

Teknologiske designprocesser og arbejdsmiljø

– om social formning af teknologi og arbejdsmiljø i fødevarerektoren

Det har i mange år været en intention i det danske arbejdsmiljøsystem at forsøge at tage hensyn til arbejdsmiljøet, når der udvikles og indføres ny teknologi på arbejdspladserne. Det er kun lykkedes i begrænset omfang. Baseret på nyere teknologisociologisk teori, og et case studie af udvikling af ny teknologi til fødevarerektoren, diskuterer denne artikel muligheder og betingelser for, at arbejdsmiljø kan inddrages i teknologiske designprocesser. Spørgsmålet er, om teknologisociologiens forståelse af sådanne processer kan bidrage til at udvikle nye strategier og handlingsanvisninger for arbejdsmiljøprofessionelle.

Indledning

At teknologi har betydning for det arbejdsmiljø, der skabes på arbejdspladserne, er en gammel erkendelse. Det afspejler sig også i den danske arbejdsmiljøregulering, hvor det i arbejdsmiljølovens formålsparagraf hedder, at intentionen med lovgivningen er at skabe »et sikkert og sundt arbejdsmiljø, der til enhver tid er i overensstemmelse med den tekniske og sociale udvikling i samfundet«. En række af de institutioner og regler, der er bygget op i det danske arbejdsmiljøsystem indeholder også erklæringer og krav om at hensyn til arbejdsmiljøet skal indgå i forbindelse med teknologiske forandringer på virksomhederne. Det er imidlertid også velkendt, at disse intentioner gennem årene har haft meget svært ved at blive til virkelighed. Teknologiske forny-

elser på arbejdspladserne har ofte givet anledning til arbejdsmiljøproblemer. Virksomhedernes sikkerhedsorganisation bliver sjældent inddraget i forbindelse med teknologiske forandringer. Bedriftssundhedstjenesten (BST) bliver heller ikke involveret og har hidtil haft svært ved selv at tilbyde sig. Arbejdsmiljøforskningen har primært bidraget til at dokumentere arbejdsmiljøproblemer i forbindelse med teknologi efter de er opstået, jf. f.eks. museskaderne i forbindelse med computerteknologien. Den bredere arbejdslivsforskning herhjemme beskæftigede sig i 1980'erne først med konsekvenserne af ny teknologi baseret på en industrisociologisk tilgang og senere med de processer, der finder sted i forbindelse med indførelse af teknologi på arbejdspladser (Clausen et al. 1999). I de se-

mere år er teknologiens betydning imidlertid næsten forsvundet ud af arbejdslivsforskningen. Fokus er i stedet rettet mod arbejdsorganisatoriske forhold, virksomhedernes arbejdsmiljøarbejde, det udviklende arbejde m.m.

Målet med denne artikel er at bidrage til, at teknologiens betydning for arbejdsmiljøet igen gøres til genstand for en forskningsindsats. En række nyere teknologisociologiske teorier har muliggjort et skifte i fokus og perspektiv, som kan være frugtbart. Frem for at fokusere på teknologiens konsekvenser for arbejdsmiljøet er der grund til at se nærmere på de processer, der indgår i teknologiens dannelse. Sådanne analyser fører til spørgsmålet, om der kan peges på nye strategier og handlingsanvisninger for arbejdsmiljøprofessionelle med henblik på at inddrage arbejdsmiljøhensyn i teknologiske designprocesser.

Med udgangspunkt i teknologisociologiske teorier, og en case-undersøgelse af udvikling af en ny teknologi til fødevarerindustrien, reflekterer artiklen over muligheder og betingelser for at inddrage arbejdsmiljøhensyn i teknologiske designprocesser, dvs. under skabelsen af nye teknologier. Endvidere vil jeg diskutere, om de teknologisociologiske teorier bidrager til at udvikle nye strategier og handlingsmuligheder for arbejdsmiljøprofessionelle.

Artiklen starter med en kort præsentation af teorielementerne, hvorefter følger en forholdsvis grundig beskrivelse af casen om udvikling af en ny teknologi til fødevarerindustrien. Casebeskrivelsen og de indbyggede refleksioner undervejs bygger på de forståelsesrammer, der er præsenteret i teorien.

Inspirationen til at kaste nyt lys på teknologiens betydning for arbejdsmiljøet stammer hovedsageligt fra to teoretiske områder. Det drejer sig om social konstruktion af

teknologi (Social construction of technology, SCOT) og aktør-netværk teori (Actor-network theory, ANT). Nogle af de centrale begreber og sammenhænge skal kort præsenteres i det følgende.

Social konstruktion af teknologi

Udgangspunktet i tilgangen 'Social Construction of Technology' (SCOT) er, at teknologiske forandringer forstås som en social proces (Pinch & Bijker 1987; Bijker 1995). Der foregår under udviklingsprocessen et samspil mellem forskellige *relevante sociale grupper*, som hver især tillægger en genstand eller teknologi forskellig mening. Der er således en *fortolkningsmæssig fleksibilitet* i forhold til en teknologi som først er ved at blive udviklet. En ny genstand eller teknologi dukker ikke pludselig op som resultatet af en enkeltstående opfindelse. I stedet bliver den gradvis konstrueret i et samspil mellem relevante sociale grupper. Gennem forhandlinger og ved fælles accept mellem forskellige grupper sker der efterhånden en *lukning* i udviklingsprocessen. Der opstår en *stabilisering* af en bestemt meningstilordning, og genstanden eller teknologien finder en bestemt form frem for andre mulige. De forskellige sociale grupper vil ofte operere ud fra hver deres *teknologiske ramme*. En teknologisk ramme strukturerer samspillet mellem aktørerne i en given social gruppe. En sådan ramme bygges op, når der begynder at opstå et samspil omkring en ny genstand eller teknologi. En teknologisk ramme består (mindst) af: mål, nøgleproblemer, problemløsningsstrategier (heuristikker), krav til løsninger, teorier, 'tacit knowledge', testprocedurer, designmetoder og -kriterier, brugerpraksis og eksemplariske genstande (Bijker 1995, 125). Hvis en gruppe aktører bevæger sig i samme retning i forhold til forståelse af

