

Internet of Things

– de fire udviklingstrin

Professor Jan Damsgaard
Institut for digitalisering
Copenhagen Business School
damsgaard@cbs.dk

Indholdsfortegnelse

Resumé	3	IoT-værdiskabelse og -indtjening	18
Introduktion	4	Værdiskabelse over for kunden	18
Web 3.0.	6	Kundens behov	18
Teknologien i Internet of Things	7	Produktets livscyklus	19
Digitale tvillinger	7	Produktudvikling	19
Identifikationskomponent	8	Virksomhedens indtjening	19
Kommunikationskomponent	8	Primær indtægtskilde	19
Sensorkomponent	9	Primær konkurrenceparameter	19
		Konkurrencemæssige fordele	20
		IoT og blockchain	20
Fire udviklingstrin	10		
Udviklingstrin 1: Eftermontering	11	Konklusioner	21
Udviklingstrin 2: IoT integreres i produktet	12	Efterskrift	22
Udviklingstrin 3: Servitization	13	Litteraturliste	22
Udviklingstrin 4: Økosystem	15		

Resumé

I nær fremtid får alle produkter ligesom vi mennesker et digitalt liv på Internettet. Når produkter kobles på Internettet, opstår der mange nye muligheder. For eksempel kan man løbende og i realtid få viden om kundernes faktiske brug af produkterne.

Når produkter kommer på Internettet, betegnes det som Internet of Things (IoT) eller på dansk Tingenes Internet. Mange danske virksomheder er godt på vej med IoT og den fjerde industrielle revolution, mens andre står stadig tøvende overfor IoT og har svært ved at overskue, hvordan de kommer i gang med IoT?

Hvilke muligheder giver IoT for virksomheden og dens kunder? Hvad er konsekvenserne ved at koble sine produkter og tjenester på IoT? Hvilke fordele er der?

Og er der overhovedet ingen ulemper?

I denne artikel beskrives fire udviklingstrin fra en spæd begyndelse med IoT frem mod en organisation med totalt integreret IoT, hvor IoT vil gennemsyre virksomheden, dens produkter og dens forretningsmodeller.

De fire udviklingstrin kan kort beskrives:

- På det første udviklingstrin eftermonteres IoT enheden på produktet for at demonstrere potentialet i IoT.
- På det andet trin integreres IoT i selve produktet, og mere avancerede funktioner bliver mulige.
- På det tredje udviklingstrin flyttes fokus fra produktet til kunden, og forretningsmodellen forandres fra at sælge produkter til at sælge services med kundens behov som omdrejningspunktet.
- På det fjerde og (foreløbig) sidste udviklingstrin smelter produkt og IoT sammen og bliver en del af et større økosystem, hvor produktet både bidrager til og drager nytte af tilstedeværelsen af andre IoT-produkter som kan give nye indsigter og skabe nye forretningsmuligheder.

Hvert af de fire udviklingstrin karakteriseres ved, hvordan produktionsvirksomheder organiserer IoT, hvordan relationen til eksterne partnere udvikles, og hvordan forretningsmodellen gradvist ændres.

Artiklen beskriver også, hvad produktionsvirksomheder kan forvente af fordele og udfordringer på hvert trin, samt hvor stor cybersikkerhedstruslen anslås at være.

Introduktion

I dag kan man groft inddele virksomheder i dem, der digitalt følger deres produkter i hele produktets levetid, og de øvrige virksomheder, der intet ved om deres produkter, når de har forladt produktionshallerne.

De fleste virksomheder forsøger på forskellig vis at følge med i deres produkters livscyklus. Til det formål er mange afhængige af tilbagemeldinger fra forhandlere, grossister og forbrugere.

For at skabe bedre indsigt og forbedre deres design benytter nogle virksomheder spørgeskemaer, fokusgrupper og interviews for at forstå, hvordan produkter bliver anvendt hos forbrugeren, og hvordan produkters design eventuelt kan forbedres. De har generelt ingen konkret viden om et enkelt produkt. Det er snarere produktserier eller versioner, de har generel viden om.

Med IoT implementeret i produkterne i form af sensorer og radiosendere vil produkterne i løbet af dets livscyklus sende data tilbage til produktionsvirksomheden, f.eks. om det miljø, de anvendes i, og hvordan de bliver anvendt. Dette åbner helt nye muligheder for såvel input til design såvel som nye forretningsmodeller. Hvis hvert eneste produkt udstyres med sensorer og trådløs teknologi, kan producenterne reetablere kontakt med det enkelte produkt, efter det har forladt fabrikken, og følge det når det bliver taget i brug.

Dette giver mange nye muligheder for adgang til data og dermed nye muligheder for at skabe værdi for kunderne. Som virksomhed kan man have nogle forestillinger om, hvordan kunderne bruger produktet, men de

førnævnte spørgeskemaer, fokusgrupper osv giver et ufuldstændigt billede. Mennesker svarer af bedste vilje ofte i højere grad på, hvordan de gerne ville agere, frem for hvad deres adfærd rent faktisk er. IoT kan vise, hvad der sker hos kunderne.

Denne artikel sætter fokus på IoT og hvordan IoT påvirker produktionsvirksomhederne og deres forretning.

At bruge IoT's mange muligheder forudsætter, at hvert produkt har et unikt produktnummer, som f.eks. kan tilgås via en QR-kode.

Hvis kunden skanner QR koden ved i ibrugtagning, f.eks. i forbindelse med registrering af garantiperiode, så kan virksomheden gemme kundens information og få viden om, hvordan kunden bruger produktet. Det kræver, at kunden registrerer sig eller logger ind, så information om det enkelte produkt kan knyttes til en bestemt forbruger. Virksomheden kan benytte denne relation til at foreslå flere interaktioner i forhold til det enkelte produkt – alt fra flere anvendelsesmuligheder til information om, at der er kommet en opdatering til produktet, at dele bør udskiftes eller nye produkter og services, der kan benyttes sammen med produktet. Man kan derigennem opnå værdifuld indsigt i, hvordan produktet anvendes.

Hvis man som virksomhed f.eks. indbygger sensorer for bevægelse, temperatur og fugtighed i produktet, kan virksomheden indsamle yderligere information og dermed få detaljerede svar på vigtige spørgsmål: Hvor længe bliver produktet anvendt ad gangen? Bliver

det anvendt under ekstreme forhold, f.eks. meget vådt eller koldt vejr? Bliver det anvendt af flere mennesker med forskellige brugsmønstre og behov? Man kan som nævnt ofte få data i realtid. Man kan også tilpasse produktet løbende, alt efter situationen. Man kan måske foreslå kunden et andet og mere passende produkt. Man kan optimere produktet via en softwareopdatering, så det bedre løser kundens problemer i den aktuelle situation.

Der er kort sagt mange muligheder, som før IoT har været praktisk umulige eller meget besværlige at forfølge. Det betyder dog ikke, at IoT udelukkende er en indlysende forretningsmulighed, og det skal nøje overvejes, hvornår og hvordan IoT skal implementeres og i hvilket tempo. Her spiller rækkefølgen en afgørende rolle.

I denne artikel beskrives fire udviklingstrin frem mod IoT samt de forretningsmuligheder, som IoT åbner på hvert trin. Hvert trin karakteriseres ved, hvordan IoT er organiseret i virksomheden, samt hvordan relationen til eksterne partnere udvikler sig.

Artiklen beskriver også, hvad produktionsvirksomheder kan forvente af fordele og udfordringer, idet IoT trinvist transformerer produkter, virksomheden og forretningsmodellerne. Det er primært Internettets udvikling, som gør IoT mulig, derfor vil første del af denne artikel beskrive, hvordan IoT hænger sammen med Internettet, og hvad IoT-teknologi egentlig er.

Web 3.0.

Internettet blev for alvor udbredt i slutningen af 1990'erne med fremkomsten af World Wide Web, der gjorde det muligt for almindelige mennesker at komme online. Med smartphones og tablets i kombination med cloud er anvendelsen nærmest eksploderet, fordi vi i dag kan have internettet med os overalt.

Tre generationer af Internettets udvikling tegner sig over tid. Hver generation erstatter ikke den tidligere, men bygger videre på den foregående med andre muligheder og et nyt fokus.

Web 1.0-æraen kendetegnes ved interaktion mellem menneske og maskine. Hver virksomhed fik sin egen webside, hvor Internettets brugere kunne læse nyheder, produktbeskrivelser samt pressemeddelelser via en webbrowser. Snart fulgte bankerne og andre servicevirksomheder efter med selvbetjeningsløsninger, som gjorde bankfilialerne og rejsebureauerne overflødige, ligesom offentlige organisationer lagde en stor del af deres borgerservice online.

Derefter fulgte Web 2.0, som er kommunikation mellem menneske og menneske og er kendetegnet ved fremkomsten af sociale medieplatforme som for eksempel Facebook, LinkedIn, snapchat, instagram og TikTok.

