup>58</sup>. Selskapet vil ikke få vite om de har tjent eller tapt på prosjektet før 78 år etter kontraktinngåelsen.

Innovasjon i YT-økonomien stammer fra et fokusskifte, fra optimalisering av produksjon til optimalisering av bruk av objekter, og ved å inkludere faktortid i en slik optimalisering (figur 14). Ved å analysere bruk eller utnyttelse av objekter åpnes det nye muligheter, som produkter med lang levetid (A), produkter med flere funksjoner (M)<sup>59</sup>, tjenestestrategier (V1–V3) og systemløsninger (S) (se figur 4). Slike muligheter har ingen (økonomisk) interesse for industrinæringen som ikke selger bruken av produktet, men varer, og som har som mål å optimalisere produksjonen frem til salgspunktet.

- Eksempler på varer som selges som en tjeneste med enerett til bruk, er utleieleiligheter og verktøy og kjøretøy til utleie, men også offentlige toaletter, ISO-containere og leaset utstyr samt gjenbrukbar emballasje.
- Eksempler på varer eller systemer som selges som en tjeneste for delt bruk, er alle typer offentlig transport (buss, tog, fly) samt offentlige svømmebassenger, konserthaller og vaskerier.
- Eksempler på materialer som en tjeneste er kjemiske leasingkontrakter (også kalt "lei-et-molekyl"). Det gjør det mulig for utleiende og leietakere seg imellom å gjøre rede for kjemikalier som slippes ut i miljøet, noe som kan være påkrevd for å føre oversikter over giftige utslipp<sup>60</sup>.

Ved å selge varer som en tjeneste beholder økonomiske aktører eierskap og ansvar, mens brukerne må utvise omhu, det vil si at de må ta vare på de leide objektene. Grensen mellom eiere og brukere varierer: Hvis en leier bil for å reise fra punkt A til B, vil brukere ha høyere risiko, men mer fleksibilitet enn hvis de tar buss eller fly. Hvis et kjøretøy havarerer, vil ansvaret i begge tilfeller ligge hos eieren. Leiekontrakter introduserer en moralsk risiko (en invitasjon til misbruk som er velkjent i forsikringskontrakter) som er lavere for produkter som eies av brukeren.

Et eksempel på funksjonsgarantier er vedlikeholdskontrakter for heiser. Vertikale heiser og kabelvogner har en katastrofal risiko dersom de skulle svikte. Nasjonal sikkerhetslovgivning har derfor fastsatt bestemmelser for bruk av automatiske bremsesystemer og periodiske kontroller for å sikre feilfri funksjon. Slike tjenester kan leveres av produsenter og spesialiserte tredjepartsleverandører og er ikke produsentens enerett.

Salg av en ytelse kjennetegnes av at brukerne betaler en pris per bruk som er fastsatt på forhånd. Eksempler er hotellrom, drosjer, Xerox kopimaskiner, keramiske glider-tjenester til bruk i stål- og jernindustrien, vedlikeholdsfrie pumper for råolje, DuPonts overflatebehandlingstjenester, timebasert kraftforsyning til gassturbiner, jetmotorer fra Rolls-Royce og dekk per mil fra Michelin for transportselskaper.

Kjøpekraften offentlige anskaffelser utgjør, fungerer som en pådriver for innovative nystartede bedrifter. NASAs beslutning om å benytte et tjenesteprogram til rakettutskyting, i stedet for å eie og drive maskinvaren (romferger) selv, førte til opprettelsen av selskaper som SpaceX, Odyssey Moon og andre

---

<sup>58</sup> En kan selvsagt forsikre seg mot rene risikoer, men ikke mot entreprenørrisikoer.

<sup>59</sup> Digitalisering av teknologi gjorde varer med flere bruksfunksjoner vanlige, for eksempel alt-i-ett-skriverer-fotokopimaskiner-scannere-faksmaskiner.

<sup>60</sup> UNIDO fremmer leie av kjemikalier i Afrika for å redusere ukontrollerte utslipp av kjemikalier i miljøet.

selskaper, som nå konkurrerer om kontrakter for romtransport med en helt ny type maskinvare og systemløsning, som gjenbrukbare raketter med standardiserte komponenter i et modulært system.

### Kjennetegn på Ytelse- og Tjenesteøkonomien

I tillegg til de fordelene med ISØ fremfor LIØ som er nevnt i kapittel 2 og 3, er YT den mest bærekraftige forretningsmodellen for ISØ. Det er flere grunner til dette:

- Den er lønnsom fordi YT gjør at en kan utnytte tilstrekkelighet, effektivitet og systemløsninger, og – i motsetning til LIØ – har lavere transaksjons- og etterlevelsekostnader. I tillegg er den ikke underlagt CO2-avgift eller importavgift på ressurser.  
Videre kan økonomiske aktører i YT utvide sine aktiviteter og øke inntekter og fortjeneste gjennom
  - mer intensiv bruk av leieobjekter som er til felles bruk
  - salg av resultater ved hjelp av tilstrekkelighet: Ved å pløye på nattetid kan en forhindre at 90 prosent av ugress spirer. Grønne vingårder bruker sauer i stedet for kjemikalier for å holde vegetasjonen i sjakk. I motsetning til i tempererte klima trenger IT-serverparker i nord ikke klimaanlegg, som står for halvparten av det totale energiforbruket.
  - betaling for funksjon: Bayer selger presisjonsjordbruk i stedet for kjemikalier; Legemiddelselskaper kan få betaling kun hvis de oppnår ønsket resultat.
  - systeminnovasjon: I landbruket kan GPS-styrte autonome kjøretøy med intelligent optikk utføre presisjonssåing, lusing, vanning og innhøsting.
- Den er miljøvennlig fordi YT minimerer mengden forbruksvarer, transportavstander og emballasje ved å dra full nytte av lokalt gjenbruk og forlenget levetid for produkter.  
Michelin har en flåtetjeneste med mobile verksteder for reparasjon og mønsterskjæring av dekk hos kunden, kombinert med regummieringsanlegg som i økende grad erstatter globale dekkproduksjonsanlegg.  
Refabrikasjon av komplekse tekniske systemer, kombinert med teknologiske oppgraderinger og nye bruksmåter, gagnar miljøet samtidig som kostnader ved realinvesteringer reduseres betraktelig: I 2005 ble 59 ICE1 høyhastighetstog tilhørende German Railways refabrikert til en kostnad av 3 millioner euro per tog, til sammenligning koster et lignende nytt tog 25 millioner<sup>61</sup>. Slik «redesign» bevarte 80 prosent av de opprinnelige ressursene på 16 500 tonn stål, 1180 tonn kopper per tog. Det tilsvarer forebygging av 35 000 tonn CO2-utslipp og 500 000 tonn gruvedriftsavfall.  
Ombyggingen inkluderte teknologisk oppgradering av vognparken og oppussing av vognene innvendig. I tillegg ble det satt inn flere seter, noe som økte togenes lønnsomhet.
- YT er sosialt levedyktig fordi den er arbeidsintensiv og internaliserer produsent- og brukeransvaret samt kostnadene forbundet med risiko og avfall, som i LIØ eksternaliseres og bæres av samfunnet. I tillegg kan YT-aktiviteter fremme en påpasselighet blant brukere gjennom å få forvalte objektene og ved å straffe misbruk.  
YT-tjenester er arbeids- og ferdighetsintensive av natur: Ikke-ødeleggende og verdibevarende demontering av brukte gjenstander er nødvendig fra tid til annen og krever kvalitativ vurdering på hvert trinn. Det samme gjør kritisk analyse av reparasjons- eller refabrikasjonspotensialet for demonterte komponenter. Brukt, overflødig utstyr selges til nye eiere.

---

<sup>61</sup> Togene hadde gått 15 millioner km hver i løpet av 15 års driftstid.

Generelt sett er økonomiske hensyn avgjørende for de fleste YT-aktører. Det å utvikle innovative reparasjons- og refabrikasjonsmetoder med lave vedlikeholdskostnader og uten bruk av reservedeler er en stor teknisk utfordring dersom en ønsker å maksimere fortjenesten i YT. På 1970-tallet utviklet US Air Force en teknologi for diffusjonsbinding som ble brukt til å reparere blader i jetmotorer for å slippe å bruke reservedeler og å ha høye vedlikeholdskostnader. Av samme grunn utviklet Rolls-Royce et in-flight overvåkningssystem som gjorde det mulig å bytte ut motorer før de fikk alvorlige skader. Selskapet utviklet også reparasjonsteknologier uten bruk av reservedeler da det begynte å selge motorkraft. Disse metodene gjør at en kan få mindre avfall og oppnå økonomiske besparelser, noe som samtidig innebærer høyere arbeidsinnsats.

Objekter med lang levetid som krever lite vedlikehold, er en hovedstrategi for ansvarlige for utstyrsbeholdninger. Autolib' er et selskap i Paris som leier ut elektriske biler (lite vedlikehold) og reserverte parkeringsplasser der bestillingen foregår elektronisk. Et annet selskap, Mobike, er et kinesisk selskap som leier ut sykler med solide gummidekk (ingen punkterte dekk som må repareres). Syklene kan brukes spontant der de er, og en kan sette dem fra seg hvor som helst. Begge er eksempler på nyskapende teknologier som er utviklet av YT-aktører der mulighetene med Tingenes internett (IoT) er integrert.

### Grunnlaget for Ytelse- og Tjenesteøkonomien – faktortid

Søken etter høyere teknisk effektivitet gjennom tekniske fremskritt har alltid vært en av drivkreftene i samfunnet. På slutten av det 20. århundret hadde ressurseffektivitet blitt et aktuelt tema etter at Romaklubben ga ut rapporten *Hvor går grensen? (The Limits to Growth)* i 1973.

