

504.064.43

B92-4

Esper Olesen

Henrik Wenzel

Lars Hein

Mogens Myrup Andreasen

Miljørigtig konstruktion



UMIP

Udvikling af miljøvenlige industriprodukter

Instituttet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen
Dansk Industri

Publikationer og støtteværktøjer
fra UMIP-programmet:

Ledelsen



Miljødimensionen i produktet
- en introduktion til virksomhedens ledelse

Miljøspecialisten



Miljøvurdering af produkter



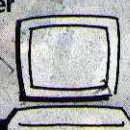
Baggrund for miljøvurdering af produkter

Produktudvikleren



Miljørigtig konstruktion

Støtteværktøjer



PC-Software

UMIP
enhedsprocesdatabase

Miljøspecialisten og
produktudvikleren



Miljøvurdering i produktudviklingen
- 5 eksempler

Jesper Olesen
Henrik Wenzel
Lars Hein
Mogens Myrup Andreassen

Miljørigtig konstruktion

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEK
STRANDGADE 56
1401 KØBENHAVN K.

UMIP

Udvikling af miljøvenlige industriprodukter

Instituttet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen
Dansk Industri

Miljørigtig konstruktion

Forfattere:

Jesper Olesen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
Henrik Wenzel, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
Lars Hein, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
Mogens Myrup Andreasen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet

Udgivelse: Marts 1996

Redaktionen afsluttet december 1995

Sidetal: 130

Oplag: 650

Udgivere:

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen

ISBN 87-7810-433-T **523-4**

Dansk Industri

ISBN 87-7353-198-7

Grafisk tilrettelæggelse: Ipsen & Parmo, København

Udarbejdelse af tegninger og vignetter:

Flemming Vestergaard, Institutet for Grafisk Kommunikation, DTU.

Tryk: Nørhaven A/S, Viborg

Bogen kan købes hos:

Dansk Industri, DI Bøger & Pjecer: Tlf.: 33 77 33 77 / Fax: 33 77 33 00

Miljøbutikken: Tlf.: 33 37 92 92 / Fax: 33 92 76 90

Statens Information: Tlf.: 33 37 92 28 / Fax: 33 37 92 99

Pris: Kr. 495,00 ekskl. moms. / kr. 618,75 inkl. moms.

Dansk Industri yder rabat til medlemmer af Dansk Industri på 50% (før forsendelse og moms).

Formandskabets forord	4
Forfatterernes forord	6
1 Indledning	7
Konstruktionsværktøjet Miljørigtig Konstruktion	7
Hvad ændrer sig med Miljørigtig Konstruktion	8
Bogens budskaber	9
Bogens opbygning	10
2 Miljøindsats i produktudviklingen	11
Miljøproblemerne og deres baggrund	11
Industriens ansvar og muligheder	18
Virksomhedens muligheder	21
3 Miljøvenlige produkter	25
Miljøvenlighed	25
Produktets udvekslinger og miljøeffekter	29
Produktets møder	34
Produktets livsforløb	37
Livsforløbets sandsynlighed	43
4 Rammerne for miljøindsats i produktudviklingen	45
Miljørigtig Konstruktion som element i produktudvikling	45
Miljøforholds indflydelse på forretningsskabelsen	48
Udviklingsprojekternes tilrettelæggelse	50
Et miljøorienteret udviklingsforløb	51
Nøglepunktsstyring	60
5 Analyse, diagnose, fokusering og målsætning i miljøområdet	61
Metoder til miljøanalyse	61
Metoder til miljødiagnose	67
Fokusering i udviklingsprojekter	72
Målsætning i udviklingsprojekter	77
6 Miljømæssig syntese, vurdering og valg	79
De konstruktive frihedsgrader	79
Den samtidige skabelse af produkt og livsforløb	83
Miljømæssige konstruktionsprincipper	89
Miljømæssige principper på konceptniveau	92
Miljømæssige principper på strukturniveau	97
Miljømæssige principper på komponentniveau	98
Principper for skabelse af livsforløb og ruter	101
Vurdering og valg af løsningsforslag	105
7 Implementering af Miljørigtig Konstruktion	107
Virksomhedens behov for Miljørigtig Konstruktion	107
Virksomhedens langsigtede miljøbeslutninger	109
Miljørigtig Konstruktion på ledelsesniveau	114
Miljørigtig Konstruktion i projektet	115
Miljøtænkning i virksomheden	117
Indførelse af Miljørigtig Konstruktion	120
8 Miljøområdets udvikling	122
Referencer	124
Ordforklaring	127

Formandskabets forord

For få år siden opstod der en erkendelse af, at en løsning af miljøproblemerne ved industrielle produkter ikke kan ske alene ved at fokusere på industriens produktionsprocesser. Man må fokusere på produkterne i hele deres livsforløb, og miljøforholdene skal inddrages allerede i produktudviklingen.

I sommeren 1990 drøftede professor Leo Alting med direktør Hans Kirk, Danfoss A/S, anvendelsen af livscyklustankegangen som grundlag for udvikling af miljøvenlige industriprodukter, og Leo Alting udarbejdede et programforslag. Miljøstyrelsen havde lignende visioner og indstillede programmet til godkendelse i Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi. Rådet bevilgede i foråret 1991 tilskud til programmet, som fik navnet "Metoder og Værktøjer til Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter" forkortet til UMIP.

Programmets formål var:

- at udvikle metoder til miljøvurdering af komplekse industriprodukter
- at udvikle retningslinier for udviklingsfunktionen til konstruktion af miljøvenlige industriprodukter
- at udvikle en database og et PC-værktøj til støtte for miljøvurdering
- at implementere metoder og værktøjer i partnervirksomhederne.

Programmet har været et samarbejde mellem Institutet for Produktudvikling, Institut for Arbejdsmiljø, Laboratoriet for Økologi og Miljølære og de fem danske virksomheder: Bang & Olufsen A/S, Danfoss A/S, Gram A/S, Grundfos A/S og KEW Industri A/S samt Dansk Industri.

UMIP-programmet er nu afsluttet, og resultaterne foreligger, som vist i figuren på side 5, i form af bøgerne: "Miljødimensionen i produktet", "Miljøvurdering af produkter", "Baggrund for miljøvurdering af produkter", "Miljørigtig konstruktion" og "Miljøvurdering i produktudviklingen - 5 eksempler" samt et PC-baseret værktøj med database til støtte for miljøvurderingen.

Resultaterne har tiltrukket sig både national og international opmærksomhed og udgør betydningsfulde byggesten på vejen mod en produktorienteret miljøpolitik, som Miljø- og Energiministeriet arbejder på.

Vi vil derfor opfordre industrien til at lade sig inspirere af og til at anvende UMIP-værktøjerne som et væsentligt element i varetagelsen af virksomhedernes miljømæssige ansvar.

Gennem programmets afvikling har et stort antal personer bidraget konstruktivt og engageret til resultatskabelsen, og Formandskabet vil gerne udtrykke en dybtfølt tak til alle medvirkende ledere og medarbejdere i samarbejdende virksomheder og institutioner.

Endvidere vil Formandskabet også udtrykke en tak til den af Miljøstyrelsen nedsatte følgegruppe.

UMIP-formandskabet

Søren Dalby	Hans Jürgen Stehr	Leo Alting
Grundfos A/S	Miljøstyrelsen	Institutet for Produktudvikling,
Underdirektør,	Kontorchef	Danmarks Tekniske Universitet
UMIP-formand		Professor, programleder for UMIP

Ledelsen



Miljødimensionen i produktet
- en introduktion til virksomhedens ledelse

Miljøspecialisten



Miljøvurdering af produkter



Baggrund for miljøvurdering af produkter

Produktudvikleren



Miljørigtig konstruktion

Støtteværktøjer



PC-Software

UMIP
enhedsprocesdatabase

Miljøspecialisten og
produktudvikleren



Miljøvurdering i produktudviklingen
- 5 eksempler

UMIP-værktøjerne

UMIP-organisation

Programledelse: Institut for Produktudvikling

Formandskab: Grundfos A/S, Miljøstyrelsen og Institut for Produktudvikling.

Partnere

Grundfos A/S, Danfoss A/S, Gram A/S, KEW Industri A/S, Bang & Olufsen A/S, Laboratoriet for Økologi og Miljølære, Institut for Arbejdsmiljø, Institut for Produktudvikling, Området for Almen Procesteknik, Dansk Industri samt Miljøstyrelsen.

Følgegruppe

LO, Kvindeligt Arbejderforbund, Rådet for Renere Teknologi og Genanvendelse, Danmarks Naturfredningsforening, Direktoratet for Arbejdstilsynet, Energistyrelsen samt Dansk Design Center.

Den samlede UMIP-organisation er præsenteret i "Miljødimensionen i produktet".

Forfatternes forord

Udgangspunktet for denne bog er at imødekomme industriens behov for konstruktionsteknisk indsigt og metodegrundlag, når der i udviklingsafdelingen og produktudviklingsprojekterne skal tages miljøhensyn.

Sigtet med bogen er at inspirere til professionel indsats i danske virksomheders produktudvikling ved skabelsen af miljøvenlige og miljømæssigt konkurrencedygtige produkter.

Bogen er henvendt både til produktudvikleren, som beslutter, hvor og hvordan en miljøindsats i produktet skal finde sted, og til ledelsen, som fastlægger rammer og strategier for udviklingsafdelingens miljøindsats. Endvidere vil miljøspecialister kunne få indsigt i og forståelse for produktudviklingens opgaver og arbejdsbetingelser.

Bogen præsenterer tankemønstre og rammer for Miljørigtig Konstruktion og introducerer nogle af de konkrete værktøjer, der er til rådighed. Bogens eksempler er hentet fra det endnu sparsomme danske og udenlandske erfaringsmateriale. Eksemplerne viser helhjertede bestræbelser på miljøindsats, set ud fra virksomhedernes forretningsmæssige vilkår, og er ikke udtryk for samfunds- eller miljøpolitiske idealløsninger.