genstanden, bygges der en teknologisk ramme op. Aktørerne i de sociale grupper kan være mere eller mindre inkluderet i en teknologisk ramme. Hvis en aktør har en høj grad af *inklusion* i en teknologisk ramme, betyder det, at vedkommende i stor udstrækning tænker, handler og interagerer ud fra den teknologiske rammes udtryk og betingelser. Aktører kan godt være med i flere sociale grupper og dermed også mere eller mindre inkluderet i flere teknologiske rammer.

SCOT har især været brugt til historiske teknologistudier. Der ligger imidlertid nogle deskriptive modeller og analytiske elementer i tilgangen, som jeg finder relevant i forhold til designprocesser. Begrebet om teknologiske rammer finder jeg særlig relevant i forhold til diskussionen om at inddrage arbejdsmiljø i designprocesser. Bijker understreger, at en teknologisk ramme er et teoretisk begreb. Det kan bruges af forskeren til at ordne data og formidle en fortolkning af samspillet mellem aktører inden for en social gruppe. Begrebet kan bedst bringes i anvendelse i forbindelse med ustabile situationer, kontroverser og ændringer hvor de teknologiske rammer lettere bliver synlige. Teknologiske rammer er ikke kun kognitive, men omfatter også sociale og materielle komponenter. Det er også vigtigt at fremhæve, at teknologiske rammer kan bruges i forhold til alle sociale grupper og ikke kun i forhold til ingeniører. Teknologiske rammer kan både være åbnende i udviklingsprocessen, men også begrænsende i form af, at de afgrænser, hvad der er et designproblem, og hvad der er en acceptabel løsning.

Med delvis udgangspunkt i et SCOT-perspektiv har Bucciarelli (1994) leveret et væsentligt bidrag til forståelse af nutidens ingeniørmæssige designarbejde. Bucciarelli forstår designprocessen som et møde mel-

lem deltagernes forskellige *objektverdener*. Objektverdener er udtryk for, at der inden for forskellige teknologiske specialiseringer findes forskelligt sprog, symbolsystemer, metaforer, modeller, instrumenter og tommelfingerregler. Deltagerne i en designproces fortolker designobjektet og problemer og problemløsning ud fra deres særlige perspektiv. Gennem forhandlinger og projektlederens ageren opnås der punktvis fælles forståelser, som bevæger designprocessen fremad mod et færdigt produkt.

Aktør-netværk

I aktør-netværksteorien (Callon 1987; Callon 1992; Law & Callon 1992; Law 1987; Latour 1992) ses det teknologiske og det sociale også som uadskilleligt. Innovation forstås som en proces, hvor der opbygges heterogene netværk bestående af både aktører og genstande. Aktør-netværket bliver konfigureret gennem indrullering af allierede. Netværksbyggerne overtaler andre til en bestemt problemforståelse og til, at løsningen på deres problemer ligger i netværket. Denne fase er præget af forhandlinger om kontroverser med efterfølgende konvergens og kompromisdannelse. Det er under disse processer, at teknologien formes, og gennem indrullering eller eliminering af deltagere kan der ske ændringer i de tekniske karakteristika ved slutproduktet. Undervejs i processen indtræder en øget grad af irreversibilitet som følge af beslutninger truffet på tidligere tidspunkter. Netop omfanget af muligheder som står åbne, på givne tidspunkter i udviklingsprocessen, er væsentlige at fastholde i en analyse af mulighederne for at inddrage arbejdsmiljøhensyn.

Henderson (1998) og Vinck et al. (1996) fokuserer – med udgangspunkt i aktør-netværk teori og symbolsk interaktionisme –

på betydningen af objekter i designprocessen. Det kan være skitser, tegninger, prototyper m.m. Sådanne objekter kan ses som formidlende led mellem designprocessens aktører og forskellige faser. Objekterne er med til at fastholde eller repræsentere det endnu ikke færdige produkt og er samtidig et udgangspunkt for at opnå kompromisser mellem aktørerne. Inden for en ingeniør-tilgang til design ses objekter som neutrale midler, der hjælper med til at bevæge sig fra en idé til dens realisering i et produkt. Mål kan blive oversat til resultater. Men objekter kan også ses som havende en aktiv, formidlende rolle. Prototypen er ikke kun en ny form af, hvad der er indeholdt i tegningerne. Den er en ny version af det færdige produkt. Henderson viser, hvordan forskellige designhjælpemidler/objekter kan fremme eller hæmme deltagelse i designprocessen, og at ledelsespolitik og -krav kan bygges ind i designværktøjerne og dermed påvirke, hvad der tillades af kreativitet og fornyelse i sociotekniske sammenhænge.

Akrich (1995) viser, hvordan designere undervejs i et udviklingsforløb konstruerer forskellige forestillinger om slutbrugerne. Disse forestillinger omsættes til teknologiske valg i designprocessen. Forestillingerne kan være konstrueret på grundlag af eksplícitte teknikker som markedssurvey, brugertests og tilbagemeldinger fra salgs- og servicepersonale. Eller det kan være på grundlag af implicítte teknikker som, at designeren sætter sig i brugerens sted, eller inddragelse af marketingspersonale i udviklingsteamet. Set med arbejdsmiljøøjne vil det være relevant at undersøge, hvilke brugerforestillinger (operatører i produktionen eller slutbrugere) der hersker på forskellige tidspunkter, og hvordan de er omsat til teknologiske valg i produktet. Mulighederne for at påvirke disse brugerforestillinger kan

være et element i at fremme arbejdsmiljøhensyn.