I begyndelsen var der ingen ende på begejstringen over de sociale medier, som formåede at forbinde fjerne slægtninge, glemte venner og romantiserede barndomskærestere. Men efterhånden som reklamerne blev for nærgående, fakta gav efter for ekstreme holdninger, og hadefulde ytringer blev almindelige, faldt entusiasmen for sociale medier.

Som med alle andre teknologigenerationer tegner grænserne og kendetegnene sig først klart på afstand. Web 3.0 er den nuværende Internet-generation, og den er derfor stadig ikke helt tydeligt aftegnet og klart afgrænset. De nye teknologier er IoT, blockchain, digitale tvillinger og decentralisering, og med Web 3.0 kommer

der fokus på kommunikation fra maskine til maskine, hvor store centrale computere bliver erstattet af mindre og semiautonome cyber-fysiske systemer.

Og til det formål er der massivt brug for IoT til gensidig tilpasning og afregning af ydelser mellem produkter og deres producenter.

Bevægelsen mod elektriske selvkørende biler kan fungere som illustration Web 3.0-udviklingen.

Elektriske selvkørende biler er i virkeligheden computere på hjul, fyldt med avanceret teknologi, der er i forbindelse med tilsvarende teknologi i de øvrige biler. De selvkørende biler kommunikerer altså uafbrudt sammen – de fortæller, hvor de er, hvilken fart de kører med, vejbanens temperatur, vejret, forhindringer forude osv. På den måde bliver trafikken et stort netværk ikke bare på vejene, men takket være IoT også i cyberspace.

Det er derfor oplagt, at det ikke bliver en enkelt central computer, der kommer til at styre trafikken. I stedet kan hvert enkelt køretøj baseret på kommunikationen med andre køretøjer træffe intelligente valg om hastighed og rute. Det er også hensigtsmæssigt, hvis det enkelte elektriske køretøj kan oplade sine batterier på den nærmeste og billigste ledige ladestander. Måske er det bedste sted at oplade sin bil netop nu ikke en officiel ladestation, men en husstand med solceller, der har et fyldt batteri. Bilen betaler direkte og automatisk til husstanden for strømmen, og til det formål er blockchain og kryptovaluta oplagt.

Udviklingen af selvkørende biler og IoT har taget længere tid, end mange forventede for blot 10 år siden. Men der er ingen tvivl om, at udviklingen kommer til at ske, og at det, at den er lidt langsommere end først antaget, blot giver flere virksomheder tid til at planlægge deres IoT-strategi i stedet for at blive overhalet indenom af nye opstartsvirksomheder.

Teknologien i Internet of Things

Allerede under Anden Verdenskrig blev der udviklet teknologi, der gør det muligt at fjernaflæse produkter. Det blev fortrinsvis anvendt til at afgøre, om fly på nattehimmelen over London var fjendtlige eller allierede. Det er med andre ord ikke en fuldstændig ny tankegang, der ligger bag IoT, men det er først med internettets udvikling, at mulighederne i at udstyre produkter med teknologi, der kan kommunikere, for alvor bliver udvidet.

Porter and Heppelmann (2014) opdeler IoT-produkter i tre komponenter: forbindelseskomponenter, sensor-komponenter og det fysiske produkt. Disse gennemgås kort i det følgende, og samtidig tilføjer artiklen en beskrivelse af identifikationskomponenter samt digitale tvillinger.

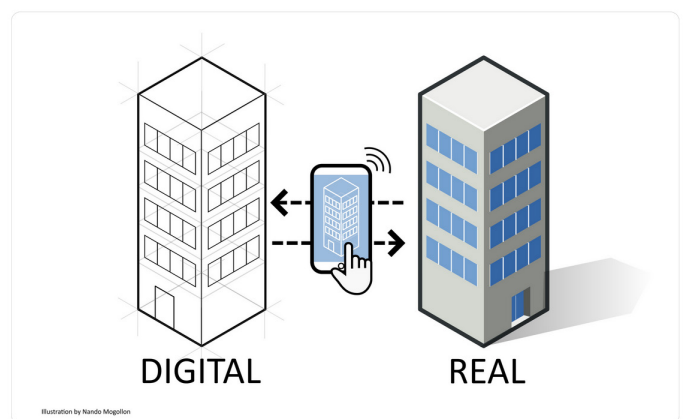
Digitale tvillinger

Et af formålene med IoT er at skabe en forbindelse mellem den fysiske og den digitale verden. Det fysiske produkt får en digital repræsentation, der indeholder informationer som umiddelbart ikke er tilgængeligt eller kan observeres på det fysiske produkt. Det kan for eksempel være en produktionsdato eller den samlede driftstid.

Analogt svarer det til, at vi – som mennesker – har en digital repræsentation på Internettet på for eksempel LinkedIn, som er en beskrivelse (fx uddannelse og job) og indeholder relationer (fx familie og bopæl), som ikke umiddelbart kan observeres ved blot at kigge på eller tale med os.

Ideelt set er der fuld kobling mellem tvillingerne. Hvis status for den digitale tvilling ændres, så ændres den fysiske tvilling tilsvarende og vice versa. For eksempel, hvis temperaturen ændres på det fysiske produkt, kan det aflæses på den digitale tvilling.

Hvis man derefter nedsætter temperaturen på den digitale tvilling, betyder det, at den fysiske tvillings temperatur nedsættes tilsvarende.



Figur 1:

Kobling mellem digitale og fysiske tvillinger

Nogle produkter fødes allerede med en digital tvilling. Tvillingen indeholder informationer om de materialer, som produktet er fremstillet af, samt hvilke konkrete maskiner, der har fremstillet det og på hvilket tidspunkt.

Det betyder, at hvis der for eksempel på et tidspunkt opstår et nedbrud på et fysisk produkt, kan man finde tilbage og afgøre, om det er et fælles problem for de produkter, der indeholder en delkomponent fra en bestemt underleverandør, eller om det eventuelt kan være en bestemt maskine i produktionen, der afstedkommer en fejl, eller om fejlen skyldes, at produktet fx anvendes uhensigtsmæssigt.

Fejlen kan også vise sig at være et sammenfald af omstændigheder, som tilsammen skaber et mønster, det tidligere var umuligt at identificere. Som for eksempel at nogle komponenter fra en bestemt underleverandør ofte fejler ved lave temperaturer sammen med komponenter fra en anden underleverandør.

At finde den slags mønstre kræver store datasæt, som først kan indsamles, når produkterne bliver brugt. Det er blandt andet også derfor, at for eksempel lægemidler, der har klaret sig strålende gennem alle forsøgs- og studiefaser, kan vise sig alligevel at have alvorlige, men sjældne bivirkninger, når de kommer på markedet og tilstrækkeligt mange begynder at bruge dem. Først da vil eventuelle mønstre begynde at tegne sig.

Nogle virksomheder designer og tester produkterne digitalt, inden de produceres. For eksempel kan en bil designes digitalt ned til mindste detalje og med oplysninger fra underleverandørerne for hver eneste delkomponent. Man kan derefter teste den digitale bil med kørselsinformation fra for eksempel danske biler. Her kan det så testes, hvordan danske vej- og vejforhold påvirker og slider på den digitale biltvilling i en slags digital prøvekørsel. Herefter kan bilens design justeres, før dens fysiske tvilling produceres.

Fabrikken, maskinerne og samlebåndet, der skal producere bilen, kan ligeledes designes digitalt inden fabrikken opføres. Det kan gøres i detaljer og helt ned til at designe udluftningssystemet baseret på den samlede varmeproduktion fra de forskellige led i samlebåndet.

Hver bil får en unik digital tvilling, der indeholder den relevante information for sammensætningen og produktionen af netop denne enkelte bil. Den digitale tvilling består af data fra underleverandører, der har leveret de fysiske delkomponenter sammen med deres respektive digitale tvillinger. Mulighederne er der, men så sofistikerede er det de færreste danske producenter, der er i dag.

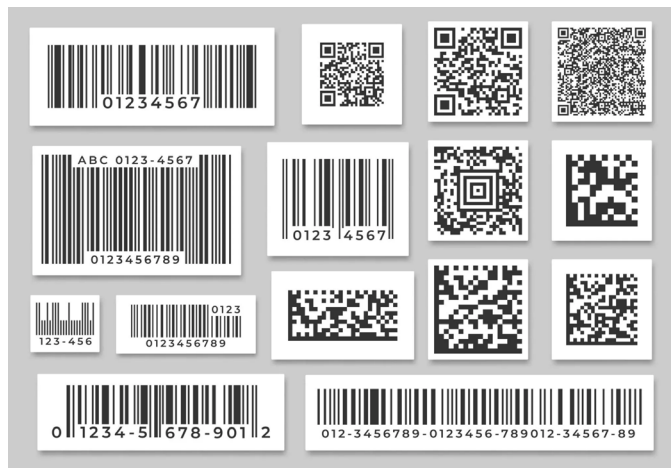
Identifikationskomponent

Som navnet siger, er det en komponent, der gør det muligt at identificere et produkt. Stregkoden er en primitiv forløber for egentlige digitale tvillinger. Stregkoden kom frem i 1970'erne, og i dag findes den på de fleste detailprodukter. En stregkode er et optisk genkendeligt mønster og aflæses med en særlig scanner.