Forfatterne takker ph.d.-studerende Troels Keldmann, Institut for Konstruktionsteknik, DTU, samt Mikkel Mørup og Thorkild Ahm, Institut for Produktudvikling, for værdifuld medvirken i udarbejdelsen af tekst, figurer og eksempler.

Denne bog er tænkt som inspiration. Det er forfatternes håb, at den vil føre til indsigtfuld og frugtbar debat og aktiviteter inden for produktudviklingens håndtering af miljøområdet.

Lyngby, marts 1996

Instituttet for Produktudvikling

Jesper Olesen, Henrik Wenzel, Lars Hein,
Mogens Myrup Andreassen

1. Indledning

Hvad er Miljørigtig Konstruktion ?

*Hvilke ændrede forhold medfører
Miljørigtig Konstruktion ?*

Hvordan er denne bog opbygget ?



Konstruktionsværktøjet Miljørigtig Konstruktion

Minimering af industriprodukters miljøpåvirkninger er en udfordring, som mange virksomheder tager op. Meget tyder på, at industrisamfundets udnyttelse af råstoffer og udledning af stoffer, der forurenser, har nået grænsen for, hvad naturen kan klare. Derfor har forbrugere og medarbejdere en langt mere miljøbevidst holdning end tidligere, og myndigheder stiller stadig strengere miljøkrav og opfordrer til at bruge renere teknologier.

Miljøindsatsen koncentrerer sig i dag dels om at forebygge miljøpåvirkninger ved at indbygge miljøhensyn i produkterne, dels om minimering af miljøpåvirkninger fra hele produktets livsforløb fra udvinding af råstoffer til bortskaffelse frem for at minimere i produktionen alene.

Indbygning af miljøhensyn i produkter, og herved skabelse af produkter med mindre miljøpåvirkninger, kræver, at udviklingsafdelingen rustes til opgaven. Der skal indføres nye udviklingsværktøjer, eksisterende procedurer skal justeres, og miljøindsatsens konkurrencemæssige muligheder skal afdækkes.

I UMIP er der skabt to sæt værktøjer. Et beregnet for produktudviklere og et beregnet for miljøspecialister.

Miljøvurdering af Produkter (Wenzel et al., 1996) er et værktøj til at foretage livscyklusvurderinger, også kaldet LCA efter "Life Cycle Assessment", og benyttes fortrinsvis af miljøspecialister. Det er et analyse- og diagnoseværktøj, som dels indeholder miljødata for processer og materialer, dels består af beregningsmetoder til analyse og vurdering af et produkts potentielle miljøeffekter i hele dets livsløb.

Miljørigtig Konstruktion, ofte forkortet DFE efter "Design for Environment", er et produktudviklingsværktøj, som indeholder teknikker og fremgangsmåder for miljømæssig analyse, diagnose, mål-sætning, fokusering, løsningsopsøgning og verificering. Alt sammen med henblik på forbedring af mekaniske eller elektromekaniske produkters miljøegenskaber.

Bogens centrale tema er Miljørigtig Konstruktion, men samspillet med miljøvurderingsværktøjet behandles grundigt, da indsigt i konkrete miljøforhold er en nødvendig forudsætning for korrekt og succesrig udnyttelse af Miljørigtig Konstruktion til skabelse af produkter med indbyggede miljøhensyn. Bogen indeholder generelle miljømæssige begreber, konstruktionsprincipper, eksempler, opgavebeskrivelser og fremgangsmåder, som kan tilpasses behovet i den enkelte virksomhed og hos den enkelte udviklingsmedarbejder.

Der anvises en række konstruktive metoder og værktøjer, der kan benyttes i produktudviklingsprojekterne. Bogen omhandler også, hvordan udviklingsafdelingens proceduregrundlag justeres og udviklingsevnen skærpes til at kunne håndtere den miljømæssige udviklingsopgave samtidig med de allerede eksisterende opgaver.

Hvad ændrer sig med Miljørigtig Konstruktion

Produktudvikling er en opgave, der kræver indsigt i, hvordan produktet er sammensat i konstruktion, i materialer og i fremstilling. Når miljøforhold skal inddrages i opgaven, ekspanderer den til områder som bortskaffelse og genbrug. Der vil opstå nye afvejninger på tværs af flere, indviklede betragtningsmåder: forretning, miljø, etik og politik.

Afvejningerne er en udfordring inden for miljøarbejdet. En type afvejning sker mellem kreativitet, etik og professionalismisme. Her kan kreativitet ses som lysten og produktiviteten, når løsninger skabes, etik som værdinormer, når løsninger vurderes og udvælges, mens professionalismisme kan ses som evne og vilje til at basere sine beslutninger på fakta.

En anden type afvejninger har med bæredygtighed at gøre, dvs. afvejning mellem forretningsskabelse og miljømæssig resultatskabelse. Afvejningen handler om forretningsmæssigt ambitionsniveau over for ansvarlighed i den miljømæssige indsats.

Både danske og udenlandske erfaringer viser, at afvejningerne, selv om de trækker i forskellige retninger, ikke betyder, at virksomhedens forretningsgrundlag ødelægges. Tværtimod, hvis den miljømæssige udfordring tages op i tide og tildeles tilstrækkelig opmærksomhed og ressourcer, kan grunden lægges til nye forretningsområder, hvor hensynet til miljøet skaber konkurrencekraft.

Miljøhensyn er et nyt hensyn og pålægger derfor udviklingsarbejdet nye bindinger men også nye muligheder. Der stilles krav om ny indsigt og mere tid til omtanke i konceptskabelsen.

Produktudvikleren har altid arbejdet med subjektive politiske og etiske elementer i produktudviklingen samt problemer med afvejning af modstridende forhold.

Endvidere følger måden, miljøforhold i denne bog foreslås behandlet på, den gængse arbejdsform i produktudviklingsafdelinger. Miljøforholdene er således tilrettelagt i velkendte mønstre, som vil lette indførelsen i den enkelte virksomhed.

Et nyt område som miljø glider ikke af sig selv på plads i produktudviklingsarbejdet, men kræver opmærksom indsats fra ledelsens side. Det er ikke mindst nødvendigt for at få beslutninger fra de enkelte medarbejdere i udviklingsprojekterne bragt i overensstemmelse med virksomhedens miljømål.

Udviklingsarbejdet bliver mere omfattende, men omkostningerne målt på produktet behøver ikke nødvendigvis at stige. Erfaringer med Miljørigtig Konstruktion viser, at den øgede opmærksomhed i konceptfasen og indbygningen af miljøhensyn kan medføre omkostningsreduktion.

Miljøhensyn skal bygges ind fra projektets start, dvs. indgå i målsætning og konceptarbejde. Ansvarlighedens øgede omfang ud i produktets livsforløb gælder ikke bare fremad mod bortskaffelse, men også bagud i retning af underleverandører, og den stiller nye krav til virksomheden.

Kvaliteten eller korrektheden af de miljømæssige betragtninger er vanskelig at håndtere, fordi det handler om fremtidige forhold, og fordi det er vanskeligt præcist at beregne, hvilke reelle miljøeffekter der vil opstå. I dag findes kun begrænsede data, men data af tilstrækkelig kvalitet, til rådighed i form af miljøviden og -data på databaser.

Konsekvenserne for kunden eller brugeren af produktet vil for nogle produkters vedkommende være til at føle på i form af f.eks. lavt energiforbrug, mens andre produkter vil påtvinge brugeren nye handle-mønstre som en forudsætning for miljøgevinst. I andre tilfælde vil brugeren stå famlende over for en række produkter med postuleret miljøvenlighed. Disse postulater kan være svære at skelne fra skønmalende lovprisninger af produkterne. For produktudvikleren betyder dette, at han eller hun må levere professionelle og nøjterne data og udsagn om miljøforhold og således medvirke til en god og konstruktiv dialog med markedet.

Bogens budskaber

Miljørigtig Konstruktion kan iværksættes af en lang række medarbejdere: virksomhedsledelsen, projektlederen, udviklingsgruppen, af enkelte gruppemedlemmer eller af virksomhedens miljøspecialist. Det er karakteristisk, at ligesom produktideer kommer fra mange kilder, vil også miljøinitiativer kunne komme fra mange kilder i virksomheden. En "top down approach" i virksomheden, med indførelse af et formelt system, er således ikke den eneste form.

Den enkelte virksomhed må lægge sit eget ambitionsniveau med hensyn til miljøpolitik og -strategi, målformulering, dokumentation,

omfang af den miljømæssige udviklingsopgave samt hvor formaliseret en fremgangsmåde for Miljørigtig Konstruktion, der skal etableres.

Bogen lægger miljøområdet ind i rammer, som eksisterer i en lang række danske virksomheder dels for at fremhæve, hvilke elementer der ikke adskiller sig fra gængse metoder, dels for at sætte fokus på de elementer, som er nye og kræver speciel fornyelsesindsats. Det er herefter op til den enkelte virksomhed og medarbejdere at plukke de elementer ud, som de har behov for, og tilpasse dem til deres virkelighed og hverdag.

Bogens opbygning

Kapitlerne 2 og 3 giver indsigt i fænomenet, at produkter skaber miljømæssige effekter, og at der er muligheder for at påvirke disse effekter i samspillet mellem produktet og systemer som eksempelvis produktions- og bortskaffelsessystemet. Denne indsigt, der hermed etableres, danner grundlag for bevidst skabelse af produkter med indbyggede miljøhensyn:

- Årsagerne bag de globale, regionale og lokale miljøproblemer og industriens og virksomhedernes muligheder for at mindske disse problemer behandles i kapitel 2.
- Produktets miljøvenlighed og de grundlæggende miljøbegreber, som udgør produktudviklerens og miljøspecialistens fælles miljømæssige "sprog", introduceres i kapitel 3.

For at skabe effektivitet og erfaringsopbygning i miljøarbejdet bør det gribes metodisk an. Derfor etableres der i kapitel 4 en ramme for miljøarbejdet i produktudviklingen, der beskriver udviklingsprojektet baseret på de fem discipliner, miljøarbejdet består af: miljømæssig målsætning, skabelse af produktet (syntese), fastlæggelse af livsforløb, miljøfokusering og verifikation af de miljømæssige resultater. Rammen tilgodeser den grundlæggende opgave at holde virksomheden forsynet med konkurrencedygtige produkter og tilgodeser den samlede udviklingsopgave i virksomheden.