Med forståelsesrammerne fra SCOT og ANT som tilgang vil jeg i det følgende beskrive en case om skabelsen af en ny teknologi. Det drejer sig om udvikling af en helt ny stegeproces til fødevarerindustrien: en kontinuerlig wok. Baggrunden for dette case er, at jeg gennem længere tid har haft mulighed for at følge udviklingsprocessen. Målet med mit studie har primært været at bruge eksemplet som et modelstudie for at undersøge betingelser og muligheder for at inddrage arbejdsmiljøhensyn i den type teknologisk udvikling. Jeg har således ikke selv arbejdet som en arbejdsmiljøprofessionel i forhold til udviklingsprocessen.

Scenen

Scenen er den danske fødevarerindustri og det fødevareteknologiske forsknings- og udviklingsprogram (FØTEK). Formålet med dette statslige støtteprogram, der har løbet fra 1990 og frem til i dag, er at styrke den danske fødevarersektor på det internationale marked. Dette skal bl.a. ske ved at stimulere virksomhederne til at øge deres investeringer i forsknings- og udviklingsaktiviteter. Indsatsen har især fundet sted i form af støtte til samarbejdsprojekter mellem en eller flere virksomheder, teknologiske serviceinstitutter samt forskere og forskningsinstitutioner i den offentlige sektor. Programmet har i hele perioden indeholdt en 'arbejdsmiljø-klausul', som har pålagt projekter at gøre rede for, og i relevante tilfælde inddrage hensyn til, arbejdsmiljømæssige konsekvenser. Jeg har i anden sammenhæng undersøgt effekten af denne klausul og vist, at den stort set ingen effekt har haft i forhold til gennemførte samarbejdsprojekter under programmet (Broberg & Posniak 2001; Posniak & Broberg 1996).

Aktørerne

På scenen finder vi fødevarer virksomheden Fast Food, universitetsinstituttet Bio Institut og ingeniørfirmaet Food Engineering. *Fast Food* fremstiller færdige middagsretter til detail- og cateringmarkedet. Virksomhedens produktionsanlæg er i dag batchproducerende. Råvarer kommer ind fra mange underleverandører og gennemgår forskellige forbehandlinger og derefter kogning, køling, 'samling', stegning, frysning, pakning og palettering. Arbejdet er frem til og med kogning præget af tungt fysisk arbejde, idet der er meget manuel håndtering af råvarer og mellemprodukter. Kogningen er desuden præget af damp og fugtige omgivelser. De efterfølgende processer er især kendetegnet ved ensidigt gentaget arbejde og kulde i arbejdslokalerne. Fast Food har en mindre udviklingsafdeling, som især er beskæftiget med kortsigtede opgaver i form af receptudvikling inden for de eksisterende produktgrupper. Grundlaget for produktudviklingen er især tilbagemeldinger fra markedet, og der er tæt samarbejde med salgsafdelingen. Markedet for produkterne fungerer på en måde, der kræver stor fleksibilitet i produktionen til at køre forskellige produkter.

Bio Institut er et universitetsinstitut, som bl.a. beskæftiger sig med forskning i fødevareteknologi. Institutet har en forskningsgruppe, der beskæftiger sig med varmebehandlingsprocesser til fødevarerindustrien. Professor X er i spidsen for denne gruppe. Han kom til instituttet fra en forskningsstilling i en stor bioteknologisk virksomhed. Professoren har i sin tid på instituttet haft held med at nyorientere instituttet, så der er blevet opbygget kompetencer og udstyr, der gør det velegnet til at gå ind i samarbejde med private virksomheder. Etableringen af et pilot plant anlæg (forsøgsproduktion i

mindre skala) var et væsentligt skridt i denne nyorientering. Op gennem 1990'erne har FØTEK-programmet yderligere understøttet denne udvikling med dets krav om industrielle partnere. I dag udvikles og afprøves nye processer typisk i et samarbejde mellem instituttets forskere, virksomheder og en hus-konsulent (konstruktør med eget rådgivende firma), som konstruerer og bygger modeller i pilot plant skala på grundlag af idéer og specifikationer fra forskergruppen.

Food Engineering er et mindre ingeniørfirma, som er specialiseret i at fremstille udstyr til fødevarerindustrien samt til den kemiske og farmaceutiske industri. Et af firmaets nøgleprodukter er et varmebehandlingsudstyr til fødevarerindustrien. Firmaet har en meget flad organisation med to partnere som ledere. Derudover er der ansat to konstruktører og 10-15 mand i produktionen. Alle maskindele bliver lavet hos underleverandører. Hos Food Engineering sker opbygningen af maskinen. Virksomheden er meget fleksibel og tæt på kunderne. Styrken på markedet er kort leveringstid og »vi bygger det som kunden vil have«. Der finder ikke selvstændigt udviklingsarbejde sted. Alle ændringer og modifikationer af udstyr finder sted i forbindelse med ordrer og på baggrund af dialog med kunden.