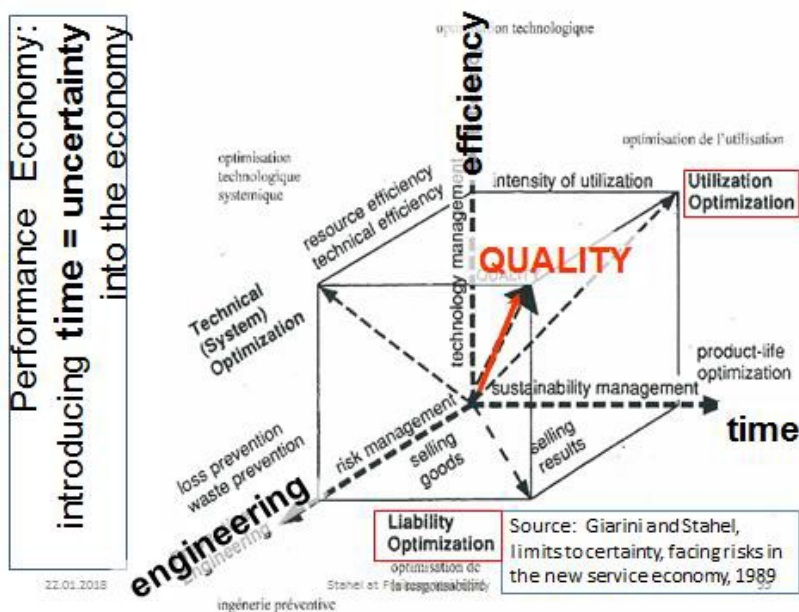
Rundt år 1800 ble et ønske om å kunne forutse mulige fremtidige katastrofale hendelser opphavet til risikostyring etter at det hadde oppstått eksplosjoner i dampmaskiner og dynamittfabrikker. DuPont de Nemours, som produserte krutt, er fremdeles en leder innen risikostyring. Den moderne og omfattende risikostyringsholdningen som vi har i dag, startet i 1974 etter en ulykke i Flixborough<sup>62</sup>.

Ved å inkludere bærekraftsforvaltning i denne todimensjonale teknologien og en risikobasert optimalisering av produksjonen vil «Tid» introduseres som en ny faktor i økonomien (figur 14). Det resulterer i en tredimensjonal optimalisering (figur 13) og innføring av de to domenene bruksoptimalisering og ansvarsoptimalisering i den tradisjonelle økonomiske optimaliseringen.

Videre gjør introduksjon av tidsfaktoren at en får en ny definisjon av kvalitet som grunnlag for YT: salg av ytelse som en indikator i denne tredoble optimaliseringen.

---

<sup>62</sup> I 1974 eksploderte en kjemisk fabrikk i Flixborough, ved elven Trent i Lincolnshire, Storbritannia. Flere mennesker omkom, 53 ble skadet, og den lille landsbyen i nærheten av fabrikkens fikk store skader.



Ved å tenke funksjon må en også inkludere tid som en ny faktor i økonomien.

Ved å introdusere tid introduserer en også usikkerhet i økonomien. Forebygging av økonomiske tap og tap av ressurser vil dermed bli en utfordring for entreprenørene hos de økonomiske aktører, og en del av en ny definisjon på kvalitet på objekter og systemer.

Figur 14: Faktortid, introduksjon av bærekraftsforvaltning i økonomien

#### Faktortid er relevant for ISØ generelt.

For å opprettholde verdien og nytten av varebeholdninger i æra R må eier-brukere ha rett til å gjenbruke og reparere gjenstander så lenge de vil. Denne retten blir i økende grad fratatt eier-brukerne ved at produsentene anvender en rekke strategier for førtidig produktforeldelse for å holde oppe produksjonsvolumer og fortjenestemarginer i markeder som er nesten mettet.

For å opprettholde verdien og nytten av molekylær i D-æraen bør eiere av produkter som har nådd slutten på levetiden, og de iboende ressursene være forpliktet til å løse opp eller hente ut materialene for å gjenvinne molekylær av høyeste renhetsgrad.

Når det gjelder «flyktige» objekter og molekylær, mister økonomiske aktører og politikere kontroll over faktortiden. Selv om nedarvede problemer som «plast i havet» må løses ved hjelp av en metode for håndtering av avfall som stammer fra LIØ, kan en hindre at problemet fortsetter å vokse ved å endre forretningsmodell:

- Materialer og produkter som ikke blir foreldet, bør kun kommersialiseres gjennom lei-et-molekyl-strategier i stedet for å selges (overgang til YT).
- Materialprodusenter kan bytte ut råmaterialer med biologisk nedbrytbare materialer, eller
- Lovgivere kan fastsette et utvidet produsentansvar for produsenter (EPL, kapittel 5).

I det siste tilfellet kan produsentene velge strategier for å leie-et-molekyl eller utvikle biologisk nedbrytbare materialer for å forsvare sine markeder.



## Innovasjon i æra R

Siden 1990-tallet har det vært en oppblomstring i tekno-økonomisk forskning i et miljøperspektiv på områder som livssyklusanalyse (LCA), som har en tidshorisont definert som fra «vugge til grav»<sup>64</sup>. Forskning utover graven, for eksempel materialintensitet per tjenesteenhet (MIPS – «Material Intensity Per unit of Service»)<sup>65</sup> – og Factor Ten Club<sup>66</sup> – slo ikke an på den tiden, muligens fordi viktigheten av konseptet «tjenesteenheter» var vanskelig å forstå, til og med for fagfolk.

Det ble vurdert å akseptere en reduksjon i ressursforbruket i industriland på 90 prosent – en faktor på ti – og analysere innvirkningen på økonomien og samfunnet, men det ble funnet å være uoppnåelig av de fleste fagfolk. I 2017, nesten 30 år etter at Factor Ten-konseptet ble utviklet, er det blitt gjenoppfunnet av World Business Council of Sustainable Development.

Politiske interesser som ønsket å redusere mengden avfall til sluttbehandling («end-of-pipe»-avfall), fikk akademisk forskning til å vurdere sektorer i den sirkulære økonomien, som å finne bruksområder for avfall fra bygg- og elektronikkindustrien. Målet med slik forskning var å finne måter å håndtere overveldende avfallsvolumer på eller redusere giftig avfall. Men det er bare nylig at forskere har fått øynene opp for gjenbruk av komponenter som et alternativ til gjenvinning av bygningsmaterialer, for eksempel aggregat i betong.