Rammen kan bruges til ordning af de konkrete værktøjer, der indgår i Miljørigtig Konstruktion:

- I kapitel 5 beskrives værktøjer til miljøanalyse og -diagnose, der giver produktudvikleren den grundlæggende indsigt i konkrete miljøforhold, som giver basis for målsætning og fokusering i udviklingsprojekters indledende faser.
- Miljømæssige konstruktionsprincipper, der kan udnyttes til at skabe miljøhensyn i produktet, formuleres i kapitel 6.

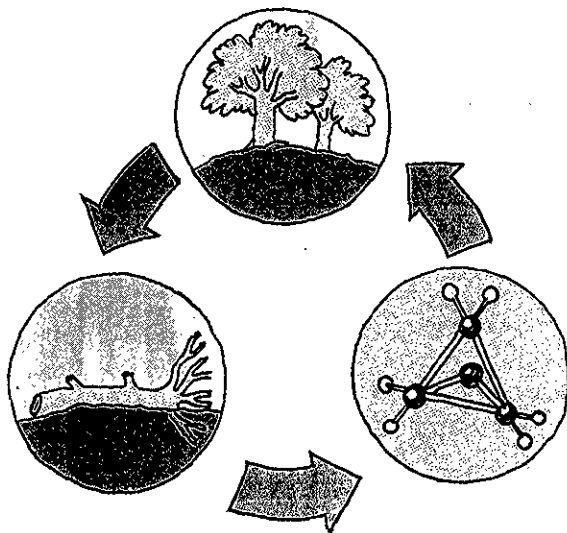
Fremgangsmåder og værktøjer kræver en organisatorisk ramme i en komplekst sammensat virksomhed. Dette er temaet for kapitel 7, hvor produktudviklerens mentale miljømæssige tankemønstre, - miljøtænkning -, som er en forudsætning for succesrig skabelse af miljøhensyn, defineres, og hvor rollefordelingen for udviklingsafdelingens medarbejdere beskrives.

2. Miljøindsats i produktudviklingen

Hvorfor er der behov for en miljøindsats ?

Hvordan kan industrien bidrage med løsninger ?

Hvordan kan virksomhederne tilrettelægge miljøarbejdet ?



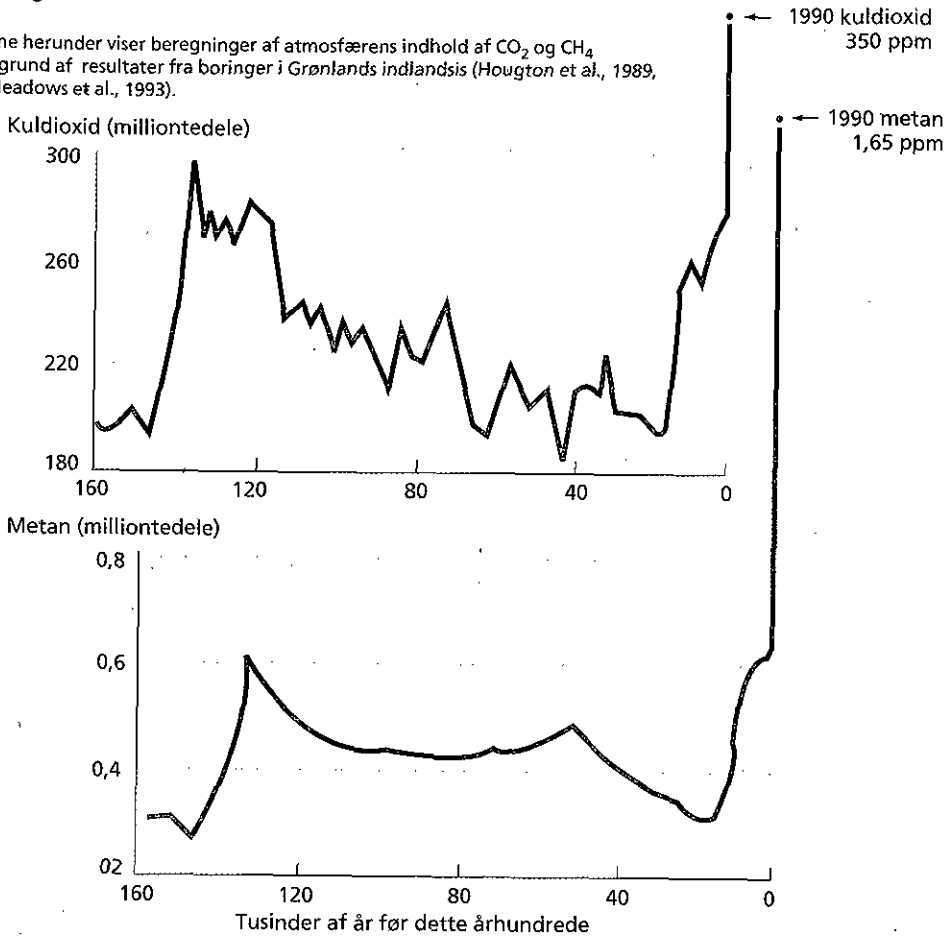
Miljøproblemerne og deres baggrund

Jordens udseende og naturens mangfoldighed har altid ændret sig, og det vil også ske fremover. Plante- og dyrearter er forsvundet, ørkenområder har bredt sig, skovområder er opstået, og jordens mange regioner har gennemgået både mindre og større klimaforandringer. En væsentlig del af de ændringer, naturen undergår i dag, og hastigheden det sker med, kan imidlertid ikke tilskrives naturlige variationer, men skyldes menneskets aktiviteter.

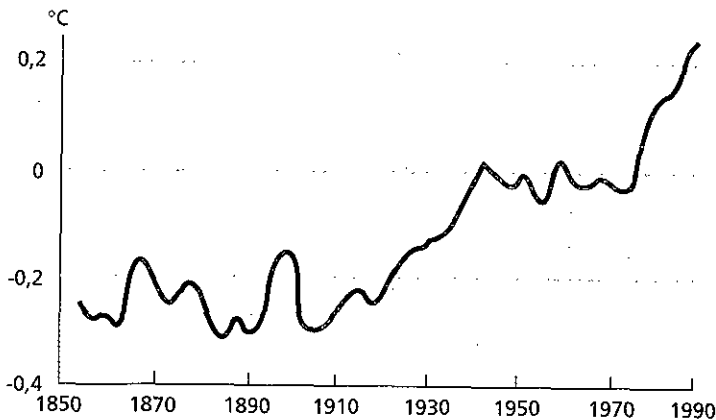
Menneskets påvirkning af jordens tilstand

Systematiske målinger af "jordens tilstand" har først fundet sted i nyere tid. Dette, kombineret med naturlige variationer, gør det vanskeligt at lave holdbare forudsigelser på basis af målingerne. Men atmosfærens koncentration af kuldioxid (CO_2) og metan (CH_4) ligger langt over, hvad den tidligere har været.

Kurverne herunder viser beregninger af atmosfærens indhold af CO_2 og CH_4 på baggrund af resultater fra borerer i Grønlands indlandsis (Houghton et al., 1989, efter Meadows et al., 1993).



Dette skal sammenholdes med den stigning i jordens gennemsnitstemperatur, som har fundet sted i løbet af de seneste 40-50 år (Miljøministeriet, 1992).



Der skabes i forbindelse med verdens industriaktiviteter betydelige bidrag til miljøpåvirkningerne:

- Jordens ikkefornyelige råstofreserver forsvinder i takt med, at de udnyttes i industriel produktion uden en efterfølgende genanvendelse.
- Forurening og ophobning af affald fører til udryddelse af dyre- og plantearter, til akutte og kroniske skader på dyr, herunder mennesker, samt til ødelæggelse af naturværdier.
- Energiproduktion baseret på fossilt brændsel fører til regionale og globale klimatiske forandringer, der igen medfører forandringer af landskaber og artsrigdom.

Fortsættes udviklingen som hidtil, medfører det, at kommende generationer vil opleve mangelsituationer, der besværliggør eller hindrer opretholdelsen af et samfund og en levestandard, som den i dag kendes fra industrialiserede områder. Dette skyldes, at:

Naturen har et begrænset lager af råstoffer og en begrænset evne til at optage miljøpåvirkninger og til at genskabe sig efter miljøpåvirkninger, som påføres den.



På jordens overflade og i havene lever millioner af forskellige dyre- og plantearter sammen i økosystemer. I økosystemerne fungerer dyr og planter i et samspil inden for de fysiske rammer, der gives af det omkringliggende miljø. I økosystemet passerer energi og stoffer fra art til art gennem fødekæder, stofferne nedbrydes, og næringssaltene recirkuleres. Denne ligevægt dels i det enkelte økosystem, dels mellem økosystemer forstyrres af påvirkninger udefra, se figur 1.

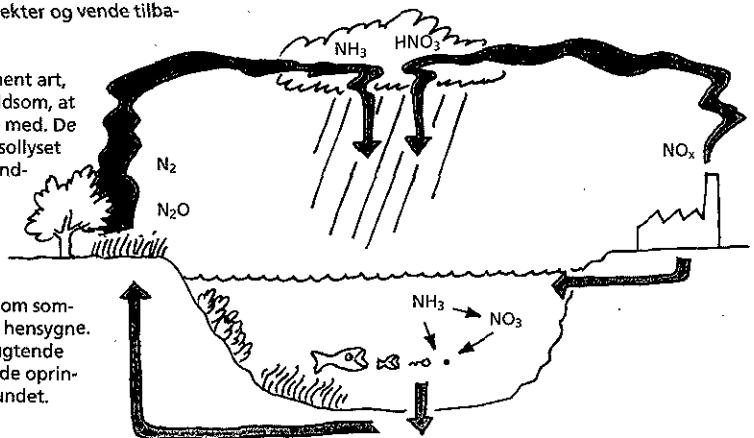
Figur 1: Økosystemer påvirkes og kan ændres gennem vekselvirkning med omgivelserne.