Opbygning af netværket

I midten af 90'erne begynder kvalitetschefen på Fast Food at tænke nærmere over et problem med færdigretternes udseende. Råvarerne får ikke en optimal behandling i den anvendte kogeprocess. Ingredienserne bliver kogt i stedet for at blive stegt sprøde som i en kinesisk wok. Desuden sker der en u hensigtsmæssig masning af råvarerne, som gør det svært at identificere de enkelte bestanddele i det færdige produkt. Hvis der

kunne fremstilles produkter med forbedrede egenskaber, vurderer Fast Food, at det ville styrke deres markedsposition. Mindre procesoptimeringer kan ikke grundlæggende løse problemet, og i stedet stiller kvalitetschefen spørgsmålet: Det her må kunne lade sig gøre på en anden måde? Han har tidligere haft kontakt til Bio Institut om andre spørgsmål og ved, at de har en varmebehandlingsgruppe. Han henvender sig til professor X, som derefter besøger Fast Food og ser produktionen og hører om problemet. I en efterfølgende problemanalyse konstruerer professoren problemet og dets løsning. I den nuværende proces på Fast Food er varmeoverførslen pr. råvaremængde for lille. Det betyder at vandindholdet i grøntsagerne afgives, og der opstår en blød masse, hvilket er et problem for det færdige produkts udseende og egenskaber. Professorens principielle løsning er, at ingredienserne skal steges ved kraftig varme i kort tid, så de ikke når at afgive deres egen saft. Herved opnås den ønskede sprødstegning af grøntsagerne. En mulig teknologisk løsning baserer han på en analogi til en helt anden type velkendt proces inden for en anden del af fødevarerindustrien. Resultatet er en idé til en helt ny *kontinuerlig stegeproces*, hvor der vil finde en hurtigere varmeoverførsel pr. råvaremængde sted end i den gamle proces, og råvarerne vil blive fremført kontinuerligt på hedepladen. Dette sker i et jernrør med en varmekilde under.

Med Fast Food som samarbejdspartner fremsender professoren en ansøgning til FØTEK-programmet. Den bliver imødekommet, og professoren mobiliserer et internt netværk omkring varmebehandlingsgruppen på Bio Institut. De går i gang med at konkretisere idéskitsen til den nye kontinuerlige maskine. I gruppen sidder professoren (kemiingeniør), en maskiningeniør, lederen af pilot plant på instituttet, kon-

struktøren fra det rådgivende firma, som er hus-konsulent på instituttet, samt to levnedsmiddelteknikere, der arbejder med den praktiske afprøvning af nye processer i pilot plant. Med professoren og hus-konsulenten som de drivende kræfter starter design og konstruktion af de enkelte dele i den nye maskine. Ved hjælp af forsøg med plasticmodeller af rør og snegl løses en række problemer omkring fremføring af råvarer, opblanding af disse samt rørdiameter. De to levnedsmiddelteknikere laver en række forsøg med transport af råvarer gennem røret. Først bruges en lille plasticmodel, derefter en større. Det kritiske problem er, at grøntsagerne skal vendes i røret. De to teknikere finder ud af, at det er nødvendigt at sætte nogle skrabere på yderkanten af sneglen for at få en forbedret opblanding. Hus-konsulenten løser problemet med ophengningen af sneglen inde i røret. En egentlig prototype tegnes og bygges af hus-konsulenten og hans smede på grundlag af løbende dialog med især professoren. Prototypens indrullering i netværket stabiliserer netværket og gør det muligt at udvide det.

I mellemtiden har Fast Food kontaktet Food Engineering og bedt dem om at undersøge, om der kan bruges hedolie i stedet for damp til opvarmning i kogningsprocessen. Dette vil give en højere temperatur og dermed mindre vand tilbage i råvarerne. Forsøget lykkes ikke, men Fast Food gør Food Engineering opmærksom på, at Bio Institut måske har brug for et ingeniørfirma til det nye kontinuerlige udstyr, de er ved at udvikle. På den årlige åbent hus dag på Bio Institut møder direktøren for Food Engineering op. Den nye kontinuerlige maskine er tildækket under arrangementet, men han er meget interesseret og kontakter direkte professor X. Samme dag underskriver de to parter en hemmeligholdelsesaftale, der så-

ledes indruller Food Engineering i netværket. På råd fra Food Engineering sker der nu en ændring af prototypen, idet den oprindelige plan om at bruge hedolie som opvarmingskilde forlades til fordel for gas. Opbygningen af et gassystem indruller nye aktører i netværket, primært som rådgivere og underleverandører.

Prototypen i pilot plant på Bio Institut skal nu stå sin prøve. Under overværelse af repræsentanter fra Fast Food og Food Engineering køres nogle råvarer igennem og resultatet er tilfredsstillende. Det dufter godt i forsøgshallen og de stegte grøntsager smager godt. Funktionsdueligheden af det nye princip er dokumenteret. Næste trin er en opskalering af pilot plant maskinen. Dette bliver en opgave for Food Engineering. Her går man i gang med at opbygge og afprøve en større prototype. Det viser sig dog nu, at fortolkningen af testkørslen er forskellig. Hvor professor X finder, at den er en ubetinget succes, bemærkede direktøren fra Food Engineering under testkørslen, at især løg havde en tendens til at brænde fast i stegerøret. Dette understøtter Food Engineering's vurdering af, at fremføringsprincippet i pilot plant maskinen er for kompliceret. I stedet for en roterende snegl inde i røret vil man bygge en maskine med et roterende skråtstillet rør med en varmekilde nedenunder. Herved mener Food Engineering, at det undgås at råvarer bliver siddende inde i røret og brænder fast. Derudover vurderes det også at være billigere og nemmere at bygge.