Økonomisk og finansiell forskning har stort sett vært uimottakelig for de mulighetene som finnes i ISØ. Reprodusenter er klar over at avkastningsgraden (ROI) ved refabrikasjon av forbrenningsmotorer er fem ganger høyere enn avkastningsgraden ved å fremstille lignende objekter, men mange vet ennå ikke om dette.

## Forskning over lange tidsperioder

Det finnes få forskningsstudier eller forskningsartikler som har studert hvilken innvirkning «faktortid» har på produksjonsfaktorene<sup>67</sup>. En opplagt hindring for denne typen forskning er selve tiden det vil ta: Hvordan kan en for eksempel analysere arbeidsinnsatsen for bruk av en bil over tretti år i en doktorgradsavhandling? Studenten har nesten nådd pensjonsalder innen han eller hun blir ferdig med avhandlingen. Faktortid innebærer usikkerhet: Vi kan ikke forutse fremtiden. Derfor kan vi heller ikke fremskynde forskningen. Mange ansvarlige for utstyrsbeholdninger bruker utstyr over lengre perioder, for eksempel B52 bombeflyene fra 1952 eller «Airforce One» som er tretti år gammelt, men ofte beholdes ikke produktdataene i hele levetiden. Jernbaner sletter som regel data for rullende materiell etter hver overhaling til en tilstand som er «så god som ny». Det er derfor sjelden at det finnes data som kunne ha blitt brukt som underlag for politiske avgjørelser til fordel for overgang til ISØ, og disse kan derfor lett ignoreres som ikke representative.

---

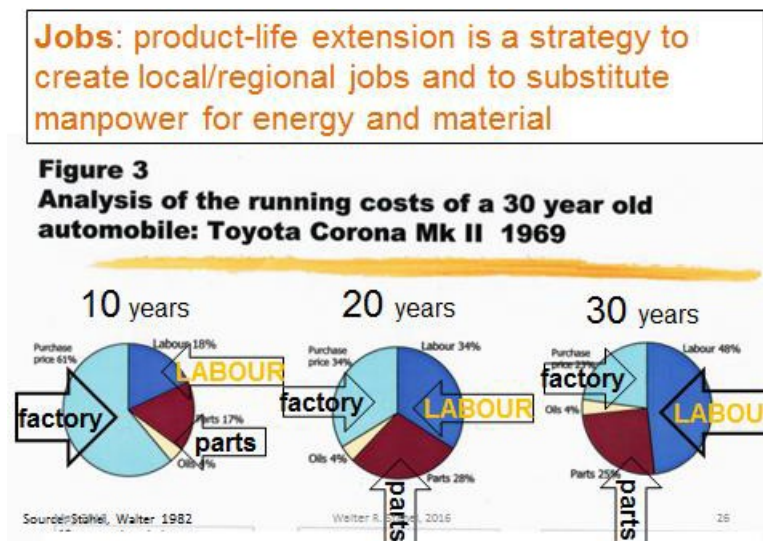
<sup>64</sup> For eksempel ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines.

<sup>65</sup> Schmidt-Bleek (1994) *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften*. Birkhäuser Verlag Basel.

<sup>66</sup> Dematerialisering av industriland med en faktor på 10 (minus 90 %) ble første gang foreslått for 25 år siden for å oppnå global bærekraftig økonomisk utvikling innen 2050.

<sup>67</sup> Et av unntakene er boka *The Limits to Certainty, facing the risks of the new service economy* fra 1989 av Orio Giarini og Walter Stahel, Kluwer Academic Publishers Dordrecht.

Det finnes en eksisterende analyse av de totale kostnadene ved bilhold over en levetid på tretti år, gjennomført av forfatteren (figur 16). Som forventet synker fabrikkens andel kontinuerlig, mens andelen av kostnader til arbeidskraft øker fra 18 prosent etter ti år til 34 prosent etter 20 år og 48 prosent etter 30 år, en klar substitusjon av lokal arbeidskraft for energi og materialer i global produksjon. Andre faktorer som olje og reservedeler holder seg relativt konstante. Bilen er fremdeles i bruk, og en kan forvente at arbeidskraftkostnadene vil fortsette å øke til de når en topp på 75 prosent av de totale kostnadene.



Figur 16: Analyse av driftskostnadene ved bilhold over en periode på 30 år

I en moden ISØ vil LIØ utfylle ISØ ved å produsere innovasjon til å oppgradere og fornye objektbeholdninger. I tilvirkningsindustrien og den elektromekaniske verden innebærer teknologiske oppgraderinger ofte enkeltkomponenter, som kan erstattes av nyteknologiske deler med samme funksjon. For veteranbiler kan mekaniske fordelere, som må justeres jevnlig, erstattes av vedlikeholdsfrie elektroniske fordelere. Det er ikke fornuftig å omdanne en mekanisk skrivemaskin til en PC, men å oppgradere mekaniske sykler til elektriske sykler ved å bruke integrerte elektriske mikromotorer på hjulene og sette på et batteri, eller bygge en original E-type Jaguar om til elektrisk bil, er mulig og har blitt gjort av selskaper som tilbyr slike tjenester til eier-brukere.