Stregkoder anvendes mest i detailledet ved skanning i betalingskassen til at registrere et salg. Stregkoder kan være generelle for en bestemt type vare (fx en pakke smør fra Arla). De kan være batch-orienterede (fx en pakke smør produceret i uge 30 hos Arla foods i Holstebro). Eller de kan være individuelle for hver enkelt

enhed (smørpakke 112.342 af 150.000 produceret hos Arla foods i Holstebro, mælken kom fra Jens Hansens bondegård fra ko nummer 123456789).

QR-koder med deres kvadratiske facon og kantede grafik er blevet mere almindelige. De kan aflæses af enhver smartphone og åbner ofte en side på internettet, en app eller sender en besked. Se figur 2 for et overblik.



Figur 2:

Forskellige typer af optiske stregkoder og QR koder der kan aflæses med en skanner eller kamera.

Kommunikationskomponent

Mere avanceret IoT-teknologi er RFID og NFC-enheder, der udover at have et unikt nummer også typisk foretager en aflæsning af en sensor eller foretager en beregning, der sendes via en radiobølge.

RFID kan igen opdeles i aktive og passive enheder. De aktive har selvstændig energikilde og kan altså selv sende meddelelser, mens de passive oplades af den skanner, der aflæser deres status. De aktive kan igen opdeles i dem, som har adgang til elektricitetsnettet, og dem, der drives af et batteri eller anden begrænset energikilde.

Der er forskellige muligheder for at afsende information fra IoT-enheden, hvis det er en aktiv RFID-enhed. Hvis der er adgang til nettet, er WiFi, Bluetooth, eller mobilnettet (3G, 4G eller 5G) særligt anvendelige.

Fælles for dem er deres relative store energiforbrug. Hvis produktet udelukkende benytter batteri og dermed skal anvende strøm mere effektivt, er der andre muligheder. Er der kort afstand mellem gateway og IoT enhed (under

50 meter) kan man anvende ZigBee og Zwave, men det fungerer dårligere over længere afstande.

En kort oversigt over de forskellige standarder og deres funktionsområde er vist i tabellen nedenfor, desuden findes en række proprietær-standarder og -løsninger, som ikke er omtalt nærmere her.

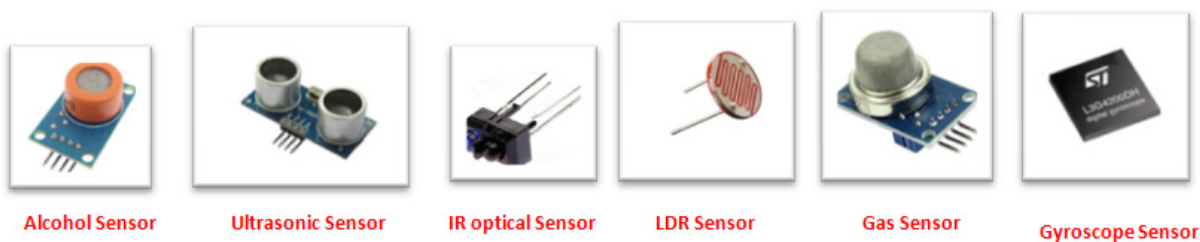
Sensorkomponent

Sensorer aflæser en produktstilstand eller dets omgivelser. Det kan være temperatur, surhedsgrad, tryk, GPS-position, vejr, acceleration etc. Se figur 3 for en oversigt over almindelige IoT-sensorer.

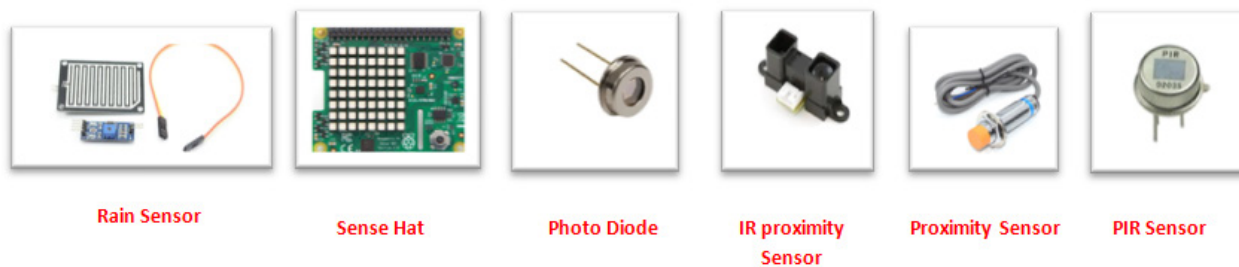
Begrænset adgang til el Typisk et batteri	ZigBee, Zwave	SigFox, Lora, NB-IoT
Ubegrænset adgang til el Typisk elektricitetsnettet	WiFi, Bluetooth	3G, 4G og 5G
	Kort afstand Typisk meter	Lang afstand Typisk kilometer

Tabel 1:

Trådløse kommunikationsstandarder baseret adgang til strøm og afstand mellem gateway og IoT enhed



Different types of Sensors



Figur 3:

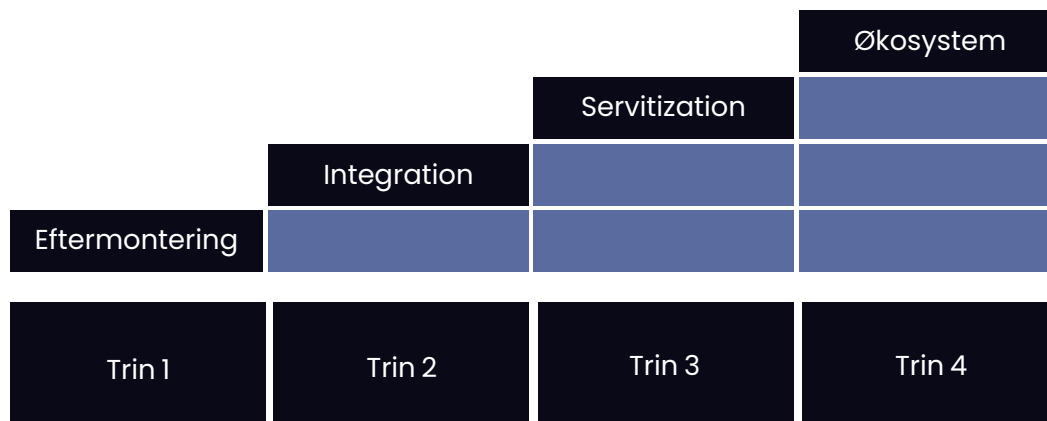
Typer af IoT sensorer

Fire udviklingstrin

Det er naturligvis en længere udvikling at gå fra ingen IoT til fuldt integreret og implementeret IoT. Her præsenteres fire udviklingstrin i bevægelsen fra den spæde begyndelse frem mod fuld implementering.

På det første udviklingstrin eftermonteres IoT enheden på produktet, måske i første omgang på et eller få udvalgte produkter. Hensigten er at udforske og demon-

På det sidste udviklingstrin smelter produkt og IoT sammen og bliver en del af et økosystem, hvor produktet både bidrager til og drager nytte af tilstedeværelsen af øvrige kompatible produkter. Et eksempel kunne være Amazons Alexa eller Apples Siri, der kan kommunikere med anden elektronik i hjemmet, hvad enten det er ovnen, musikanlægget eller belysningen.



Tabel 2:

De fire IoT udviklingstrin

strere potentialet i IoT. På det næste trin integreres IoT i selve produktet. Det gør mere avancerede funktioner mulige. På det tredje udviklingstrin handler det mindre om produktet og mere om kundens behov, krav og forventninger, fordi IoT-integrationen har gjort det muligt at skabe produkter, der i højere grad er tilpasset kunden. Det betyder, at forretningsmodellen forandres, fordi fokus er flyttet fra standard til skræddersyet, og typisk vil der også ske en bevægelse i forretningsmodellen fra produkt til tjeneste. Den bevægelse sker, fordi data-mængderne gør det muligt at følge produktet, hvilket også gør det mere oplagt at påtage sig ansvaret for det i hele dets levetid og siden genanvendelse i en cirkulær økonomi.

I det følgende beskrives hvert IoT udviklingstrin med en række karakteristika. De 7 karakteristika er inspireret af Kræmmergaards (2021) beskrivelse af organisationers generelle digitale modenhed, og trinene er dernæst tilpasset IoT.