Opbygningen af netværket har flere gange været præget af ustabilitet. Især har det været svært at forene Fast Foods og Food Engineering's interesser. Fast Food ønskede på et tidspunkt eneret til at bruge den kontinuerlige stegemaskine i et par år for at opnå en konkurrencefordel. Dette blev afvist af Food Engineering, som var interes-

seret i at opbygge et globalt marked for maskinen. Efter at pilot plant maskinen havde vist sin duelighed endte det med at Fast Food afskrev sig fra rettigheder i forbindelse med en patentansøgning indsendt af professor X. Food Engineering fik eneret til at udnytte patentet. Fast Food fik dernæst betæneligheder med centrale elementer i den teknologiske ramme. Fast Food havde aldrig efterspurgt en kontinuerlig proces, men det var blevet den helt centrale problemløsning i netværket. Fast Food var bange for en manglende fleksibilitet i et stort sammenhængende system. Samtidig var Food Engineering ikke interesseret i at være specielt afhængig af Fast Food i det videre udviklingsarbejde. En programkomité fra FØTEK-programmet fik afgørende indflydelse, idet den satte som betingelse for fortsatte støtte, at Fast Food var med i projektet. Begrundelsen var at dansk fødevarerindustri skulle tilgodeses. Food Engineering indgik en samarbejdsaftale med Fast Food om afprøvning af maskinen. Herved er en potentiel brugervirksomhed af maskinen igen inkluderet i netværket.

Efter et stykke tid bliver pilot plant maskinen også brugt af studerende til forsøgskørsler. Det betyder, at den ene levedsmiddeltekniker, som nu har det daglige driftsansvar for maskinen, begynder at se rengøring af maskinen som et problem. De studerende gør aldrig maskinen ren efter brug, hvorfor det overlades til hende. Først bruger hun en børste, men det er svært at komme til nede i sneglen. Så prøver hun med rengøringsmidler, som imidlertid ikke må være for skræppe af hensyn til korrosion i røret. Hun prøver også med sæbe og ovenrens spray. Der går en hel spray til ad gangen, og det er ikke virksomt nok. Hun begynder at kigge i diverse leverandørbrochurer og får den idé, at det skal være skumrengøring. Fra en skumpistol (koblet til

vandhanen) blæses skum ned over sneglen. Det står og trækker i 20 minutter hvorefter det skylles af med vand. Resultatet er forbløffende: »Selv skraberne bliver rene«. De skulle tidligere rengøres manuelt. Efter at det således bliver nemmere at gøre rent, gør de studerende nu selv rent.

Arbejds miljø

I designprocessen af pilot plant maskinen har der indgået visse overvejelser om arbejdsmiljø. Det har været oppe til diskussion på nogle af de projektmøder, der løbende blev afholdt i varmebehandlingsgruppen. I professorens oprindelige skitse af maskinen er stegerøret gennemskåret på langs og overdækket med en glasrude. Konstruktorens udgangspunkt var at holde sig til maskindirektivet. Han overdækker i stedet røret med et metalnet. Hvis det tages af, afbrydes maskinen. Der bliver desuden isoleret visse steder, så man undgår at brænde sig ved berøring. Der er etableret aftræk over maskinen, så røggasser og stegeos fjernes. På foranledning af de to teknikere, som står for de praktiske kørsler med maskinen, er der placeret et stativ foran maskinen, så de undgår at løfte unødigt højt eller lavt. Designernes egne overvejelser om arbejdsmiljø er således tæt knyttet til sikkerhedsmæssige aspekter i forbindelse med brug af maskinen.

Det er de studerendes brug af maskinen og levnedsmiddeltekniķerens efterfølgende besvær med rengøring, der tematiserer problemerne med rengøring af den ny teknologi. På trods af at der er tale om levnedsmiddelproduktion har rengøringsproblemet ikke været genstand for udforskning. Det løses ikke af hoveddesignerne, men derimod af en bruger, der selv erfarer problemerne.

Perspektiver på designprocessen og formningen af teknologi

Designprocessen starter tilsyneladende som en 'market pull' proces: Fast Food efterspørger en teknologi, der kan bidrage til at forbedre deres produkter og evt. udvikle helt nye produkter, der kan forbedre firmaets markedsposition. Samtidig står Bio Institut med en kompetence inden for varmebehandling af fødevarer, som de gerne vil bringe i anvendelse. De søger et problem, og får det fra Fast Food. Desuden var situationen den, at støtte fra FØTEK-programmet forudsatte en industriel samarbejdspartner. Arbejdsmiljøhensyn tematiseres ikke i Fast Food's henvendelse til Bio Institut. Behovet for en produktforbedring transformeres over i et teknisk-videnskabeligt udviklingsprojekt i et samarbejde mellem Fast Food og Bio Institut under rammerne af FØTEK-programmet. Målet er at udvikle en maskine, der kan give råvarerne en bedre tekstur og samtidig gennemføre forsøg med henblik på at opnå større kendskab til de fysiske principper i processen.

Designprocessen får et iterativt forløb, hvor det er nødvendigt med modelforsøg for at fastlægge forskellige komponentdimensioner og fremføringsprincipper i den nye maskine. Processen starter med en grundlæggende idé eller vision, som langsomt konkretiseres i et samspil mellem deltagerne i designgruppen. I denne iterative proces sker der en række valg, som kan få betydning for arbejdsmiljøet for de kommende operatører. Forskellige udgaver af fremføringsprincippet er under overvejelse: Om røret skal være åbent eller lukket, materialevalget til forskellige komponenter, opvarmningskilde, muligheder for rengøring m.m. Der er ikke på noget tidspunkt tale om, at der foreligger en detaljeret kravspecifikation som udgangspunkt for

konstruktionsarbejdet. Designprocessen er præget af brain-storming, diskussioner, forhandlinger og indgåelse af kompromiser i designgruppen. De (kreative) spændinger i gruppen kan forstås ud fra, at deltagerne har forskellige objektverdener. De forskellige deltagere har forskellige perspektiver på den nye maskine, som bl.a. hænger sammen med deres faglig-professionelle uddannelses- og erfaringsunivers. Hver gang der opstår situationer, hvor der skal træffes valg om principper, komponentdetaljer m.m., må der i princippet etableres en fælles forståelse. Projektlederen (professor X) har dog klart været den dominerede kraft i gruppen og har især spillet sammen med konstruktøren for at finde løsninger.