Når en sø betragtes som et økosystem påvirkes udefra, f.eks. ved at der tilføres næringssalt (N), kan økosystemet bringes ud af balance. Den ekstra næring vil medføre øget vækst af alger, der er føde for krebsdyr som dafnier, som igen er føde for fiskeyngel, der endelig er føde for rovfiske. Søens beboere har fået ekstra gode vækstbetingelser.

Hvis det handler om en enkeltstående udledning, eller hvis den kun finder sted i et begrænset tidsrum, vil søen kunne absorbere tilførslen uden synlige effekter og vende tilbage til den tidligere tilstand.

Hvis udledningen er af mere permanent art, kan algeopblomstringen være så voldsom, at de øvrige organismer ikke kan følge med. De mange alger i vandet vil kun tillade sollyset at nå kort ned under overfladen. Bundplanterne "skygges" derved ud, og rovfiskene får svært ved at se byttedyrene. Bakteriernes nedbrydning af algerne på søns bund bruger ilten, og hvis der ingen vandcirkulation er, hvilket kan være tilfældet om sommeren, vil organismene på bunden hensesygne. Søen vil blive forvandlet til en ildelugtende "muddelpøl", hvor hovedparten af de oprindelige planter og dyr vil være forsvundet.

Stabiliteten i et søøkosystem påvirkes af mange faktorer som f.eks. artsrigdommen, vind- og vejrforhold, strøm og opblanding i vandet og vanddybde. Hvis et økosystem påvirkes så kraftigt, at stabiliteten ikke længere kan oprettholdes, vil økosystemet overgå til en ny tilstand, hvor nogle af organismene erstattes af andre, og hvor økosystemets fysiske rammer vil ændre karakter.



Miljøeffekttyper

UMIP-metoden håndterer følgende 11 miljøeffekttyper i vurderingen af produkters miljøpåvirkninger. Nedenstående forklaringer er ikke udtømmende, men skal give et hurtigt overblik over årsagerne til miljøeffekterne. I metoden inddrages effekttyper i: Ressourceforbrug, potentialer for arbejdsmiljø og miljøeffektpotentialer.



Globale miljøeffekter

Tab af ressourcer

Kilde: Forbrug af materialer som f.eks. kobber og zink samt fossile brændstoffer som olie og kul.

Problem: Udtømming af jordens ikke-fornyelige ressourcer og forbrug af de fornyelige ressourcer hurtigere end de gendannes.

Effekt: Indskrænkelse af fremtidige generationers handlemuligheder.

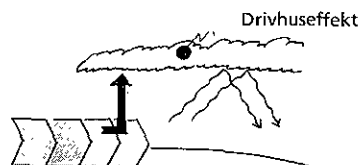


Drivhuseffekt

Kilde: Kuldioxid, metan, m.m. fra forbrændings- og forrådnelsesprocesser.

Problem: Udslip af drivhusgasser, der ophober sig i atmosfæren, hvorved infrarød stråling fra jorden absorberes.

Effekt: Stigning i jordens gennemsnitstemperatur og regionale klimaforandringer. Stigende vandstand i verdenshavene og øget hyppighed af ekstreme vejr-situationer.

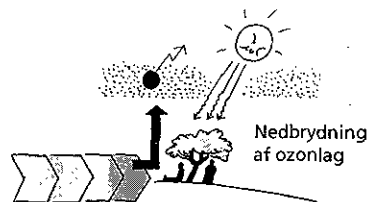


Nedbrydning af ozonlaget

Kilde: Brug af halocarboner som CFC og HCFC i opskumning og kølemidler.

Problem: Udslip af ozonnedbrydende gasser som i kemisk reaktion med ozon, 40 km over jordens overflade, omdanner denne til bl.a. ilt, hvorved ozonlaget udtyndes, og UV-indstrålingen øges.

Effekt: Øget hyppighed af hudkræft, nedsat immunforsvar hos mennesker og skader på fotosyntesystemet på planter.



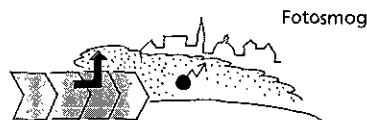
Regionale miljøeffekter

Fotokemisk ozondannelse (fotosmog)

Kilde: Forbrændingsprocesser og brug af organiske opløsningsmidler.

Problem: Dannelse af reaktive iltforbindinger (smog) ved jordens overflade, idet hydrocarboner oxiderer ved katalysering af kvælstofoxider og sollys.

Effekt: Irritationer af øjne og åndedrætsorganer samt afgrødeskader.

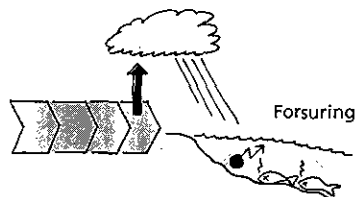


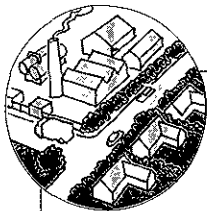
Forsuring

Kilde: Luftbåren forurening fra forbrændingsprocesser.

Problem: Dannelse af forsurende forbindelser som svovloxider (SO_x), kvælstofoxider (NO_x) og ammoniak, der kommer med nedbør.

Effekt: Skader på skove, søer og bygninger.





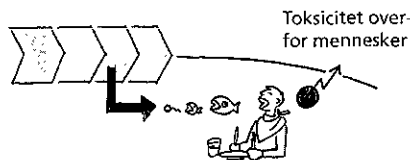
Lokale miljøeffekter

Human toksicitet

Kilde: Kemikalier, spildevandsudledninger, forbrændingsprocesser og udvaskning fra affaldsdeponeringer.

Problem: Mennesker udsættes for giftstoffer f.eks. fra luften eller ved fødeindtagelse.

Effekt: Akutte giftvirkninger som f.eks. påvirkninger af astmatikere fra bilers udstødningsgasser. Kroniske giftvirkninger som øget hyppighed af bryst- og testikelkræft og nedsat fertilitet hos mænd.

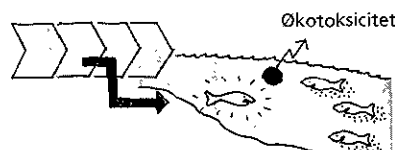


Økotoxicitet

Kilde: Udledning af spildevand og forbrændingsprocesser.

Problem: Organismen udsættes for giftstoffer, både akut som følge af f.eks. enkeltudledninger og kronisk ved vedvarende påvirkninger.

Effekt: Akutte skader som nedsat fotosyntese hos alger samt fiske-død. Kroniske skader som f.eks. nedsat vækst.

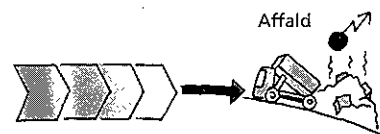


Affald

Kilde: Industrielle processer og husholdning.

Problem: Ophobning af affald.

Effekt: Udvasning af miljøfarlige stoffer til jord og grundvand med mulighed for giftvirkninger over for planter og dyr. Lugtgener og ødelæggelse af landskaber.

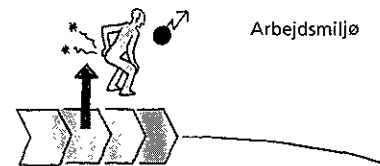


Arbejds miljø

Kilde: Industrielle arbejdsprocesser.

Problem: Arbejdere udsættes for kemiske stoffer, støj, ensidigt, gentaget arbejde og arbejdsulykker.

Effekt: Udvikling af allergi, kræft, skader på bevægeapparat, nervesystem, hørelse og reproduktionssystemet.

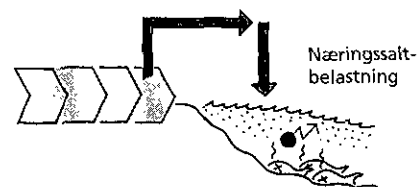


Nærings saltbelastning

Kilde: Kvælstof- og fosforforbindelser fra f.eks. gødning, spildevand og forbrændingsprocesser.

Problem: Ophobning af nærings salte i økosystemer, hvilket medfører algeopblomstring. Iltsvind når alger dør og forrådnar.

Effekt: Organismer fra vandøkosystemer som f.eks. fisk og planter vil uddø. Forgiftning af fisk fra giftproducerende alger.

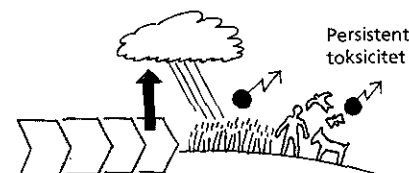


Persistent toksicitet

Kilde: Udledning af svært nedbrydelige (persistente), giftige stoffer med f.eks. spildevand og forbrændingsprocesser.

Problem: Ophobning af giftstoffer (toksiner) i naturen og levende organismer samt opkoncentrering gennem fødekæden.

Effekt: Kroniske skader på økosystemer og organismer.



Når industrien forbruger råstoffer som metaller, træ eller vand, ændres økosystemernes fysiske rammer. Når industrien udleder overskuds- eller affaldsprodukter, påvirkes organismene i økosystemerne. Disse forhold kan føre til såvel akut som permanent forandring eller udslettelse af organismene og alvorlig forringelse af deres livsbetingelser.

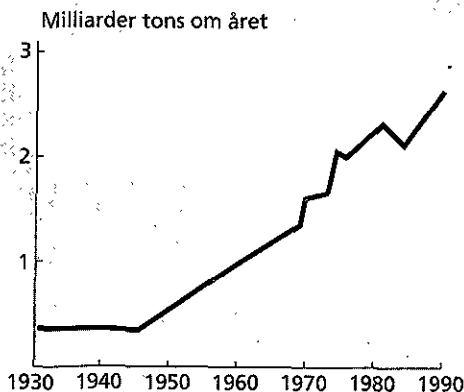
Økosystemer ændrer sig, når miljøpåvirkningerne fortsættes ud over en vis grænse, fordi organismene i økosystemer har en begrænset tolerancetærskel og evne til at nedbryde stoffer og materialer. Et nyt økosystem opstår i stedet, men det har en anden sammensætning og kan ofte have en mindre artsrigdom.