Det første karakteristika indfanger det strategiske formål med IoT. Det næste beskriver, hvordan IoT er forankret i virksomheden. Det tredje karakteristika beskriver, hvordan virksomheden forventer at øge indtjeningen via IoT. Data og analytics, som er det fjerde karakteristika, beskriver, hvilken rolle data spiller samt niveauet for dataanalyse. Det femte karakteristika indfanger, hvor IoT er organiseret i virksomheden og hvordan samarbejdet med eksterne partnere fungerer. Det sjette karakteri-

stika beskriver, hvordan IoT teknologien er konfigureret i forhold til **API**¹, dens arkitektur samt governance. Det 7 og sidste karakteristika indfanger, hvor stor cybersikkerhedstruslen anslås at være. For hvert udviklingstrin beskrives der ligeledes et eksempel.

Udviklingstrin 1: Eftermontering

På det første udviklingstrin eftermonteres en separat IoT enhed på et allerede eksisterende produkt, der ikke gennemgår nogen yderligere forandring. Det oprindelige produkt er uændret og produceres fortsat som hidtil.

Data opsamles af en slags læser, der fysisk eftermonteres på produktet, og det er envejskommunikation uden mulighed for at styre produktet. I de fleste tilfælde har læseren sin egen separate strømkilde.

Når IoT-enheden monteres og aktiveres, begynder producenten at modtage data, men anvender den ikke på nogen sofistikeret facon. Kunden kan købe adgang til data, men anvender dem heller ikke på nogen avanceret facon, ligesom der ikke foretages nogen egentlig dataanalyse.

Den største gevinst er fjernaflæsning og demonstration af IoT. Forretningsmodellen ændres ikke, og kunden må betale ekstra for læseren samt datatrafikken. På udviklingstrin 1 er cybersikkerhed ikke nogen særlig bekymring, da IoT udelukkende benyttes til at aflæse et produkts tilstand, og produktet fungerer uafhængigt af IoT enheden.

Eksempel for udviklingstrin 1:

Grundfos har i samarbejde med en ekstern leverandør tilpasset en IoT-enhed Alpha Reader, der kan eftermonteres på udvalgte Grundfos-pumper som cirkulationspumpe Alpha2 og Alpha3. Alpha Reader klikkes på en eksisterende pumpe og aflæser datainformation fra pumpens display. IoT-enheden Alpha Reader tilbydes til kunder mod en ekstrabetaling. Data vises i en Grundfos-app. Figur 4 viser IoT enheden Alpha Reader.

Brancheorganisationerne og medierne beretter om de mange muligheder med IoT, hvilket øger presset på producenterne for at implementere IoT. Det kan være tilfældigheder eller en visionær person, der først får ideen om

at montere en IoT-læser på et eksisterende produkt og derved laver en simpel demonstration af IoT.

Typisk er omkostningerne til at komme i gang med udviklingstrin 1 begrænsede. Oftest er der intet budget eller ekstra bevilling til IoT-aktiviteter, der må indeholdes inden for rammerne af de eksisterende budgetter.



Figur 4:

Eksempel på udviklingstrin 1. En Grundfos pumpe eftermonteres med en separat IoT enhed der aflæser pumpens display

På udviklingstrin 1 tilbyder virksomhederne kunderne at få adgang til data via en proprietær platform, altså en producentejet platform, og i et format defineret af producenten mod ekstra betaling. De skal købe den IoT-enhed, som skal påmonteres. De øvrige dele af organisationen ser hyppigt med stor skepsis på de nye IoT-enheder og organisationen stiller spørgsmål ved, om IoT-indsatsen nogensinde vil blive profitabel eller efterspurgt af kunderne.

Det er med andre ord ofte svært for organisationen at se, hvad IoT-enhederne skal gøre godt for. Men efterhånden som data samles ind, bliver det mere klart, at IoT og dataindsamlingen kan have et potentiale. For eksempel er der ikke så langt fra en simpel aflæsning af et brud på en vares kølekæde til et ønske om, at køleanlægget selv slår alarm og eventuelt også kan reparere sig selv eller blive repareret af en anden computer, som anlægget kommunikerer med via IoT.

¹API – application programming interface. Grænsefladen gennem hvilken der kommunikeres.

Strategisk formål	Simpel demonstration af IoT
Organisatorisk forankring	IoT-champion
Indtjening	Salg af IoT enhed, der kan aflæse og transmittere data
Data og analytics	Rå data i eget format, der vises i egen app. Ingen grafisk analyse af data.
Organisering og samarbejde	Ekstern leverandør udvikler og leverer IoT-enhed og -app
API, arkitektur og governance	Vælger IoT-standard på anbefaling fra ekstern leverandør
Cybersikkerhedsrisiko	Cybersikkerhed ikke nogen særlig bekymring, da IoT udelukkende benyttes til at aflæses et produkts tilstand.

Tabel 3:

IoT eftermonteres (udviklingstrin 1)

Udviklingstrin 2: IoT integreres i produktet

På udviklingstrin 2 skifter IoT karakter fra at være eksperimenterende til at være en del af virksomhedens samlede strategi. Det foregående udviklingstrin har demonstreret potentialet, og de mest avancerede kunder efterspørger IoT-funktionalitet.

Beslutningen om at indbygge IoT er en strategisk beslutning. Beslutningen kræver oftest, at virksomheden udvikler en egentlig digitaliseringsstrategi, der rækker udover IoT og omfatter hele virksomheden. Ledelsen pålægger forsknings- og udviklingsafdelingen (FoU) at forestå indbygningen af IoT i tæt samarbejde med IT-afdelingen, men ingeniørerne i FoU er ikke overbeviste om behovet for IoT og stiller spørgsmål ved, om det er noget, som kunderne i virkeligheden efterspørger.

Da FoU ikke tidligere har arbejdet med IT, bliver IoT-integrationen ikke så elegant eller optimal, som den kunne have været. IT-afdelingen har oftest fokuseret på enterprise IT, der er store IT-løsninger som fx ERP, CRM eller regnskabssystemer, og derfor er IoT og navnlig det strategiske potentiale i IoT også nyt for de ansatte i IT-afdelingen.

De fleste produktionsvirksomheder på dette udviklingstrin har ikke tidligere haft forbindelse til deres produkter, og derfor findes der endnu ikke en egentlig afdeling for Operationel Teknologi (OT) i virksomheden. På dette udviklingstrin erkender virksomheden for første gang behovet for en særlig OT-afdeling. FoU vælger den IoT-standard, der passer bedst til de eksisterende produkter i

forhold til behov for strøm, fysisk plads i produktet og valg af kommunikationskomponent.

På udviklingstrin 2 bliver IoT lanceret som en ekstra service til kunderne, som de derfor skal betale ekstra for. Det gøres for internt at legitimere den relative store investering i udviklingen af IoT og for at demonstrere over for skeptikerne, at kunderne rent faktisk efterspørger og er villige til at betale for IoT.

På udviklingstrin 2 bliver IoT-delen integreret i selve produktet og kan tilgå de elektroniske kredsløb direkte. Der er typisk ikke længere behov for en separat strømforsyning, da IoT-delen forsynes via produktets primære energikilde. Produktet virker fortsat som oprindeligt, og IoT-delen skal ofte aktiveres og kan altså også vælges fra. Hvis kunden ikke ønsker IoT, kan kunden vælge udelukkende at betale for selve produktet uden adgang til IoT-delen. Kunderne kan så på et senere tidspunkt vælge at aktivere IoT.

Hvis IoT-delen aktiveres, kan kunden få adgang til avancerede funktioner – både dem som kan tilgås via produktets almindelige betjeningspanel og mere komplekse funktioner og historiske data fra de indre elektroniske kredsløb. Data vises i virksomhedens app. Appen vil typisk være indkøbt og tilpasset behovet, da virksomheden ikke internt råder over en IT-udviklingsafdeling, der har kompetencerne, og som på relativ kort tid kan udvikle en app.

Strategisk formål	Udvidet forretningsmodel med mulighed for aktivering af IoT
Organisatorisk forankring	IoT er en del af digital strategi for hele virksomheden
Indtjening	Salg af IoT-gateway, aktivering af IoT samt potentiel betaling for datatrafik (abonnement)
Data og analytics	Mulighed for primitivt at styre produktet (ofte blot tænde og slukke) samt aflæse produktets tilstand via app. Simpel grafisk overblik over historiske data.
Organisering og samarbejde	Forsknings- og udviklingsafdelingen integrerer IoT i produktet. Ekstern leverandør leverer app.
API, arkitektur og governance	Vælger den IoT-standard, der bedst opfylder udviklingsafdelingens tekniske krav. Governance er ad hoc.
Cybersikkerhedsrisiko	Et cyberangreb kan lamme produktet og dens funktionalitet, men IoT-delen kan frakobles, og produktet kan fortsat fungere på trods af et angreb på IoT-delen.

Tabel 4:

IoT integreres i selve produktet (udviklingstrin 2)

I nogle tilfælde kan primitiv data fra andre kilder kombineres i appen. Det kan fx være vejrdato, hvis det er relevant i forhold til produktets brug og optimale indstillinger.