Dette er skjulte forretningsmuligheter som trenger økonomiske aktører med kjennskap til nye teknologier og eksisterende beholdninger av objekter. Det finnes få slike mellomledd på dagens marked, og de fleste av disse forretningsmulighetene går dermed tapt.

Men LIØ og YT er i ferd med å gli over i hverandre som følge av at det har oppstått en tendens til å erstatte komplekse mekaniske komponenter, for eksempel forbrenningsmotorer med girbatterier, med komponenter med lang levetid og lite behov for vedlikehold, for eksempel elektriske motorer. Ettersom komponenter med lang levetid og få krav til vedlikehold fører til produkter med lengre levetid, kan produsenter gripe muligheten til å selge varer som en tjeneste for å beholde markedskontrollen og dra nytte av teknologiske fremskritt.

I den gamle IT-verdenen kunne maskinvare og programvare oppgraderes hver for seg. Maskinvaredeler ble rutinemessig erstattet av nye, kraftigere og/eller energibesparende komponenter og programvare periodisk oppgradert, ofte online, for å gjøre dataprogrammer mer robuste. Ny, ekstern maskinvare som skrivere og harddisker var i de fleste tilfeller kompatible med eksisterende utstyr som PC-er. Sistnevnte kunne brukes «som den er» lenge, som frittstående systemer som fungerte offline uten begrensninger. Eierne hadde eierskap og kontroll over maskinvare med programvarelisens. Dette er fremdeles tilfelle for isolerte systemer som dashkameraer og bærbare GPS-systemer.

### Bedriftsatferdsforskning på kontroll av smarte produkter i IoT

Etter at Tingenes internett oppsto, kunne IT-systemer brukes uavbrutt takket være tjenester som online fjernreparasjon og forebyggende vedlikehold. Samtidig ble systemkontroll overført fra brukeren til produsenten, for eksempel dersom bilen stanser fordi brukeren ikke har hatt den på service. For leiebiler kan en slik inngripen rettferdiggjøres for å beskytte bileieren mot skjødesløse brukere. Men for biler som selges direkte til brukeren, gjør det faktum at valget mellom mulige skader på bilen eller betydelig ubeleilighet for eieren tas av produsenten (gjennom bilens programvare), at eieren fratras retten til å velge selv. «Dieselgate» – der produsentene manipulerte bilenes datasystemer for å simulere lavere utslipp og dermed oppnå (tilsynelatende) bedre miljøresultater, var neste trinn i produsentenes skjulte overtakelse av kontrollen over et objekt etter salgspunktet. De lurte dermed både eierne og lovgiverne.

Politikere bør innføre tiltak for å unngå at LIØ ikke kan utnytte situasjonen til å forkorte levetiden eller redusere eierens kontroll over et produkt. Dette er allerede virkelighet for smarttelefoner og annet smartutstyr som traktorer og skurtreskere. Eierne kan reparere maskinvaren, men ikke programvaren. En kan la være å delta i sosiale nettverk som Facebook, men det er ikke mulig å bruke smart maskinvare uten å bruke programvaren. For landbruksmaskiner, som vanligvis brukes på landet eller fjerntliggende steder, vil en feil i programvaren, som bonden ikke selv kan reparere raskt på stedet, for eksempel ved å starte programmet på nytt, bety at han må vente til en reparatør kan komme. Uten maskinen kan ikke bonden fortsette arbeidet. Det betyr alternative kostnader og reparasjonskostnader for bonden, mens feil med maskinen blir en ny og regelmessig inntektskilde for produsenten.

En slik utvikling bryter med LIØ-prinsippet om at eierskap, ansvar og kontroll over et objekt overføres fra selgeren til kjøperen på salgspunktet. Maskinvare kan repareres av en tredjepart, men programvare utgjør en barriere mot forlenget levetid fordi kildekode holdes hemmelig av produsenten og beskyttes under immateriellretten. Dersom produsenter beholder eierskapet og ansvaret ved å selge objekter som en tjeneste i YT-økonomien, vil det ikke oppstå et slikt dilemma. Kanskje bør politikerne se nærmere på delt eierskap av programvare for produsenter i LIØ.

### Teknologisk innovasjon i æra D

Dette er den delen av ISØ som har det største forbedringspotensialet gjennom teknisk forskning og utvikling. Etter at lønnsomt gjenbruk og mulighetene for å forlenge levetiden er oppbrukt i R-perioden, er den beste løsningen å gjenvinne atomer og molekyler til høyest mulig nytte og verdi (renhetsgrad). Det kreves avanserte teknologier og prosesser for å sortere blandet avfall (husholdningsavfall) inn i rene materialfraksjoner, ta brukte objekter fra hverandre og sortere dem inn i en mengde separate

materialfraksjoner (for eksempel forskjellige legeringer av samme metall) og til slutt teknologier for å gjenvinne molekyler og atomer som er like rene som jomfruelige ressurser.

Tilvirkede materialer har ikke tidligere blitt sortert innen gruvedrift, noe som åpner for helt nye forsknings- og utviklingsfelt. Det samme gjelder av-binding av tilvirkede molekyler. Innovative økonomiske aktører bør sitte i førersetet i æra D, men staten kan støtte opp om aktivitetene ved å sørge for hensiktsmessige rammebetingelser. De vitenskapelige og teknologiske mulighetene til å gjenvinne atomer og molekyler er nesten ubegrensede i åpen internasjonal konkurranse, og det vil være mulig å ta patent på mange av løsningene. Noen av disse aktivitetene ligner på dem som anvendes for å utvinne jomfruelige ressurser.