Pointen er, at designprocessen ikke har været en rationel, sekventiel proces, hvor en detaljeret kravspecifikation omsættes til tegninger, der igen omsættes til en færdig maskine. Der har undervejs været flere mulige udviklingsveje og nogle er blevet foretrukket frem for andre. Designprocessen har heller ikke været karakteriseret ved samme former for styring, som ses i større virksomheders udviklingsafdelinger. Her forsøger ledelsen typisk at styre udviklingsarbejdet ved hjælp af faseplaner, nøglepunkter, reviews m.m. (dette betyder ikke, at designprocessen i praksis forløber som en rationel problemløsningsproces). Udspringet i et universitetsmiljø og det, at der er tale om en ny opfindelse, præger designprocessen i retning af et uformelt, iterativt forløb præget af trial-and-error processer men også systematiske modelforsøg. Designobjektet skifter karakter flere gange, efterhånden som processen går fremad: Idéskitser på tavle og papir, plasticmodeller af delkomponenter, konstruktionstegninger, en pilot plant prototype og sidst en opskaleret prototype med nyt fremføringskoncept. Designobjektet kan ses som et formidlende

led mellem designprocessens aktører og de forskellige faser i forløbet. Objekterne er med til at repræsentere den endnu ikke færdige maskine og er samtidigt et udgangspunkt for at opnå kompromiser mellem aktørerne om dets udformning. Med frembringelsen af den første prototype på Bio Institut sker der samtidig en lukning. Den fortolkningsmæssige fleksibilitet er væk: En kontinuerlig wok ser nu ud som prototype. Indrulleringen af Fast Food i netværket og dette firmas overtagelse af opgaven med at udvikle en industriel prototype åbner imidlertid igen for teknologiens udformning. En kontinuerlig wok bliver igen en delvis formbar størrelse.

Pilot plant prototypen er meget central i indrulleringen af Food Engineering i netværket i form af, at den eksisterer som et fysisk artefakt, og at den under en testkørsel viser sig at være funktionel. Men den har også en vigtig funktion i forbindelse med at skaffe flere ressourcer til udviklingsprojektet fra FØTEK-programmet. Den er vigtig i processen med at hverve flere støtter til fortsat udviklingsarbejde i de baner, som den er udtryk for. Prototypen udgør også en slags 'indgangskontrol' til designprocessen. Adgang til prototypen bestemmer, hvem der kan inkluderes i den fortsatte designproces, og hvem der ikke kan (Henderson 1999). Food Engineering får adgang, mens Fast Food's position er skiftende. Slutbrugerne – f.eks. de kommende operatører på Fast Food – får ikke adgang til designprocessen.

Med Food Engineering's adgang til designprocessen i forbindelse med opskalering åbnes designobjektet igen og bliver mere fleksibelt. Pilot plant prototypen bygges ikke blot større. Food Engineering ændrer designet på afgørende punkter. Ændringen til det roterende rør betyder f.eks., at problemet med varmeudstråling fra stege-

røret – som var løst ved isolering i pilot plant maskinens stationære rør – nu genopstår som et potentielt arbejdsmiljøproblem for kommende operatører.

Kommerialiseringen af den nye maskine lægges i hænderne på Food Engineering. Herved sker der også et skift i *designkultur* eller *teknologisk ramme*. På Bio Institut eksisterer en to-delt designkultur: Dels søger man på videnskabelig vis (modelforsøg, systematisk parametervariation m.m.) viden om de fysiske principper i den nye proces. Dels konstruerer man model-maskiner til brug i kontrollerede forsøg i pilot plant. Hos Food Engineering er designkulturen ikke kendetegnet ved ønsker om at opnå videnskabelig indsigt i processen. Målet er at konstruere en maskine, som kan afsættes på et internationalt marked. Herved forskydes også fokus fra en lokal problemløsning (Fast Food) til et potentielt globalt marked, der dog først skal konstrueres, da der er tale om en helt ny proces med ukendt efterspørgselsmønster.

Hvad betyder ovenstående for mulighederne for at integrere arbejdsmiljøhensyn? Designprocessens sociale karakter betyder, at etablerede strategier baseret på at udforme arbejdsmiljøkriterier i en kravspecifikation ikke er tilstrækkelig. Arbejdsmiljøovervejelser må fastholdes på en anden måde i designprocessen. Det grundlæggende problem er, at designobjektet ændrer sig hele tiden og dermed også de potentielle arbejdsmiljøforhold for brugerne. Der er brug for løbende at vurdere, hvordan det går med arbejdsmiljø, når der foretages ændringer i principper, materialevalg m.m. I forbindelse med design, bygning og afprøvning af pilot plant maskinen er der gjort erfaringer med forskellige arbejdsmiljøforanstaltninger samt brugererfaringer, f.eks. hele spørgsmålet om rengøringsmetode. Hvorvidt disse erfaringer bliver formidlet videre til

Food Engineering er usikkert. Herved tabes eventuelt viden og erfaringer knyttet til arbejdsmiljø, menneske-maskin samspil og brugervenlighed.

Hvis arbejdsmiljø skal fastholdes stiller det således også krav til organisering af læreprocesser i netværk på tværs af organisationer. Det er imidlertid påfaldende, at det ikke kun er arbejdsmiljøerfaringer, der tabes. Nogle af de teknologiske indsigter, der er opnået hos Bio Institut bliver heller ikke formidlet til Food Engineering. Konstruktøren hos Bio Institut bliver ikke involveret i Food Engineering's opbygning af en industriel prototype. Erfaringer fra en række testkørsler om sammenhæng mellem temperatur, gennemløbstid og råvarenes færdigkvalitet formidles kun indirekte gennem levnedsmiddelteknikeren fra Bio Institut, som deltager i nogle forsøgskørsler hos Food Engineering. Pilot plant prototypen taber sin position som grænseobjekt i den videre udviklingsproces. I stedet indrulleres den industrielle prototype hos Food Engineering. Professor X er ikke længere den dominerende netværksbygger.