På udviklingstrin 2 kan et cyberangreb lamme et produkt og dens funktionalitet, men IoT-delen kan frakobles, og produktet kan fortsat fungere på trods af et angreb på IoT-delen.

Eksempel for udviklingstrin 2:

Gardena, der producerer haveredskaber, har integreret IoT i flere af deres produkter. De har fx indbygget GPS-sensor og radiosender i nogle af deres robotplæneklippere, men plæneklipperne fungerer også uden IoT aktiveret.

Hvis man som privatkunde ønsker avancerede IoT-funktioner, så skal man tilkøbe en smart enhed (en gateway), der via Gardenas app giver adgang til robotplæneklipperens GPS-signal, klippezoner og brugs-historik.

Smartenheden skaber Gardenas eget lokale netværk, og gateway'en forbinder til Internettet og dermed til Gardenas app. Figur 5 viser de to produkter: robotplæneklipperen med indbygget IoT og ved siden gateway'en som muliggør kommunikation mellem IoT enheden dermed via Internettet en smart applikation på brugerens mobiltelefon.



Figur 5:

Gardenas robotplæneklipper er et eksempel på udviklingstrin 2.

Udviklingstrin 3: Servitization

På det tredje udviklingstrin drejer virksomheden fokus væk fra selve produktet og retter det mod kunden. Der bliver fokus på, hvordan produktets funktion kan bidrage til at opfylde kundens behov. Denne udvikling sker i udstrakt grad i samarbejde med kunderne og med eksterne teknologipartnere.

På tredje udviklingstrin sker der en afgørende transformation af virksomhedens forretningsmodel fra at sælge produkter til at sælge services. Trinnet fra to til tre er ofte særlig vanskeligt, fordi forretningsmodellen fundamentalt ændres. Ofte ansættes en CDO (chief-digital-officer) i en stabsfunktion tæt på direktionen.

CDO'en kommer oftest udefra og fra en helt anden branche, hvor man allerede har erfaringer med udviklingstrin 3 på IoT-trappen. Virksomheden overvejer, om den skal etablere en central dataanalyseafdeling for at sikre et fælles datasæt og dataintegritet på tværs af virksomhedens afdelinger.

Forretningsmodellen skifter fra at sælge produkter til at sælge abonnementer, der er baseret på kundens faktiske brug og gavn af produktet. Kunden foretrækker ofte abonnementsformen, da udgifterne skifter fra at være en varierende og ukendt størrelse til at være et fast månedligt beløb. Kunderne – og deres eventuelle medarbejdere – vil ofte opleve, at de får adgang til nye og tidssvarende produkter, der kontinuerligt vedligeholdes og udskiftes efter behov.

Det betyder også, at virksomheden i modsætning til tidligere via IoT får en relation direkte med slutbrugeren. Dette skaber forandring i virksomhedens salgsafdeling, der går fra at være en B2B-virksomhed til en B2C, hvor C'et både kan være en professionel og en privat kunde.

Dette skifte skaber en del turbulens i relationen til eksisterende B2B-kunder, der kan blive tilsidesat og måske kun fungerer som logistik- og distributionskanal og ikke som salgskanal i samme omfang som tidligere.

Produktionsvirksomheder, der ikke tidligere havde kontakt med deres produkter i brug, etablerer en afdeling for Operationel Teknologi (OT), der hertil opgave at overvåge og servicere enheder, processer og infrastruktur, der er i anvendelse ofte hos en kunde.

De nye data giver virksomheden mulighed for at følge produktet helt tæt og i realtid hos kunden. Data kan anvendes både til at følge det enkelte produkt, og til at overvåge en flåde af produkter. Med analytics kan man identificere mønstre, der hidtil var skjulte, og det bliver muligt at forudsige nedbrud og planlægge service og forebyggende vedligeholdelse.

En yderligere fordel for virksomheden er det, at den i en servitization-model – hvor den er gået fra at sælge et produkt til at tilbyde en tjeneste – også har mulighed for at have kontrol med produktet, når det ikke længere skal være hos kunden, fx fordi det er forældet. Det gør det muligt at skabe forretningsmodeller, der i højere grad er baseret på cirkulær økonomi, hvor produktet eller dets komponenter kan tages tilbage og indgå i nye produkter. Det betyder også i forhold til det nye fokus på erhvervs-

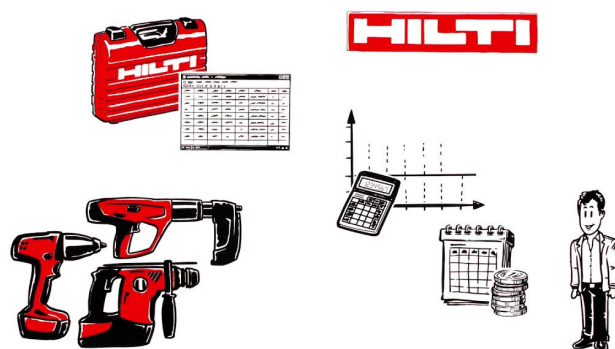
livets bæredygtighed i hele værdikæden og altså også i forhold til kunderne, at virksomheden kan overtage (og tage sig betalt for) en del af ansvaret for kundernes brug og fx udledninger.

Der eksisterer en veldefineret API-grænseflade til produkterne, så både producenten og kunden kan integrere sine egne systemer med IoT produktet. Kunden og virksomheden samarbejder tæt om udviklingen af IoT-produkter ofte i samarbejde med brancheorganisationer og teknologileverandører. Der arbejdes intenst på at lave integrationer med de mest udbredte softwarestandarder, så IoT-data kan gøre gavn i så mange forskellige systemer som muligt.

På udviklingstrin 3 vil et cyberangreb kunne påvirke produktet og dets funktionalitet da IoT-delen er afgørende for forretningsmodellen. Kravene til cybersikkerhed stiger altså, når IoT integreres. Tabel 5 sammenfatter udviklingstrin 3.

Eksempel for udviklingstrin 3:

Hilti Fleet Management giver kunder mulighed for at bruge de fleste af Hilti's værktøjer uden at eje dem. Hilti overtager ejerskabet af håndværksforretningens eksisterende værktøjspark, og kunderne betaler en fast månedlig ydelse for værktøjet, som Hilti herefter står for driften af. Servicekonceptet inkluderer reparation, kalibrering, tyveridækning og generel vedligeholdelse af værktøjsparken.



Figur 6:

Et eksempel på udviklingstrin 3 er Hilti fleet management, der illustrerer skridtet fra at sælge produkter til at sælge services. Data fra værktøjet genereres af Nuron-batterier, der uploader data til skyen, hver gang de oplades.

Strategisk formål	At skabe og udvikle et økonomisk sundt og bæredygtigt økosystem hvor virksomhedens produkter indgår som en uundværlig del. Produktet bidrager til flere bundlinjer, fx ESG.
Organisatorisk forankring	Bestyrelsen og ejerne
Indtjening	Produkter som services på tværs af virksomheder. Kunderne skaber selv nye services ved at kombinere produkter inden for økosystemet
Data og analytics	Produktet er en del af et økosystem. Data deles på tværs af produkter og tjenester via åben platform. Analytics og AI analyser data på tværs af produkter. Ofte foregår analyse lokalt i det cyber-fysiske system.grafisk overblik over historiske data.
Organisering og samarbejde	Åbent samarbejde på tværs af produkter og virksomheder. Virksomhedens faste rammer opløses. Eksterne samarbejdspartnere kan være tættere end andre interne afdelinger
API, arkitektur og governance	Vælger økosystemets åbne IoT-standard, der udmærker sig ved at være dominerende indenfor branchen
Cybersikkerhedsrisiko	Et cyberangreb kan lamme et helt økosystem, og en enkelt svag IoT enhed eller service vil uforvarende kunne give adgang til cyber-kriminelle og inficere flere produkter og services i hele

Tabel 5:

Sælg produktet som en service (trin 3)

Desuden understøttes administration af værktøjet via Nuron-systemet, hvor data om brug, position og ydeevne af værktøjet registreres via batterierne og uploades til skyen, hver gang batterierne oplades. Derudover genereres en digital værktøjsliste, der understøtter administrationen af værktøjsparken.

Udviklingstrin 4: Økosystem

På udviklingstrin 4 glider produktet endnu mere i baggrunden, og det er heller ikke den service, som et enkelt produkt kan levere, der er hovedattraktionen. Det er hele det økosystem, som produktet er en del af, der bliver omdrejningspunktet, og fokus er på produktets plads i økosystemet.

Det, som kunderne efterspørger, er ofte en service, som flere IoT-produkter i samspil skaber for kunden. Det sker ofte på en innovativ og overraskende facon, som ikke nødvendigvis var forudset eller forventet af producenten, men som er muliggjort via produktets API. Strategien er at opnå en attraktiv og profitabel position i økosystemet.