I motsetning til de desentraliserte prosessene i æra R er teknologier og tiltak i D-æraen ofte globale og svært forskjellige for ulike materialer. De inkluderer

- av-binding av molekyler som depolymerisering av polymer, av-legering av metallegeringer, delaminering av karbon og glassfiberlaminater, avvulkanisering av brukte dekk for å gjenvinne gummi og stål og fjerning av maling. Selv om verdien på de gjenvunne materialene er negativ på grunn av at kostnadene ved av-binding eller fjerning av maling er høyere enn verdien på den gjenvunne ressursen, kan det fremdeles være nødvendig å gjøre det for å lette avfallsbyrden på miljøet.
- demontering av høyhus og større infrastruktur, er noe annet og krever egne teknologier. I Spania har arbeidet med å demontere Yecla de Yeltes-demningen startet. Det vil bli det største demonteringsarbeidet som noensinne er gjennomført i Europa. I Tyskland står en overfor utfordringen med å demontere landets atomkraftverk. I Tokyo har det første høyhuset blitt demontert ved hjelp av en metode som ikke bare gjorde at en kunne gjenvinne utstyret og materialene som ble brukt i konstruksjonen, men også den energien som opprinnelig ble brukt til å heise materialene opp.

Disse eksemplene er bare toppen av det velkjente isfjellet. Noen produsenter som for eksempel Plasto, et norsk selskap som produserer utstyr til fiskeoppdrett, har begynt å ta tilbake HDPE-produkter som har nådd slutten på levetiden og omforedle materialet for å produsere nytt utstyr i en økonomisk lønnsom prosess.

Forskning på gjenbruk av atomer og molekyler åpner også opp nye felt innen de grunnleggende vitenskapene. Vitenskapelig forskning kan gi oss svar på spørsmål som: «Kan CO<sub>2</sub> omdannes fra avfall til en ressurs som kan brukes til å produsere nye kjemikalier? Og vil en slik ny karbonkjemi noensinne kunne konkurrere med petrokjemi?» I Norge forskes det på hvordan en kan bruke fangst og lagring av CO<sub>2</sub> (CCS) og karbonfangst og utnyttelse (CCU) i fremstillingen av hydrogen.

Men i tilfeller der det ikke finnes noen teknologier for brukte materialer i D-æraen, vil det bli økt press på produsenter i LIØ om å vurdere alternative materialer eller endre forretningsmodellene for å utnytte de økonomiske mulighetene i æra R.

## Kapittel 9: Sirkulærøkonomien: bakgrunn, kontekst og fremtidsutsikter

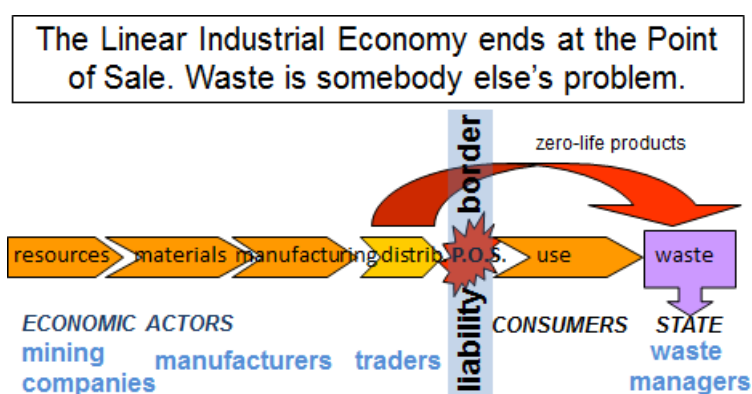
### Det sirkulære samfunnet som danner grunnlaget for sirkulær økonomi

Runddansen i de ulike kretsløpene – sirkulariteten – er det herskende prinsippet i naturen og grunnlaget for det sirkulære samfunnet. Sistnevnte bidro til at menneskeheten kunne berge seg til tross for mangel på ressurser, mennesker og ferdigheter ved å utnytte de naturressursene som var tilgjengelige, på best mulig måte. Deling og gjenbruk var en nødvendighet og normen i samfunnet. Hvis det ikke lenger var behov for et slott på grunn av politiske endringer eller en katedral ikke lenger var i bruk, ble de demontert, og mursteinen ble brukt til å bygge nye hus eller broer. Det sirkulære samfunnet har vært menneskenes beste venn i lang tid, finnes overalt, vært diskret og blitt drevet frem av ressursmangel og fattigdom.

Menneskelig kapital – mennesker og deres ferdigheter og kreativitet kombinert med en holdning der en tar vare på tingene sine – utgjør grunnlaget for et sirkulært samfunn. Å ivareta og dele på ressursbeholdninger – naturlig, kulturell, tilvirket og sosial kapital – har alltid vært drivkraften i fortidens sirkulære samfunn og vil også utgjøre grunnlaget for vår bærekraftige fremtid.