Designernes forestillinger om brugerne og arbejdsmiljøet

Kommende operatører af den nye maskine har ikke været involveret på nogen måde i designprocessen – ud over de to teknikere, der betjente pilot plant maskinen. Brugere bliver alligevel indskrevet i designprocessen gennem de forestillinger, designerne gør sig om dem (Akrich 1995; Hatling & Sørensen 1998). Disse forestillinger bliver ofte først eksplicite, når designeren bliver spurgt om, hvem brugerne er, og hvad deres arbejde kommer til at bestå i. Professor X udtrykker en vision om, at det er vigtigt, at operatøren kan bruge sin faglige kunnen. Professoren erkender dog også, at det ser

ud til, at der ikke er så meget at passe ved maskinen. Den skal indstilles, så kører den. Hvis råvarerne hober sig op, skal der gribes ind. Konstruktøren og kvalitetschefen på Fast Food udtrykker tilsvarende, at arbejdet vil komme til at bestå i overvågning, uden at det kan specificeres nærmere. Nogle af aktørerne udtrykker en vision om, at maskinen skal forsynes med et fødesystem til råvarer og et processtyringssystem, men igen er det svært at specificere. Fokus er klart på maskinen, men visionen hos nogle af aktørerne er i virkeligheden et *kontinuerligt anlæg*, der foruden fødesystem også indeholder en efterfølgende køleenhed. Det er tidligere beskrevet, hvordan disse visioner gav anledning til ustabilitet i netværket på grund af Fast Foods betænkeligheder.

Adspurgt har designerne også nogle forestillinger om, hvordan det vil gå med arbejdsmiljøet, hvis den nuværende proces på Fast Food erstattes af den nye kontinuerlige maskine. Generelt er forestillingen, at omfanget af tunge løft reduceres, og at indeklimaet (varme og fugtighed) forbedres, idet der er tænkt på mindre energispild i den nye maskine. Afskaffelsen af de tunge løft hænger sammen med visionen om det kontinuerlige anlæg, som overflødiggør manual transport mellem delprocesserne. Pointen er, at der ikke tænkes mere helhedsorienteret på arbejdsmiljøet. Ingen gør sig nærmere forestillinger om menneske-maskin spillet og føddningen af det kontinuerlige anlæg. Designerne udtrykker alle, at de nuværende operatører på Fast Food også må anses for at være de kommende operatører af det nye anlæg. Der findes kun vage beskrivelser af deres nuværende arbejde og arbejdsmiljøet i bredere forstand, ligesom overvejelser om kvalifikationskrav og uddannelse i forbindelse med den nye proces er fraværende.

Det er vigtigt, at designernes forestillin-

ger om brugerne baseres på andet end, at de sætter sig i brugerens sted. Et direkte møde, hvor designerne ser arbejdet og taler med brugerne i den eksisterende produktion, er en mulighed. En anden mulighed er, at brugernes arbejdsmiljø og ønsker formidles af en arbejdsmiljøprofessionel. Dette kræver, at vedkommende har forståelse for designprocessens karakter og kan vurdere, hvordan arbejdsmiljøet formes i takt med at teknologien formes. Forskellige dele af arbejdsmiljøet bliver formet på forskellige stadier i designprocessen. I dette case ses, at spørgsmål om maskinsikkerhed og ergonomi kan tematiseres tidligt omkring bygningen af en pilot plant maskine. Bemærk i øvrigt at denne tematisering delvis skyldes, at nogle 'særlige brugere' (de to teknikere på Bio Institut) er inddraget i designgruppen. Nogle arbejdsmiljøpåvirkninger ved drift og rengøring af maskinen kommer også op, bl.a. at stegeos og røggasser skal fjernes. Spørgsmålet om menneske-maskin samspil og 'restfunktioner' (arbejdsfunktioner der ikke bliver automatiseret) i et kontinuerligt anlæg bliver derimod ikke tematiseret af designerne selv.

Konklusion

Formålet med denne artikel var at diskutere muligheder og barrierer for at inddrage arbejdsmiljøhensyn i teknologiske designprocesser baseret på nyere teknologisociologiske teorier. Historien om udviklingen af en ny kontinuerlig stegemaskine til fødevarerindustrien blev primært beskrevet og forstået ud fra teorier om aktør-netværk og social formning af teknologien. Spørgsmålet er nu, hvad disse tilgange har bidraget med i forhold til forståelsen af muligheder og betingelser for arbejdsmiljøinddragelse.

For det første bidrager de med andre teorier om, hvordan designprocessen foregår,

end dem, der implicit eller eksplicit ligger til grund for allerede etablerede tilgange, f.eks. inddragelse af arbejdsmiljøkriterier i kravspecifikationer. Designprocessen ses som et spørgsmål om at opbygge og vedligeholde aktør-netværk. Designprocessen er et møde mellem forskellige objektverdener, eller videns- og erfaringsuniverser, hvor forhandlinger, kompromisser, indrullering og eksklusion af aktører er centrale processer. I processen opstår anledninger og situationer, hvor teknologien er formbar – forskellige udviklingsveje er mulige for aktørerne. I andre faser af designprocessen er teknologien 'hård'. Det sker f.eks. når pilot plant prototypen først er bygget og taget i drift. Herefter er kun mindre modifikationer mulige. Men med indrulleringen af nye aktører i netværket, og satsningen på at bygge en industriel prototype, åbnes designobjektet igen for forhandling og forskellig fortolkning. Ud fra en arbejdsmiljøbetragtning er det væsentligt, at en arbejdsmiljøaktør i netværket har øje for disse anledninger og situationer, hvor teknologien er særlig formbar, idet mulighederne for, at arbejdsmiljøhensyn kan komme på banen, må formodes at være større her.