På udviklingstrin 4 tilpasser producenten produktet kontinuerligt via IoT og samtidig via gensidig tilpasning med øvrige IoT-produkter i cyber-fysiske systemer uden producentens direkte indgriben.

På udviklingstrin 4 skal virksomheden overveje, hvordan

produktet eller tjenesten kan drage nytte af andre IoT-produkter, og den skal gøre sig klart, hvordan produktet kan assistere andre producenter med at skabe og høste værdi. Det øger et produkts overlevelseschancer, hvis det indgår i en symbiose af tjenester og produkter, som gensidigt forstærker hinanden. Man deler populært sagt skæbne med de øvrige produkter i økosystemet.

Man skal kæmpe for sin plads i økosystemet og for at blive anerkendt og sikre sig en blivende position, som de øvrige producenter indtænker i deres IoT-produkter. Jo flere services produktet er indtænkt i, jo stærkere står produktet, og jo mere sandsynligt er det, at økosystemets øvrige aktører indtænker virksomhedens produkt som en del af fremtidige services. Økosystemtankegangen er så radikalt anderledes end at udvikle og sælge egne produkter til grossister, at den må forankres i bestyrelsen og accepteres af ejerne.

På udviklingstrin 4 er både data og analytics avancerede, og der udvikles konstant nye services på baggrund af data og analysen af dem. En symbiose af IoT-enheder i et økosystem kan vælge at udnytte hinandens styrker og overskudskapacitet til at foretage tunge eller tidskritiske beregninger lokalt uden at sende data til cloud, hvorved der spares tid, strøm, båndbredde og beregningskraft.

For eksempel kan en enhed, der bl.a. består af en processor med adgang til kablet strøm, tilbyde at foretage tunge beregninger for andre enheder, der er batteridrevne.

På udviklingstrin 4 kan lokal AI overvåge og tilpasse en

service i forhold til et ønsket niveau og kun påkalde sig ekstern indgriben ved ekstreme situationer, som overstiger indbyggede tærskelværdier.

På udviklingstrin 4 har producentens afdelinger mange eksterne partnere. For nogle afdelinger er de tætteste samarbejdspartnere eksterne og ikke en intern afdeling. De enkelte afdelinger sælger deres tjenesteydelser både eksternt og internt, og hvor man tidligere fik langt hovedparten af sin indtjening fra virksomheden selv enten som omkostningscenter eller profitcenter, kan dette nu forskydes til at afdelingen har sin primære indtjening ved at sælge services eksternt.

Det betyder også, at visse dele af virksomheden kan vokse disproportionalt i forhold til resten af virksomheden. Efterhånden må den øvrige del af virksomheden købe serviceydelser fra afdelingen på markedslignende vilkår. Resultatet er et opbrud i traditionelle organisatoriske afgrænsninger til en mere fleksibel og flyvende organisatorisk struktur.

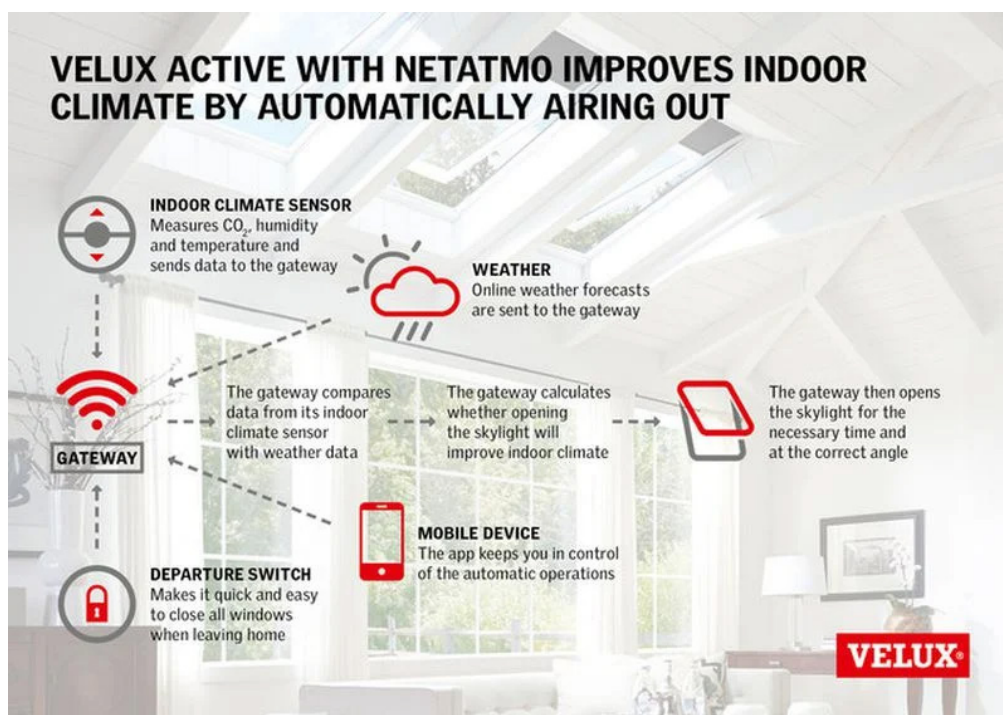
Producenten vil typisk deltage i selve udviklingen af nye IoT-standarder for på den måde at påvirke og være velforberedt. Dette foregår både nationalt og internationalt og både i selvbestaldede branchefællesskaber og i internationale standardiseringsinstitutioner. Der kan opstå koalitioner af samarbejdende virksomheder som har fælles interesser.

Arkitekturen for produkterne tilpasses løbende, så de enkelte dele skaber værdi for andres produkter. Det er gennem produktets API, at der åbnes og lukkes for andre produkter og deres services. Det er en konstant tilpasning både at være standardkompatibel for at være attraktiv og samtidig differentiere sig ved at udvikle nye avancerede løsninger, der konstant udvider standarden med nye (unikke) muligheder der ikke (endnu) er indeholdt i standarden.

På udviklingstrin 4 vil et cyberangreb kunne lamme et helt økosystem, og en enkelt svag IoT-enhed eller -service vil uforvarende kunne give adgang til cyber-kriminelle og inficere flere produkter og services i hele økosystemet. Det kan være vanskeligt at overskue og forudsige, hvilke cybertrusler der vil være mest truende, og man bør holde sig orienteret om trusselbilledet samt foretage de anbefalede opdateringer fra softwareleverandørerne.

Virksomhedseksempel for udviklingstrin 4:

Netatmo udvikler, designer og producerer vejrstationer fx regn-, vind- og temperaturmåler, der kan integreres i andre produkter. Velux producerer ovenlysvinduer og har implementeret IoT-enheder, der gør det muligt at åbne og lukke vinduer og rulle gardiner op og ned.



Figur 7:

Netatmo er omdrejningspunktet for et økosystem som Velux er en del af (udviklingstrin 4).

Strategisk formål	At skabe og udvikle et økonomisk sundt og bæredygtigt økosystem hvor virksomhedens produkter indgår som en uundværlig del. Produktet bidrager til flere bundlinjer, fx ESG.
Organisatorisk forankring	Bestyrelsen og ejerne
Indtjening	Produkter som services på tværs af virksomheder. Kunderne skaber selv nye services ved at kombinere produkter inden for økosystemet
Data og analytics	Produktet er en del af et økosystem. Data deles på tværs af produkter og tjenester via åben platform. Analytics og AI analyser data på tværs af produkter. Ofte foregår analyse lokalt i det cyber-fysiske system.grafisk overblik over historiske data.
Organisering og samarbejde	Åbent samarbejde på tværs af produkter og virksomheder. Virksomhedens faste rammer opløses. Eksterne samarbejdspartnere kan være tættere end andre interne afdelinger
API, arkitektur og governance	Vælger økosystemets åbne IoT-standard, der udmærker sig ved at være dominerende indenfor branchen
Cybersikkerhedsrisiko	Et cyberangreb kan lamme et helt økosystem, og en enkelt svag IoT enhed eller service vil uforvarende kunne give adgang til cyber-kriminelle og inficere flere produkter og services i hele økosystemet.fungere på trods af et angreb på IoT-delen.

Tabel 6:

Produktet som en del af et økosystem (trin 4)

De to virksomheders produkter er hver især meget forskellige; men ved hjælp af API'er kan de samarbejde og skabe nye løsninger, hvor flere samarbejdende produkter samskaber det bedst mulige indeklima. Således kan Velux-produkterne indhente information om udevejret fra Netatmo, hvormed det kan beregnes, hvornår ovenlysvinduerne skal åbne eller lukke, og/eller rullegardinerne rulles op eller ned. Figur 7 illustrerer økosystemet mellem IoT-enhederne fra Netatmo og Velux ovenlysvinduerne.