Der er klare sammenhænge mellem industrielle aktiviteter og lokale miljøproblemer som forgiftning af mennesker og regionale problemer som forurening i skovområder. Anderledes er det med sammenhænge mellem industrielle aktiviteter og globale miljøproblemer som f.eks. stigning i atmosfærens gennemsnitstemperatur som følge af drivhuseffekten. Dels er sammenhængene meget komplekse og opstår med lange tidsforsinkelser, dels er enkeltkilder svære at udpege. Det er derfor svært inden for korte tidsrum at skelne mellem naturlige variationer og menneskeskabt ustabilitet, men forskellen mellem målinger af jordens tilstand i tidligere tider og i dag er af en sådan størrelsesorden, at det ikke alene kan forklares ved naturlig variation, se side 12.

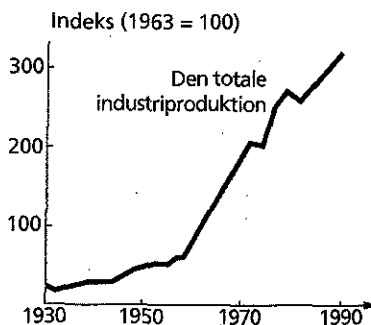
Naturen har en øvre grænse for, hvad den kan klare af påvirkninger, og alle forudsigelser peger i retning af, at påvirkningerne er stadig stigende i både styrke og omfang. Hverken lokale økosystemer, som vandløb, eller globale økosystemer, som verdenshave, kan følge med i det tempo, råstoffer forbruges og affaldsprodukter udledes, se figur 2.

Figur 2: Industriaktiviteten har været i stærk vækst de sidste 40-50 år.

Verdens forbrug af metal har været stigende siden slutningen af 40'erne (Cameron, 1986, efter Meadows et al., 1993).



Verdens totale industriproduktion vokser eksponentielt (United Nations, 1988, efter Meadows et al., 1993).



Det er de skadelige ændringer i naturen og økosystemerne, som skal undgås. De skadelige miljøeffekter kan enten være lokale, regionale eller globale i karakter, se siderne 14 og 15.

Industrielle aktiviteter og industriens produkter hører til blandt de kilder, der udsætter naturen for store miljøpåvirkninger, og som derfor må reduceres.

Den amerikanske professor Ehrlich har opstillet en meget forenklet formel, der indeholder faktorerne bag de miljømæssige problemer, der i dag opleves:

$$P = B \times V \times T$$

P er den totale påvirkning af naturen, B er jordens befolkningstal, V er det gennemsnitlige velstandsniveau og T er miljøpåvirkningerne fra den benyttede teknologi.

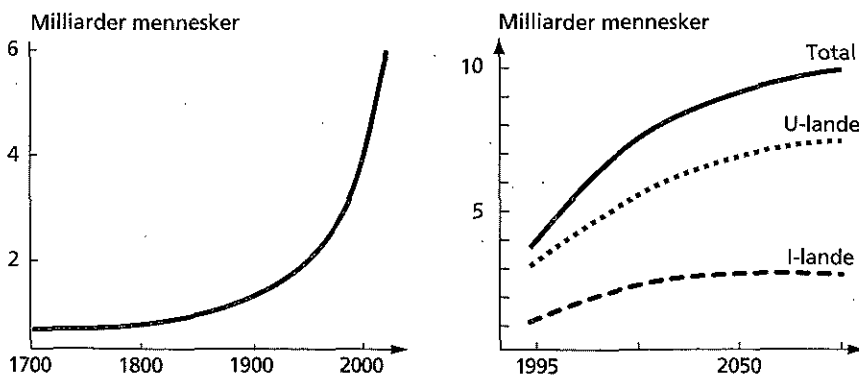
Intet tyder på, at hverken befolkningstallet eller velstandsniveauet vil falde dramatisk - tværtimod. Alle prognoser peger i modsat retning, se figur 3. Hvis påvirkningerne af naturen trods dette skal mindskes eller blot fastholdes, er der kun tilbage at skabe mindre forurenende og mindre råstofkrævende teknologier.

Da selv forsigtige forudsigelser peger på, at jordens befolkningstal vil være fordoblet om 50 år, og da der må regnes med en fordobling af velstanden, er udfordringen for industrien at udvikle teknologier, der reducerer miljøpåvirkningerne med minimum en faktor 4.

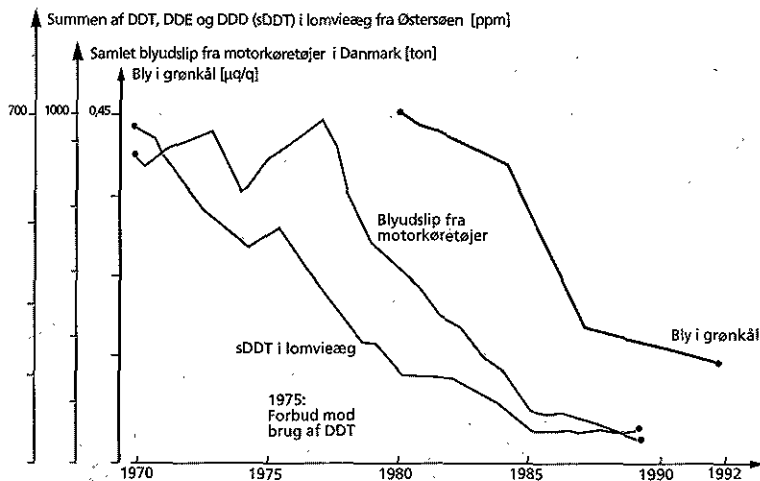
I dette regnestykke, der må anses for optimistisk, er der ikke taget hensyn til en formodet stigning i befolkningens miljøbevidsthed, se side 20.

Figur 3: Jordens befolkningstal er i stadig stigning.

Med den hastighed verdens befolkning vokser i dag, forventes det, at den om 40 til 50 år vil være fordoblet (Bouge, 1969, efter Meadows et al., 1993) og (United Nations, 1992).



Målinger af blykoncentration i grønkål (Palmgren Jensen et al., 1991) og DDT-indhold i lomvieæg (Bignert, 1992) viser begge faldende tendens efter indførelsen af blyfri benzin og forbud mod anvendelse af DDT. (Efter Christensen et al., 1993).



Figur 4: Økosystemer kan genskabe sig, hvis de får ro til det.

Forskellige undersøgelser peger på, at en negativ udvikling kan vendes, se figur 4. Det er derfor ikke for sent at gå i gang med at løse problemerne.

Industriens ansvar og muligheder

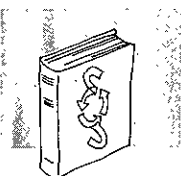
Drastiske forbedringer af teknologien og dens miljøpåvirkninger kræver nye adfærdsmønstre i industrien og hos industriens aftagere. Forbrugeren skal medvirke til at fremme indkøb og brug af produkter med færre miljøpåvirkninger. Nationale myndigheder skal fremme brugen af mere miljøvenlige teknologier og handle i et internationalt perspektiv. Endelig gælder det, at:



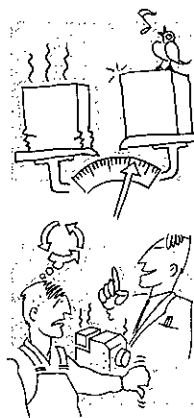
Industrien skal sats på at forebygge miljøproblemer og ikke vente, til skaden er sket.

Industrien bliver fra flere sider mødt med kravet om at reducere de miljøpåvirkninger, den afstedkommer. Presset kommer fra:

- **Markeder.** Kunder efterspørger i dag produkter med fornuftige miljømæssige løsninger, eksempelvis inden for fødevarerindustrien. Alt tyder på, at denne efterspørgsel er ved at brede sig til også at omfatte industrielle produkter i andre brancher. Meget tyder også på, at virksomheders generelle miljømæssige image har betydning ved anskaffelse af nye produkter.
- **Myndigheder.** Både nationalt og internationalt rettes fokus mod produkter frem for som hidtil mod enkeltudledninger fra produktionsprocesser, bl.a. ved at pålægge producenter ansvar for bortskaffelsen af produkter. Der oprettes nationale og internationale miljømærkningsordninger for en lang række produkttyper, og befolkningen og industrien pålægges grønne afgifter. Endelig gøres tilskudsordninger, frivillige aftaler og andre miljøpolitiske virkemidler produktorienterede.



- **Konkurrenter.** En række virksomheder, specielt inden for automobil- og hårde hvidevarebranchen, markedsfører produkter med tydelig miljøprofil, og disse produkter erobrer markedsandele. Flere virksomheder skaber sig et image som "grøn virksomhed" ved bevidst og åbenlyst at inddrage miljøhensyn i kort- og langsigtede beslutninger.
- **Medarbejdere og samarbejdspartnere.** Underleverandører og virksomhedens medarbejdere efterspørger, at virksomheden inddrager miljøhensyn som f.eks. arbejdsmiljø. Desuden påvirker medarbejdere på alle beslutningsniveauer i en virksomhed de miljømæssige beslutningsprocesser ud fra holdning og adfærd som ansvarlige samfundsindivider.



Der er således ikke blot et etisk pres for at tage bedre vare på naturen og handle samfundsmæssigt bevidst. Det er ikke kun viden-skabsmænd og miljøaktivister, der ser mørke fremtidsudsigter. Der er også et pres fra omgivelserne, som industrien selv lægger vægt på at stå i godt forhold til.

Industrien må derfor tage flere og mere vidtrækkende miljøhensyn. Hidtil har der på miljøområdet været fokuseret meget på arbejdsmiljø og lokale miljøproblemer, som f.eks. spildevandsudledninger og affaldsproblemer. Fremover skal der i højere grad også tages hensyn til regionale og globale miljøproblemer ved f.eks. at reducere udledninger af drivhusgasser og minimere råstofforbrug.