Den industrielle revolusjonen førte til at menneskene overvant mangelen på husly, mat og mobilitet, men samtidig forsvant mye av nærheten til naturen. Den lineære industrielle økonomien med sin ubegrensede produksjon av materialer og produkter har ført til overflod, et ressursforbruk som ikke er bærekraftig, og en stadig voksende mengde avfall. Å ta vare på et produkt ble erstattet av mote og fremskritt og fikk annenprioritet i forbrukersamfunnet, med unntak av hos noen få tette lokalsamfunn med sin egen kultur, som amish-folket i USA.

Forvaltning av avfall til sluttbehandling er den siste fasen i LIØ, mens et av målene i ISØ er å forebygge avfall. Ansvar overføres fra produsenten til kjøper-brukeren (forbrukeren) på salgspunktet, som viderefører ansvaret til staten. Forbrukeravfall som ikke har noen positiv verdi eller endelig ansvarlig eier (ULO), blir kommunens eller statens ansvar (figur 17).



Figur 17: Den lineære industrielle økonomi – der avfallshåndtering er siste trinn, men andre sitt ansvar

I et samfunn preget av overflod er ISØ de nasjonale statenes siste utvei for å redusere avfall, men innsatsen er rettet mot å redusere avfallsmengdene raskt (gjenvinning, forbrenning), ikke å opprettholde verdien og nytten gjennom gjenbruk og lengst mulig levetid. LIØ-producenter er ikke involvert.

### Mot en mer miljøvennlig industrikontekst

På slutten av det 20. århundret begynte man å satse på grønn industri. Det oppsto en rekke nye forskningsfelt der målet var å optimalisere produksjons- eller verdikjeden til salgspunktet.

Industriavfall utgjør faktisk et dobbelt økonomisk tap – i form av tapte ressurser og kostnader til avfallshåndtering, både av energi og materialer. Det er derfor ganske utrolig at økonomiske aktører trenger å motiveres til å redusere avfallsmengden.

Forebygging av avfall er også et kulturelt anliggende ettersom avfall kan betraktes som økonomisk ineffektivitet. For å fremme forebygging av avfall i land som er stolt over sin effektive produksjon, for eksempel Japan, kan det være nok å fortelle forretningslederne at avfall er ineffektivt, og at de derfor handler på en u-japansk måte, noe som nærmest er en fornærmelse.

Ønsket om en mer miljøvennlig industri har flere opprinnelser, mål og nytenkere:

- Industriell økologi er en ung vitenskap som forsker på industrielle systemer med det formål å finne nye måter å redusere miljøbelastningen på, hvordan industrier kan anvende industriell økologi til å redusere forbruket av naturressurser og produsere mindre avfall. En av foregangsmennene er Thomas Graedel. Konseptet kan utvides til å dekke sektorer som behandler avfall som ikke kan gjenvinnes. For eksempel kan kommunale spillvannsanlegg gjenvinne fosfor til bruk som gjødsel.
- Industriell sameksistens er en forbindelse mellom to eller flere industrianlegg eller selskaper der avfall eller biprodukter fra en av dem blir råmaterialer for den andre, med en lineær kaskaderende tilnærming. Et foregangseksempel er økoindustriparken Kalundborg. Ren gips er et biprodukt fra kullkraftverk og kan brukes direkte som en ressurs av produsenter av gipsplater i stedet for naturlig gips. Industriell sameksistens er sårbar overfor strukturelle endringer. Hvis produsenter av gipsplater blir tvunget til å ta tilbake produktene sine, kan det være at de foretrekker å bruke de brukte produktene om igjen i stedet for gipsavfall fra kraftstasjoner.
- Industriell metabolisme er et begrep som ble fremlagt av Robert Ayres som en analogi til den biologiske metabolismen. Han beskrev det som: «the whole integrated collection of physical processes that convert raw materials and energy, plus labour, into finished products and wastes [...]» (hele den integrerte samlingen av fysiske prosesser som omdanner råmaterialer og energi, pluss arbeidskraft, til ferdige produkter og avfall [...])
- Renere produksjon er et forebyggende, selskaps-spesifikt initiativ for å beskytte miljøet. Formålet er å minimere avfall og utslipp og maksimere produktmengden.

Byggebransjen er den industrien som kjøper flest ressurser, og har blitt en leder innen grønn industri. Gjenbruk av materialer i stedet for deponering er blitt det foretrukne alternativet i de fleste infrastrukturprosjekter i dag. Byggingen av den nye 57 kilometer lange jernbanetunnelen Gotthard, som er

verdens lengste jernbanetunnel, produserte samme mengde minedriftsavfall som fem Gaza-pyramider<sup>68</sup>. Avfallet ble brukt som råmateriale til den nye (infra)-strukturen i prosjektet og omfattet sprøytebetong til selve tunnelen. Av 28 millioner tonn med slagg som ble utgravd i prosjektet, ble 15 kilogram levert til det sveitsiske postvesenet der det ble malt til et fint pulver og ved hjelp av en spesiell maling brukt i utgivelsen av en unik frimerkeserie kalt «Gottardo 2016». Vannet fra de varme kildene inne i tunnelen samles opp og brukes av en ny fiskeoppdrettsindustri nær inngangen til tunnelen – et eksempel på kaskaderende bruk av naturressurser.

I London er 98 prosent av de syv millioner tonn materiale som er utgravd i forbindelse med byggingen av den nye undergrunnsbanen Elisabeth Line, brukt om igjen i steinbrudd, til byggingen av en golfbane samt en bondegård og et naturreservat langs Themsen<sup>69</sup>.