IoT-værdiskabelse og -indtjening

		Traditionelle produkter	Internet of Things
Værdiskabelse over for kunden	Kundens behov	Løs et eksisterende problem for et kundesegment	Løs et problem, når det opstår vha. online tilpasning af produktets funktionalitet
	Produktets livscykel	Produktet forældes	Produktet opdateres og udvides løbende med nye tjenester
	Produktudvikling	Nye produkter udvikles baseret på kundeundersøgelse og salgstal. Virksomhedens egne ansatte udvikler produktet	Nye produkter udvikles baseret på data fra produkter og tjenester i brug. Produktet og dens tjenester udvikles via digital service platform
Virksomhedens indtjening	Primær indtægtskilde	Sælg det næste produkt	Sælg hvad produktet kan som tjeneste
	Primær konkurrenceparameter	Omkostningsreduktion eller produktdifferentiering	Netværkseffekter og skifteomkostninger
	Konkurrencemæssige fordel	Stordriftsfordele i produktion	Økosystemer og kundedrevet efterspørgsel

Tabel 7:

Virksomhedens værdiskabelse og indtjening før og efter IoT (Damsgaard 2017)

De fire udviklingstrin skaber hver især et højere IoT-niveau, og den samlede transformation er skitseret i tabellen nedenfor.

I det følgende beskrives den samlede bevægelse fra en verden uden IoT og til en situation, hvor IoT har transformeret produktet, virksomheden og forretningsmodellen. Denne udvikling er en del af den fjerde industrielle revolution (Schwab, 2018).

Værdiskabelse over for kunden

For at kunne sælge et produkt må virksomheden sikre, at det skaber værdi hos kunden. I det følgende beskrives, hvordan kundens behov, produktets livscyklus samt produktudvikling transformeres gennem anvendelsen af IoT.

Kundens behov

Traditionelt bliver mange produkter udviklet for at løse et kendt og vedvarende problem hos en kunde. En IoT-verden åbner imidlertid mulighed for at tilpasse produktets funktionalitet til nye og varierende problemer. Produktet går fra at være låst og fast defineret til at være mere åbent og til at løse flere forskellige typer af problemer, når de opstår, eller når omgivelserne ændrer sig.

Produktets livscyklus

Traditionelt forældes produkter fra det øjeblik, de er produceret og solgt, og de bliver mindre værd, som tiden går, og produktet slides. Nogle gange udskyder en potentiel kunde at købe et produkt, fordi det hele tiden forventes, at der kommer nye, billigere og bedre produkter.

Denne livscyklus skaber en "forbrug og smid væk"-tankegang, hvor produkter kasseres. Ikke fordi de er slidt op, men fordi der kommer forbedrede udgaver og produkter. Med IoT kan produktet opdateres med ny og forbedret funktionalitet via firmware- eller softwareopdateringer. Herved bevarer produktet sin værdi, og det er ikke nødvendigt at udskifte det. Det er især tilfældet, hvor den teknologiske udvikling fortrinsvis sker på det digitale område. Mobiltelefoner skal ikke udskiftes så ofte som tidligere, fordi hardwaren fortsat er tidssvarende, men software opdateres næsten hvert kvartal med nye funktioner. For ikke at tale om de mange, mange apps i det økosystem, som telefonen er en del af og omvendt. Det samme gælder mange varige forbrugsgoder, som løbende skal opdateres med den seneste firmware.

Produktudvikling

Traditionelt er det virksomhedens egne ansatte, der udvikler virksomhedens produkter. I udviklingsprocessen indgår kompetencer og viden om den nyeste teknologi på området. Derudover får forsknings- og udviklingsafdelingen information fra salgs- og marketingsafdelingen om salg, reparationer, reklamationer samt information fra sælgere, kunder, forhandlere og grossister.

I en IoT-verden er det ikke længere udelukkende virksomhedens egne ansatte, der udvikler nye produkter og services. Det kan i høj grad være kunder, der indtænker virksomhedens produkter i nye løsninger. Derudover arbejder FoU-afdelingen tæt sammen med udviklingsafdelinger i andre virksomheder for at sikre kompatibilitet mellem produkter, og nogle gange deltager FoU-afdelinger fra andre virksomheder i at udvikle kernefunktionalitet. Der oprettes en operationel teknologi-afdeling eller -funktion (OT), der har til formål at overvåge, styre og analysere virksomhedens produkter der er i brug hos kunder.

Freelancere med særlige kompetencer kan tilknyttes udviklingsarbejdet i en periode. Ofte er virksomheden ikke direkte involveret i, hvordan produktet anvendes inden for økosystemet. Det åbne API sikrer, at produktet bidrager til innovative løsninger på overraskende måder og i

konstellationer, som ikke var indtænkt eller forudset i det oprindelige design.

Virksomhedens indtjening

Virksomhedens indtjening skifter karakter gennem anvendelsen af IoT. I det følgende beskrives, hvordan virksomhedens primære indtægtskilde, primære konkurrenceparametre og konkurrencemæssige fordele forandres, når IoT gennemtrænger virksomheden.

Primær indtægtskilde

Før IoT kommer virksomhedens indtægtskilde primært fra salg af produkter. Det er en konstant kamp at sælge flere produkter ved at udvikle produktet trinvis for at tilfredsstille de særligt krævende, men betalingsvillige kunder. Traditionelt sælger virksomheden ofte ikke produkterne direkte til forbrugeren. Produkterne når først forbrugeren efter en række salgsled. Fabrikken sælger ofte produktet til en importør, der har eneret eller særlige privilegier på et marked, og derfra sælges det videre.

I en IoT-verden sælges produktet ofte som en service på abonnementsform, og udgiften hos kunden skifter fra at være CAPEX til OPEX, altså fra store betalinger ved nyindkøb til løbende og mindre betalinger for services.

Primær konkurrenceparameter

De primære konkurrenceparametre kommer klassisk fra produktdifferentiering og omkostningsreduktion (Porter 1985). Ved omkostningsreduktion sælges et produkt billigere end konkurrenternes sammenlignelige produkter, hvorved den konkurrencemæssige fordel opnås. En konkurrencemæssig fordel kan ligeledes opnås ved at differentiere produktet, så det opfattes som unikt i forhold til konkurrenternes produkter.

Dette gælder fortsat i en IoT-verden (Porter og Heppelmann, 2014). Men i en IoT-verden udvides de primære konkurrenceparametre med netværkseffekter og skifteomkostninger. Netværkseffekter opstår, når brugerens værdi af at benytte et bestemt produkt stiger, når andre ligeledes benytter produktet. Det bedste eksempel er telefonen. Den første, der anvender en telefon, har begrænset nytte af apparatet, men når flere anvender telefonen, stiger værdien. Denne sammenhæng mellem værdien og antallet af brugere er udtrykt i Metcalfs lov. Her udregnes værdien v som det antal relationer, der

kan skabes indenfor en gruppe af brugere $v = n \times (n-1) / 2$. Metcalf er en fornuftig tommelfingerregel, der anskueliggør værdien af at tilhøre et IoT-baseret økosystem. For illustrere kan man forestille sig, at man er den eneste bruger på Facebook i modsætning til den nuværende situation, hvor flere end to milliarder mennesker benytter Facebook hver måned.

Skifteomkostningerne handler om den omkostning, der forbundet ved at skifte fra et produkt til et andet. Det gælder både de direkte økonomiske omkostninger forbundet med at skifte og besværet med at flytte. Igen kan Facebook anvendes som en fornuftig illustration. Når man først har fyldt Facebook med billeder og opdateringer, og man møjsommeligt har opbygget sit netværk af venner, bliver det besværligt at skifte til et konkurrerende socialt medie.

På helt tilsvarende vis kan en IoT-transformeret virksomhed konkurrere ved at betone netværkseffekterne ved sine produkter, så de indtænkes i flere gensidigt kompatible services i et økosystem samt øge skiftomkostningerne ved konstant at opdatere og tilpasse produktet, så det ikke kasseres eller udskiftes. Det er også muligt at gøre et skifte datamæssigt mindre attraktivt og mere besværligt ved at øge indsatsen for at skabe værdifulde data og analytics.

Konkurrencemæssige fordele

I den industrielle verden opnåede virksomheder ofte deres konkurrencemæssige fordele gennem deres størrelse. Store virksomheder har stordriftsfordele i produktion, hvor de kan lave store indkøb, effektivisere produktionen og optimere deres logistik og distribution. De kan ansætte de bedste specialister, have de største FoU-afdelinger og finansiere de største udviklingsprojekter. Den industrielle tidsalder favoriserede størrelse, og mange industrier blev domineret af nogle få store (globale) spillere.

Med IoT svinger pendulet i den modsatte retning, og de fleste af de fordele, som var forbeholdt de store virksomheder, bliver opnåelige for små virksomheder. Med et IoT-baseret økosystem kan flere virksomheder producere produkter, der kan erobre en plads i IoT-økosystemet. En temperaturmåler fra en (lille) producent kan sammen med et halsbånd fra en anden (lille) producent sammen med en teleoperatør skabe en service, der overvåger sundhedstilstanden af køer i løsdrift hos en mælkeproducent. Sådant en IoT-service ville tidligere være forbeholdt

en enkelt stor virksomhed, der ville producere og have kontrol over alle komponenterne.