Industrien må også tage hensyn til flere og fjernere parter. Råvarer kommer fra hele kloden. Gummi fra Sydamerika, træ fra Asien, olie fra Afrika. Udledninger kender ingen landegrænser. Affaldsstoffer, der udledes, føres med vind og strøm verden rundt. Industriaktiviteter kan derfor få konsekvenser for mennesker, dyr og naturrigdomme, som virksomhedens medarbejdere hidtil ikke har kendt eksistensen af, men som fremover må betragtes som en part, der må tages hensyn til på lige fod med parterne i virksomhedens egen region. Industrien må starte en bæredygtig udvikling, der indebærer, at miljøhensyn får samme opmærksomhed, som de andre hensyn, der styrer industriens udvikling, (World Commission, 1987).

En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare.



En gradvis minimering af miljøpåvirkninger ved hjælp af lovindgreb er begyndt og må yderligere forstærkes i en takt og på en måde, der tillader virksomhederne at overleve. Industrisamfundet må derfor indrettes efter principper, der fremmer målene for en bæredygtig udvikling, nemlig ved:

- at bruge vedvarende ressourcer i samme tempo som de genskabes
- at genanvende ikkefornyelige ressourcer eller erstatte forbrugt med vedvarende ressourcer
- ikke at udlede stoffer i større omfang og hastighed end økosystemerne tolererer og kan omsætte, så de stadig er i balance.

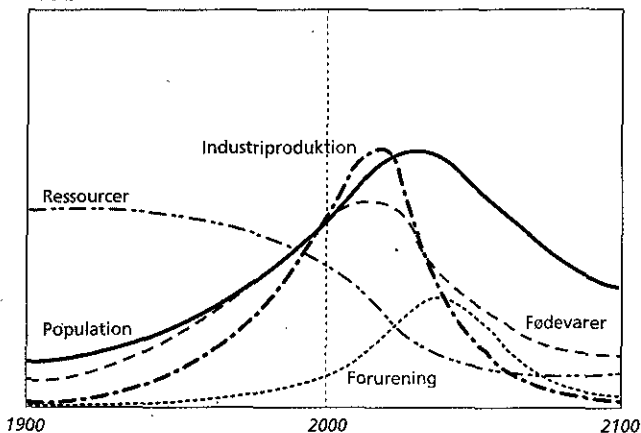
Fremtidsscenerier

I bogen "Hinsides grænser for vækst" (Meadows et al., 1993) præsenteres en række mulige fremtidsbilleder (scenerier) for jordens tilstand. Hvert scenario er baseret på en række antagelser om naturens råstofreserver og stabiliseringsevne samt ændringer eller vedholdenhed i menneskets holdninger og adfærd. Forfatterne har skabt en computerbaseret beregningsmodel (WORLD 3), der beregner konsekvenser af ændringer i 225 variabler. Her bringes en forenklet beskrivelse og præsentation af tre udvalgte scenerier fra bogen.

Scenário 1

Dette scenario viser, hvad der vil ske for verdens tilstand, hvis der ikke foretages ændringer i menneskets adfærd. Befolkningstallet og industriproduktionen vokser, indtil en kombination af begrænsninger af miljø- og naturressourcer gør det uoverkommeligt for det økonomiske system at klare de nødvendige investeringer. På grund af den manglende investeringssevne falder industriproduktionen samtidig med, at fødevarereproduktionen falder. Velfærd og sundhedsvæsen forringes, dødeligheden stiger, og den forventede levealder reduceres.

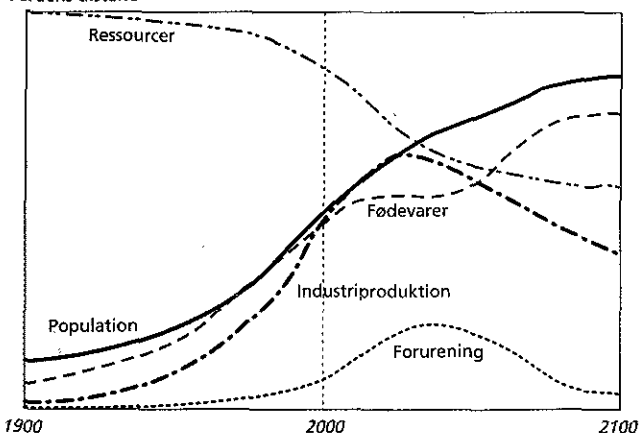
Verdens tilstand



Scenário 2

I dette scenario antages det, at der opdages nye ressourcer svarende til en fordobling af ressourcerne. Forureningen bekæmpes, og der udvikles ressourcebesparende teknologi. Det antages endvidere, at udbyttet af jorddyrkning øges. Alle de udviklede teknologier koster kapital, og det vil tage 20 år at bringe dem i fuld anvendelse. Tilsammen tillader de, at verden fortsætter sin vækst indtil år 2050. De akkumulerede omkostninger i forbindelse med disse teknologier er det, der til sidst standser væksten. Scenariet viser, at der til trods for markante ændringer i adfærd og udvikling af teknologi ikke vil skabes en holdbar situation for verden på lang sigt.

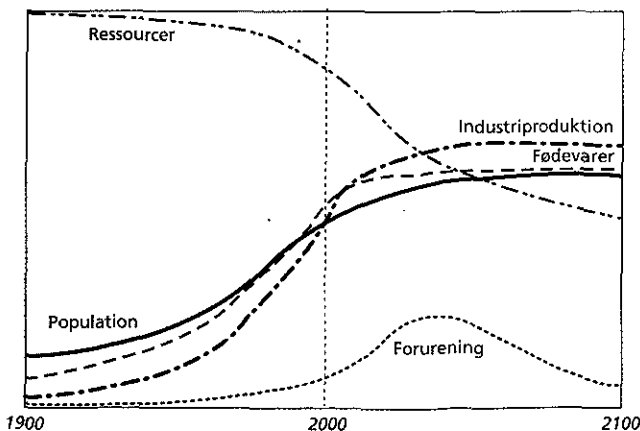
Verdens tilstand



Scenário 3

Dette scenario forudsætter, at det i 1995 vedtages globalt at skabe et stabiliseret befolkningstal, og at industrien udvikler og anvender teknologier til formindskelse af forureningen og ressourceforbruget. Beregningerne viser, at det samfund, der opstår som følge af disse beslutninger, vil kunne give 7,7 milliarder mennesker en høj levestandard med forventet høj levealder, i hvert fald frem til år 2100. Scenariet viser, at der skal vidtgående og verdensomspændende ændringer til, herunder industrielle, for at skabe et globalt samfund, der kan opretholde gode levevilkår.

Verdens tilstand



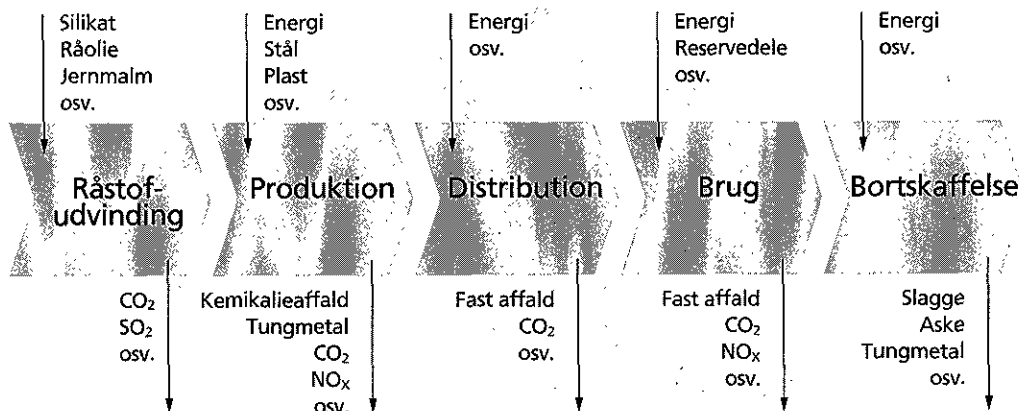
Virksomhedens muligheder

Årsagerne til de uønskede miljøeffekter er som nævnt mange og komplekse. Hovedparten af årsagerne kan dog henføres til forhold i produkterne, som virksomheden producerer og markedsfører.

Frem for alene at fokusere på forbedringer af enkelte processer eller rensning af enkelte miljøproblematisk udledninger skal virksomheden satse på forebyggelse ved at flytte fokus til de produkter, som er årsagen til problemer. Dette gøres ved allerede under produktets udvikling at overveje alle potentielle miljøeffekter, lige fra produktets råmateriale udvindes over produktion og brug til bortskaffelse af produktet.

Nøglen til mindskelse af miljøproblemerne ligger hos dem, der udvikler produktet. Det er produktudvikleren, der overser en uønsket miljøeffekt, men det er også produktudvikleren, der gør det muligt at reducere eller helt fjerne miljøeffekter. Derfor skal der indbygges miljøhensyn i produktet allerede under dets udvikling, og udviklingsafdelingen skal rustes til at kunne løfte denne opgave.

Råmaterialerne udvindes, og produktet fremstilles. Produktet distribueres og sælges til kunderne, der bruger det og sender det til bortskaffelse. Det er i disse livsforløbsfaser, at produktets miljøpåvirkninger opstår, se figur 5.



Figur 5: Naturen udsættes for miljøeffekter fra hele livsforløbet.

Produktets udformning bestemmer arten af og omfanget af næsten alle miljøpåvirkninger fra dets livsforløb som f.eks.:

- udledning af stoffer under råvarefremstilling
- energi- og materialeforbrug samt arbejdsmiljøeffekter i produktion
- energiforbrug under produktets brug
- forbrug af materialer og stoffer under produktets brug
- nedsivning af stoffer i undergrunden fra lossepladser
- giftige udledninger fra affaldsforbrænding.

Alle påvirkninger er bestemt af, hvor forudseende produktudvikleren var, da produktet blev skabt i udviklingsprojektet.

"Recovery loops" hos Rank Xerox Ltd.