Bygge- og anleggsnæringen er en typisk eksponent for LIØ der det produseres objekter med lang levetid. Valg av en ivaretagende selskapsstrategi i produksjonsfasen er like effektivt som å tenke på alternativer for slutten på levetiden. For produsenter av objekter med kort levetid kan utvidet produsentansvar imidlertid være nødvendig som en gulrot for at produsentene skal vurdere slutten på den korte levetiden i sin produksjonsstrategi.

## Fremtidsutsikter

Det finnes ikke én enkelt ISØ-løsning som passer for alle. Overgangen fra ISØ som en siste utvei for å håndtere nedarvede problemer i LIØ til at YT-økonomien blir et standard ISØ-valg, avhenger av motivasjon og informasjon i like stor grad som nye teknologier og forretningsmodeller.

En ISØ som er preget av overflod, drives ikke av behov. Folk må derfor være motivert til å innføre en slik økonomi i dagliglivet. ISØ er bygget på prinsippet om tillit og ivaretagelse. Slike verdier har blitt erstattet av større, bedre, tryggere, grønnere reklamer for nye tilvirkede produkter og er et prinsipp som må gjeninnføres.

Den industrielle revolusjonen har brutt forbindelsen mellom mennesker og naturen og satt effektivitet fremfor tilstrekkelighet. For at folk skal la være å kjøpe ny bil, telefon eller nye klær når det er billig og produktene er større, bedre, tryggere og mer moteriktige enn dem de har fra før, og når folk har penger til det, og det er gratis å kvitte seg med avfallet, trengs det informasjon og motivasjon. Kort sagt bør en markedsføre smart bruk av produkter, men slik markedsføring finnes ikke. Den sirkulære industrielle økonomien er stille og lokal og kun kjent for dem med innsidekunnskap. Den overveldes av den høylytte og allestedsnærværende markedsføringen og publisiteten som kjennetegner LIØ. De fleste unge mødre tar ikke hensyn til at klær som allerede har blitt vasket, er den beste metoden for å beskytte spedbarn mot allergi. Brukte klær og klesplagg for spedbarn som kan leies, er vidt tilgjengelige alternativer der klesplaggene har blitt vasket flere ganger. Likevel er unge foreldre ikke akkurat ivrige etter å kjøpe brukte klær, og de aller færreste butikker tilbyr dem.

---

<sup>68</sup> Det nye tunnelsystemet består av til sammen 152 kilometer med tunneler og produserte 28,2 millioner tonn med utgravd steinmateriale. Kilde: Aus dem Berg in den See und anderswohin; Neue Zürcher Zeitung, 24. mai 2016, Beilage Gotthard Eröffnung, s. 7.

<sup>69</sup> On the right track; i: Explore Paddington, Spring/Summer 2018, s. 17

For andre objekter kan kulturarv og personlig identitet spille en viktig rolle. Samfunnet sløser like mye med kunnskap som det gjør med produkter og materielle ressurser. Kan vi blåse liv i den gamle kunnskapen om at «gammelt er ressurssterkt?» Arrangementer med veteranbiler eller historiske fly er populære.

En industriell sirkulær økonomi er ikke bare den eneste smarte og grønne strategien som finnes, men sannsynligvis også den mest bærekraftige forretningsmodellen. Den forbedrer både økologiske, sosiale og økonomiske faktorer. Tilbake til Saint-Exupérys oppfordring. Kanskje er det å flytte portstolpene i YT-økonomiens favør, der ISØ er standardvalget i økonomien, den beste strategien beslutningstakere kan anvende for å skape lengsel etter havet? Ved å selge funksjonen varene har, i stedet for selve varen kan motebevisste samfunnsborgere fortsette å bruke og bytte ut varene, men uten å skape unødvendig avfall.

For andre kan en bærekraftig ikke-monetær tilnærming være attraktiv, for eksempel nøysomhet i et samfunn hvor en deler på ressursene, eller samfunnsgrupper der selvhjelp står i sentrum.

Reparasjonskafeer der eiere av ødelagte gjenstander regelmessig møter frivillige som har kunnskap og verktøy til å utføre reparasjoner, er eksempler på et bærekraftig delingssamfunn eller en sirkulær bytteøkonomi. Kunnskap behandles som allmenninger, der ingen penger skifter hender.

Fellesnevneren for disse konseptene kan være å gå tilbake til gamle verdier, som sparsommelighet og en holdning der en tar vare på tingene sine, i stedet for effektivitet og produktivitet.

Denne boka har strukturert og illustrert prinsippene i den sirkulære industrielle økonomien, men har kanskje ikke besvart spørsmålet om hvordan en kan skape «la pente vers la mer» som nevnt i Antoine de Saint-Exupérys bok Citadelle.

Dersom vi ønsker å lykkes med å skape et bærekraftig samfunn i industriland, er den viktigste oppgaven å skape lengsel etter sirkularitet, etter en sirkulær industriell økonomi, ved for eksempel å motivere dagens handlegale mennesker til heller å interessere seg for gjenbruk og reparasjon av de produktene de allerede eier, og ta godt vare på de gjenstandene de leier eller deler.

Regioner der det er en prioritet å forbedre ernæring, helse og utdanning, kan ha en sirkulær økonomi basert på nødvendighet, men også nedarvede problemer fra LIØ, for eksempel plastavfall. Å finne en strategi som fører til et bærekraftig samfunn, vil bli en utfordring.