Ofte vil servicen ikke blive udtænkt blandt producenterne, men af kunderne eller servicevirksomheder tæt på kunderne. Udfordringen for den lille producent bliver at identificere netop den niche, hvor virksomhedens produkter kan finde en attraktiv plads i økosystemet. De store virksomheder vil også eksistere i økosystemet, men de bliver ikke nødvendigvis så dominerende, som de har været hidtil.

Der er ofte flere åbne IoT-økosystemer, der konkurrerer med hinanden om markeder. Der åbnes og lukkes for kompatibilitet med produkter fra konkurrerende økosystemer. Producenterne må forsøge at balancere mellem at have en profitabel forretningsmodel og øge deres marked gennem kompatibilitet, fx samarbejdet omkring IoT-standarden *Matters*, der skal sikre kompatibilitet og interoperabilitet mellem standardprodukter på tværs af økosystemer.

Herefter kan standardkompatibilitet ikke længere anvendes som differentiering, men produkter, der ikke er kompatible eller slet ikke har IoT installeret, har en klar konkurrencemæssig ulempe. Det er for tidligt at forudsige, om *Matters* bliver en succes, eller om den vil blive fiasko som fx det fælles operativsystem OS/2 eller brancheløsningen for mobilbetalinger, Swipp.

IoT og blockchain

Der er en række fordele ved IoT, der først kan realiseres i kombination med andre teknologier, herunder blockchain. Kombinationen af IoT og blockchain giver mulighed for at sikre sig ægthed, sporbarhed samt herkomst.

Kombinationen er ligeledes grundlaget for en troværdig klimakonto og ESG-nøgletal, hvor et produkts klimaaftryk fra råvare til færdigt produkt kan registreres. Det samme kan klimaafttrykket fra både underleverandører og kunders brug af produktet.

I de ovenstående eksempler fra hvert udviklingstrin forudsættes det, at data er sandfærdig og kommer fra troværdige kilder. I praksis er det langt fra altid tilfældet.

En blockchain er et fælles bogholderi, der revideres af en række uafhængige revisorer, som garanterer blockchainens integritet (Damsgaard 2021). Er IoT data fra

et produkt først ført til protokols på en blockchain, kan det ikke ændres eller slettes eller afvises. Kryptering af data sikrer, at det udelukkende er de enheder med de rette beføjelser, der kan tilføje og aflæse data på blockchainen. Og sammenkædningen af blokke i en ubrudt kæde betyder, at et produkts herkomst er tilgængelig. Det er altså sikkert, at en underleverandør ikke har fusket med sin underleverandørs data. Ideelt set helt tilbage til råmaterialerne. Det rækker ud over intentionen med denne artikel at beskrive blockchain og dens mange anvendelsesmuligheder nærmere. Den interesserede læser henvises til (Damsgaard 2021).

Konklusioner

Produkter har hidtil været som isolerede øer uden nogen forbindelse til den omkringliggende verden. Det gælder både helt almindelige fysiske produkter og for elektriske produkter. På de elektriske produkter har man kunnet aflæse produktets tilstand – temperatur eller tilstand – lokalt, men denne aflæsning er afskåret fra andre produkter og systemer. IoT markerer et paradigmeskifte for produktionsvirksomheder, hvis de vil udvikle og udnytte de muligheder og udfordringer, som Tingenes Internet giver. Det er imidlertid svært at forestille sig, at en produktionsvirksomhed på en gang kan gå fra ikke at have nogen form for IoT til at have fuldt integreret IoT. Denne artikel opdeler IoT-transformationen i fire mindre udviklingstrin, som kan guide virksomheden i denne transformation. De muligheder, som transformationen giver virksomheden både i forhold til værdiskabelse og indtjening er beskrevet for hvert af de fire trin.

På hvert udviklingstrin giver IoT virksomhederne mulighed for at eksperimentere med data, der bliver tilgængelig via IoT, og til at analysere dem for at opnå ny indsigt og eventuelt tilbyde nye forbedrede services. Det gør det muligt at træffe flere beslutninger på et datagrundlag snarere end på en forestilling om, hvordan producenten tror, at produktet anvendes og af hvem. Digitale forretningsmodeller understøttet af IoT giver virksomhederne adgang til at beslutte på et velfunderet datagrundlag i langt højere grad, end hvis de ikke arbejder med IoT.

Der er en række praktiske overvejelser, som enhver virksomhed, der ønsker at udforske fremtidens IoT i forhold til deres virksomhed, deres kunder og deres produkter kan indlede med at finde svar på, inden de påbegynder arbejdet med IoT (Damsgaard 2017)

1. Gentænk virksomhedens produkt som en service.
2. Hvilke kommunikationskanaler skal indbygges i produktet? (API, sensorer, trådløs teknologi og strømkilde).
3. Hvordan ser virksomhedens IoT-forretningsmodel ud? Abonnement, betal efter forbrug, delvis ejerskab eller partnerskab?
4. Hvordan håndterer virksomheden eksisterende kunder (grossister, importører og forhandlere), når den skifter forretningsmodel og springer de sædvanlige salgsled over?
5. Hvilke økosystemer skal virksomheden søge at blive en del af?
6. Hvordan kan virksomhedens produkter skabe værdi sammen med andre produkter?

Denne artikel beskæftiger sig udelukkende med produktionsvirksomheder og deres IoT-udvikling. Bredere spørgsmål omkring IoT-standarder og brancheløsninger er også relevante emner, som kunne være taget i betragtning, ligesom hvordan professionelle og private forbrugere bør navigere i IoT-udviklingen.

Efterskrift

Denne artikel er skrevet som en del af projektet "Datadreven kundeindsigt", som er støttet af Industriens Fond. Projektdeltagerne kommer fortrinsvis fra CBS og består desuden af DI Handel og Erhvervshusene Hovedstaden og Midtjylland.

Projektets formål er bl.a. at give danske SMV'er, der afsætter fysiske produkter, indsigt og kompetencer til at skabe vækst gennem en datadreven kundeforståelse og deraf dannelse af datadrevne kundesegmenter med hensigt på salg.

Se mere på www.brugkundedata.dk

Tak til min kollegaer Thomas Ritter og Thomas Jensen for kommentarer til artiklen og Susanne Sayers for redaktionel hjælp.

Litteraturliste

Damsgaard, Jan (2022) Den reelle værdi af kryptovaluta. Finans/Invest

Damsgaard, Jan (2021) Blockchain Business – Ægte, sporbart og uerstatteligt. DJØF-forlag

Damsgaard, Jan (2021) Bestyrelsens digitale kompetencer. Fra Lærebog i bestyrelsesledelse. DJØF-forlag

Damsgaard, Jan (2017) Den digitale omstilling – 9 radikale udfordringer som erhvervslivet skal overleve. DJØF-forlag.

Kræmmergaard, Pernille (2021) Digital Modenhed – strategi, teknologi, organisation og lederskab i 5 generationer. DJØF-forlag.

Porter, M. E. (1985) Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York.: Simon and Schuster.

Porter, M. E. og J. E. Heppelmann (2014) How smart, connected products are transforming competition. Harvard business review.

Porter, M. E. og J. E. Heppelmann (2015) How smart, connected products are transforming companies. Harvard business review.

Schwab, Klaus (2018) Den fjerde industrielle revolution. Gyldendal Business.

Om projektet

Pr. 01. januar 2021 opstartede CBS, DI Handel og Erhvervshusene et 3-årigt projekt: "Datadreven kundeindsigt", som er fondet af Industriens Fond.

Projektets formål er bl.a. at give danske SMV'er, der afsætter fysiske produkter, indsigt og kompetencer til at skabe vækst gennem en datadreven kundeforståelse og deraf dannelse af datadrevne kundesegmenter med sigt på salg.

Helt konkret vil projektet give danske SMV'er forudsætninger for at kunne gå fra en overordnet forståelse af datadrevne vækstmuligheder til operationelle tiltag i den enkelte virksomheder via bl.a. værktøjer, events og virksomhedsforløb.

Læs mere på www.brugkundedata.dk

Vores samarbejdspartnere

INDUSTRIENS FOND





brug kundedata

Please cite this publication the following way:

Damsgaard, Jan (2023)

Internet of Things – de fire udviklingstrin
Copenhagen Business School

ISBN

978-87-93226-80-7 Print version

978-87-93226-81-4 Online pdf

Author

Jan Damsgaard
Department of Digitalization
Copenhagen Business School

Layout

Jan-Christian Bruun

Funded by

Datadreven kundeindsigt – www.brugkundedata.dk
The Danish Industry Foundation (projektnummer 2020-0071)

INDUSTRIENS FOND