For det andet peger tilgangene mere eksplicit på forhold og sammenhænge, som en arbejdsmiljøprofessionel bør have øje for, hvis arbejdsmiljø skal integreres i processen. Det drejer sig om at identificere de arenaer, hvor designprocessen udspiller sig og overveje mulighederne for, at arbejdsmiljø overhovedet kan vinde adgang her, evt. via alliancer med nogle centrale aktører. De medierende designobjekter må bringes i spil i forhold til arbejdsmiljøovervejelser, især i situationer hvor de er under ændring eller antager nye former (eksempelvis fra konstruktionstegninger til fysisk prototype). Designernes visioner må klarlægges og arbejdsmiljø tænkes ind i et helhedssper-

spektiv i forhold til disse. Det er væsentligt at holde fast i de arbejdsmiljøerfaringer, der gøres af udviklings-brugerne tidligt i designprocessen, f.eks. omkring design og daglig drift af en pilot plant prototype. Problemet er, at disse erfaringer ofte vil gå tabt når nye udviklingsaktører senere i processen overtager designopgaven. Etablering af tværgående læreprocesser kan således være en vigtig rolle for en arbejdsmiljøprofessionel.

For det tredje indebærer tilgangene, at arbejdsmiljøprofessionelle reflekterer over, hvilken rolle de har i en teknologisk designproces. En første pointe er, at det ikke blot drejer sig om at kunne 'levere' arbejdsmiljøfaglig specialistviden. Arbejdsmiljøviden vil altid være genstand for strid i designprocessen. Den vil blive udfordret af andre vidensuniverser og interesser og må derfor tænkes i forhold til specifikke anledninger og situationer og i forhold til mulige alliancedannelser. Denne rolle har således mere karakter af at være en medvirkende forandringsaktør i netværket frem for en fagspecialist eller 'neutral' proceskonsulent. Den arbejdsmiljøprofessionelle må selv være med til at navigere en arbejdsmiljødagsorden ind i netværket. Hvor det er muligt, må dette ske med tæt kontakt til slutbrugerne af teknologien. Disse kan evt. inddrages i designprocessen via møder med designerne. Møder, som er faciliterede af den arbejdsmiljøprofessionelle.

Litteratur

- Akrich, M. (1995): User Representations: Practices, Methods and Sociology, in A.Rip, T.J.Misa, & J.Schot (Eds.), *Managing Technology in Society. The approach of Constructive Technology Assessment.* p. 167-184, London, Pinter Publishers.
- Bijker, W.E. (1995): *Of Bicycles, Bakelites, and*

- Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, The MIT Press.
- Broberg, O. & Posniak, I. (2001): Integrating aspects of working environment into a national research and development program on food technology, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 11, 2, 117-129.
- Bucciarelli, L.L. (1994): *Designing Engineers*, Cambridge, The MIT Press.
- Callon, M. (1987): Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis, in W.E. Bijker, T.P. Hughes, & T.J. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, (p. 83-103), Cambridge MA: MIT Press.
- Callon, M. (1992): The dynamics of technoeconomic networks, in R. Coombs, P. Saviotti, & V. Walsh (Eds.), *Technological Change and Company Strategies: Economic and sociological perspectives*, (p. 72-102), London: Academic Press.
- Clausen, C., Kamp, A. & Nielsen, K.T. (1999): Nye perspektiver på teknologi og arbejdsmiljø: Læring, politik og social formning. I C. Clausen m.fl. (red), *Perspektivforandringer i arbejdsmiljøet – en antologi fra »Arbejdsmiljø og teknologisk udvikling«*. RUC, AAU, DTU.
- Hatling, M. & Sørensen, K.H. (1998): Social Constructions of User Participation, in K.H. Sørensen (Ed.), *The Spectre of Participation. Technology and Work in a Welfare State*, (p. 171-188). Oslo: Scandinavian University Press.
- Henderson, K. (1998): The Role of Material Objects in the Design Process: A Comparison of Two Design Cultures and How They Contend with Automation. *Science, Technology, & Human Values*, 23, 139-174.
- Henderson, K. (1999): *On Line and On Paper*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Latour, B. (1992): Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts. In W.E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping technology/building society: studies in sociotechnical change*. (p. 225-258). Cambridge MA: MIT Press.
- Law, J. (1987): Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion, in W.E. Bijker, T.P. Hughes, & T.J. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. (p.111-134). Cambridge MA: MIT Press.
- Law, J. & Callon, M. (1992): The life and death of an aircraft: A network analysis of technical change, in W.E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping technology/building society: studies in sociotechnical change*. (p. 21-52). Cambridge MA: MIT Press.
- Pinch, T.J. & Bijker, W.E. (1987): The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other, in W.E. Bijker, T.P. Hughes, & T.J. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, (p. 17-50). Cambridge MA: MIT Press.
- Posniak, I. & Broberg, O. (1996): Arbejdsmiljøaspekter i det fødevareteknologiske forsknings- og udviklingsprogram. Rapport nr. 1. Levnedsmiddelcentret & Institut for Teknologi og Samfund, DTU.
- Vinck, D., Jeantet, A. & Laureillard, P. (1996): Objects and Other Intermediaries in the Sociotechnical Process of Product Design: An Exploratory Approach, in J. Perrin & D. Vinck (Eds.), *The role of design in the shaping of technology*. (p. 297-320). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Ole Broberg er civilingeniør, ph.d og lektor ved Institut for Produktion og Ledelse, Danmarks Tekniske Universitet.
e-mail: ob@ipl.dtu.dk, Web <http://www.ipl.dtu.dk>