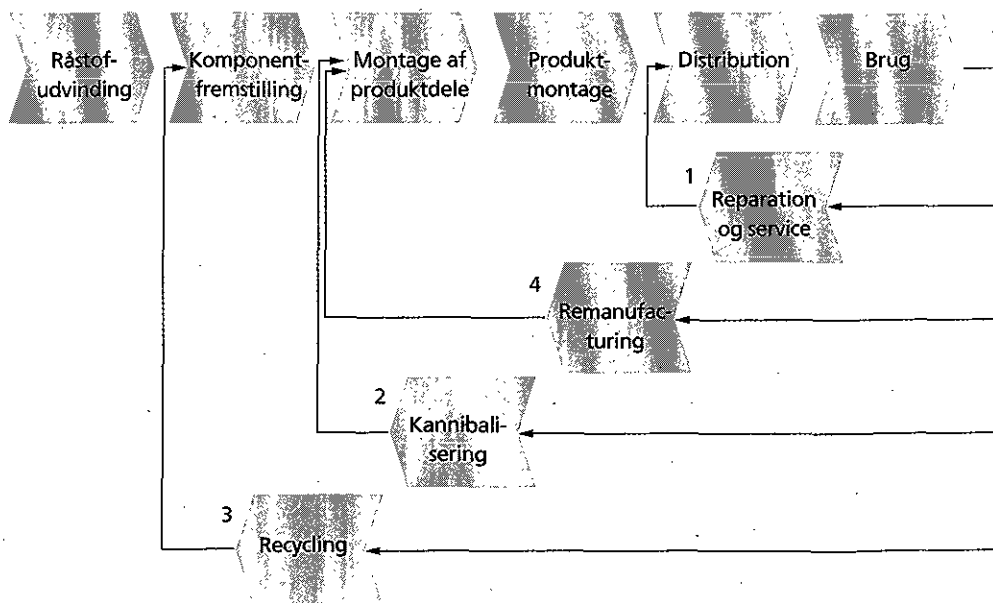
Rank Xerox er et joint venture (1956) mellem Xerox Corporation, USA, og Rank Organisation, England. Virksomheden, der er repræsenteret over hele verden, producerer kopimaskiner, faxmaskiner og printere.

Miljøhensyn har en fremtrædende rolle i virksomhedens langsigtede beslutninger.

Rank Xerox har valgt at gøre en stor indsats for at minimere affald og forbedre udnyttelsen af de ressourcer, der forbruges (Thierry et al., 1995). Ved at implementere en række forskellige "recovery loops" ("genbrugssløjfer") for produkterne har Rank Xerox realiseret genbrug af produktdele og genanvendelse af materialer. Et specialudviklet logistiksystem sikrer, at der er en stadig strøm af produkter og produktdele til virksomhedens "recovery facilities" ("genbrugssystem"). De gode resultater er opnået, fordi virksomheden beholder ejerskabet af produkterne og derfor overvåger og direkte styrer produkternes livsforløb.

De opbyggede "recovery loops" blev etableret i en proces opdelt i fire etaper:

1. **Tilbagetagning af produkter**, dvs. reparation af produkter og komponenter ved brug af helt nye komponenter.
2. **Kannibalisering**, dvs. genopbygning af produkter ved brug af brugte komponenter. Disse produkter sælges som brugte maskiner.
3. **Recycling**, dvs. genanvendelse af materialer fra egne produkter til brug i egne produkter.
4. **Remanufacturing**, dvs. genbrug af brugte produktdele i nye produkter. Disse produkter lever op til samme kvalitetskrav som produkter fremstillet af helt nye komponenter.



Forudsætningen for en succesrig indbygning af miljøhensyn i produktet er, at produktudviklerne udstyres med en ny tænkemåde: miljøtænkning, se figur 6. Detaljeret teknisk og miljømæssig indsigt kombineret med vilje er ikke et tilstrækkeligt grundlag for at skabe miljøhensyn. Essensen af miljøtænkning er, at produktudvikleren:

- har overblik over alle produktets livsforløbsfaser frem for produktionsfasen alene.
- har overblik over alle produktets interessenters miljømæssige forventninger frem for kun at have blik for myndighedernes.
- tager hensyn til og mindsker alle miljøeffekter og ikke kun de mest synlige eller de lokale.
- kombinerer indbygning af miljøhensyn og skabelse af konkurrencekraft frem for at betragte miljø som et nødvendigt onde.

Figur 6: Resultat af miljøtænkning hos Bang & Olufsen A/S.

Bang & Olufsen A/S har gennem UMIP-projektet analyseret potentialet for miljømæssige forbedringer af produkterne gennem hele deres livsforløb. Indsigten i miljøeffekter og nye løsningsalternativer har skabt grundlaget for at udpege, hvilke miljømæssige forbedringer der skal sættes på.

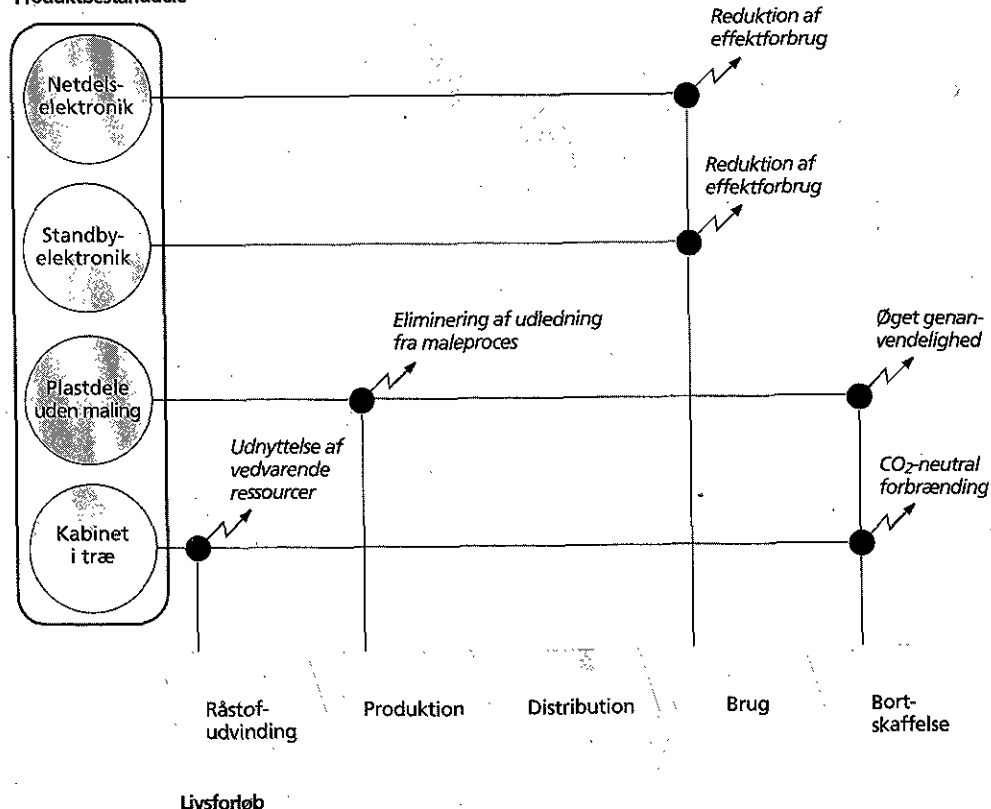
- reducere effektforbrug i drift
- reducere effektforbrug i standby
- designe produktet, så det er let at adskille (både mekanisk og manuelt)
- vælge materialer og processer, der muliggør genbrug

Miljøtænkning handler derfor hos Bang & Olufsen A/S bl.a. om at:

- undgå giftige stoffer, eller stoffer som ved f.eks. bortskaffelse vil danne giftige stoffer

Nedenfor er vist eksempler på forskellige miljømæssige tiltag, som man, med udgangspunkt i miljøtænkning hos Bang & Olufsen, har valgt at iværksætte.

Produktbestanddele





Når der skal indbygges miljøhensyn i produktet for at mindske dets miljøpåvirkninger, skal produktudvikleren udføre miljøtænkning.

Indførelse af miljøtænkning i produktudviklingsafdelingen og i udviklingsprojekterne kræver en bevidst indsats af både udviklingschefen, der har ansvaret for udviklingsafdelingen og planlægningen af udviklingsprojekterne, og af produktudvikleren, der udfører det konkrete arbejde i udviklingsprojekterne.

Udviklingschefens opgave vil være at:

- Iværksætte miljøorienterede aktiviteter, der er rettet mod både skabelse af gode tankemønstre og indsigt i løsningsmuligheder, så intentionerne bag miljøtænkning kan omsættes til handling, og så miljøarbejdet ikke styres af dag til dag beslutninger.
- Sikre, at miljøhensyn indbygges sammen med de andre hensyn, så miljøhensyn ikke blot rettes mod overholdelse af loven, men så det kan blive til et drivhjul i konkurrenceskabelsen.
- Implementere procedurer og metoder i udviklingsafdelingen, så miljøopgaverne kan løses med størst mulig effektivitet og styrbarhed i udviklingsprojekterne.

Produktudviklerens opgave vil være at tilegne sig og benytte:

- Konkrete værktøjer og teknikker til brug for fokusering på væsentlige miljøopgaver, miljømæssig målsætning og generering af løsningsalternativer med indbyggede miljøhensyn.
- Fremgangsmåder, der dels synliggør udviklingsprojektets miljømæssige beslutninger, så miljøhensyn kan indbygges sammen med andre hensyn, dels gør det muligt at planlægge og styre miljøopgaverne i udviklingsprojekterne.

Indbygning af miljøhensyn drives ikke alene af en øget bevidsthed over for naturen, se side 22. Produktets konkurrencekraft skal stadig bibeholdes. Miljøhensyn og konkurrencekraft behøver dog ikke at modarbejde hinanden - tværtimod. Ud over de ønskede reduktioner i miljøeffekter kan resultatet af en miljøindsats også måles på kort sigt i:

- omkostningsreduktioner i produktionen
- reklameværdi

På længere sigt i at:

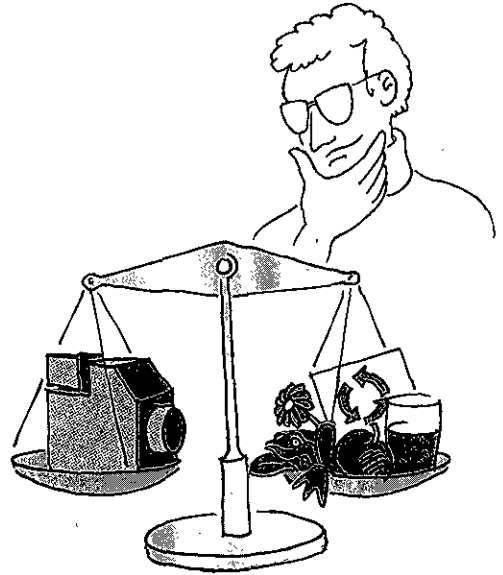
- bedre og nuancere virksomhedens image i omgivelserne
- øge kvalitetopfattelse hos kunder
- forankre eller udvide samarbejdsrelationer med f.eks. underleverandører
- øge tiltrækningen af mere miljøbevidste medarbejdere
- fastholde eller skabe nye forretningsområder
- reducere omfanget af omkonstruktioner ved at være på forkant med udviklingen.

Denne bog vil ikke i detaljer redegøre for indvirkninger over for alle førnævnte dimensioner, men læseren bør være opmærksom på, at alle tiltag, der er refereret i bogen, også påvirker disse.

Hvad er miljøvenlige produkter ?

Hvordan tilrettelægges attraktive livsforløb ?

Hvilken indflydelse har interessenterne på livsforløbet ?



Miljøvenlighed

Alle industrielt fremstillede produkter giver miljøpåvirkninger gennem deres forbrug af råstoffer og energi samt udledning af forurenende stoffer. Nogle produkter giver dog færre og lavere miljøeffekter end andre med samme ydelse. De er med andre ord mere miljøvenlige.

Når et produkt gennemfører et livsforløb med færre og lavere miljøeffekter end et andet produkt med samme ydelse, er det mere miljøvenligt.



Miljøvenlighed er en produkttegenskab, som bestemmer, hvor egnet et produkt er til at gennemføre et planlagt livsforløb med så få miljøeffekter som muligt. Miljøvenlighed er ikke en absolut størrelse, men en egenskab, der kun kan vurderes ved at sammenligne med alternative produkter. Det kan f.eks. være et produkt, der følger et andet livsforløb, og som har andre miljøeffekter, men som dækker samme behov, se figur 7.

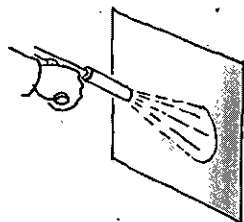
Brugeren af produktet får ved anvendelsen af produktet opfyldt et bestemt behov. Ydelsen er et udtryk for, hvor godt behovet opfyldes i den primære brugsproces. Eksempelvis dækker en højtryksrenser et behov for rengøring af en overflade af en given størrelse, beskaffenhed og urenhed.



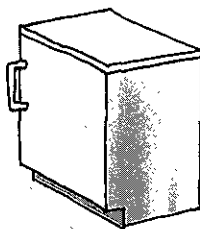
Brugeren vurderer ydelsen ved at sammenholde, hvor ren overfladen efterlades efter spuling i forhold til tidsforbrug og omkostning for rengøringen.



Maling til rustbeskyttelse af 1m² plade i 4 år sammenlignet med to konkurrerende malinger.



Rengøring af 1m² husmur i 5 år vha. højtryksrensning sammenlignet med det tidligere produkt.



Opbevaring af 10 kg fødevarer i 10 år sammenlignet med konkurrentens.

Figur 7: Miljøvenligheden af et produkt skal vurderes ved sammenligning med en reference.

Produktets miljøvenlighed opgøres over hele livsforløbet og påvirkes af:

- Produktets ydeevne i brugsprocessen og de benyttede produktteknologier.
- Livsforløbets art og produktets levetid.
- Sandsynligheden for, at det planlagte livsforløb finder sted.

Høj miljøvenlighed kan ikke nødvendigvis skabes ved alene at optimere en af faktorerne. Høj miljøvenlighed skabes mest effektivt ved totaloptimering af alle faktorer på én gang.

Produktets ydeevne kan øges ved f.eks. at øge en motors nyttevirkningsgrad.

Attraktive livsforløb kan skabes ved f.eks. at benytte genanvendte materialer, ved at sørge for, at de kan genanvendes, når produktet er udtjent eller ved at forberede produktet til afbrænding frem for deponering.

Sandsynligheden for, at livsforløbet finder sted, kan f.eks. øges ved at tilbyde kunder en returordning for udtjente produkter eller ved at gøre det let for en virksomhed, der genvinder elektronik, at identificere miljøfarlige komponenter.

Produktets konkurrencekraft afhænger af godheden i hver eneste aktivitet eller proces i hele livsforløbet, f.eks. gennemløbstid og fleksibilitet i produktionen, bruger kvalitet og bortskaffelsesomkostninger, hvilket under ét blot kaldes universaldyderne, se figur 8.

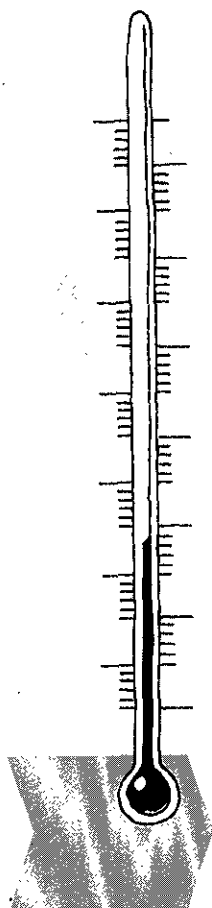
Hver enkelt universaldyd tillægges af aktiviteternes interessenter større eller mindre betydning og tillægges forskellig vægt, men ingen af dem kan negligeres i udviklingsarbejdet.

Figur 8: Godheden i de enkelte aktiviteter i livsforløbet opgøres i syv universaldyder.

Universaldyderne er det måleinstrument, som produktudvikleren bruger til at overvåge godheden af de aktiviteter, som produktet indgår i. De syv dimensioner er almene og vil for forskellige produkter have forskellig prioritet, alt afhængig af hvad der bærer virksomhedens konkurrencekraft.

Universaldyderne nedbrydes i de konkrete projekter og aktiviteter til konkrete måleparametre, hvoraf nogle eksempler er vist til højre.

I udviklingsprojekter opstilles konkrete mål for forbedringer i alle dimensionerne, og løsningsøgningen rettes derved mod alternativer, der giver forbedringer i de højst prioriterede dimensioner.



Universaldyder

Omkostninger

Aktivitetsomkostninger som f.eks. variable og faste produktionsomkostninger. Drifts- og serviceomkostninger for brugeren. Genvindingsomkostninger for bortskaffereren.



Kvalitet

Fejl under produktion. Bruger- og kundekvalitet.



Fleksibilitet

Produktvarianter kan fremstilles i det samme produktionssystem. Bortskaffelsessystemernes evne til at håndtere forskellige produktvarianter.



Risiko

Risiko for ikke at beherske de benyttede processer som f.eks. produktions- og bortskaffelsesteknologier.



Gennemløbstid

Fremstillingstid og kundeoplevelt gennemløbstid. Bortskafferens tidsforbrug for demontage af produktet.



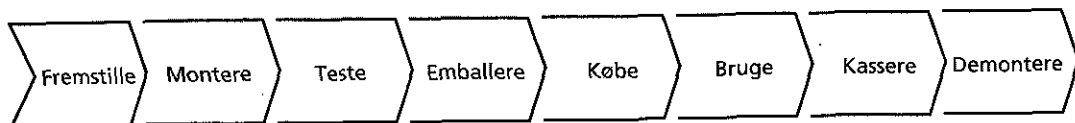
Effektivitet

Udnyttelsen af systemerne som f.eks. produktionssystemet samt de evner, den omgivende organisation besidder.



Miljøeffekter

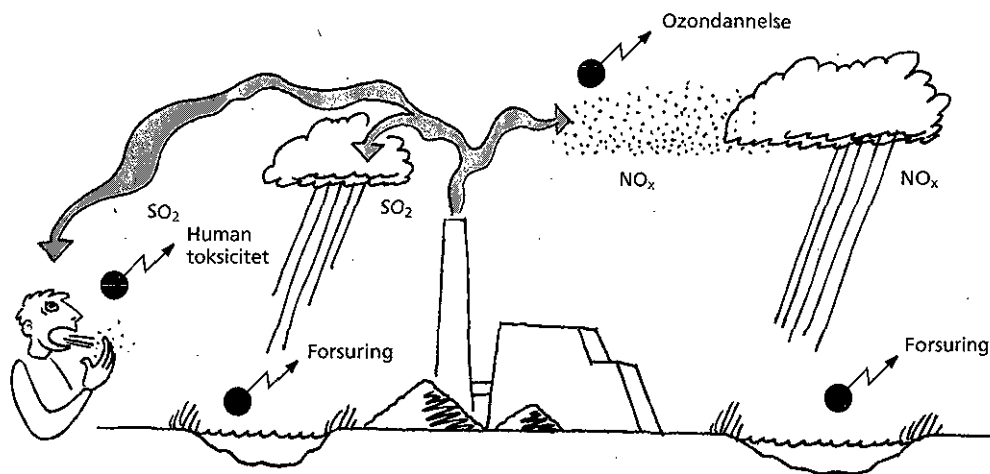
De miljømæssige konsekvenser af en aktivitet.



Miljøeffektens afhængighed af udledningstidspunktet og udvekslingens type

De reelle miljøeffekter afhænger for nogle udvekslinger af forholdene under og efter selve udledningen, mens andre typer af udvekslinger giver entydige miljøeffekter.

Når et kraftværk producerer elektricitet, drives turbinerne af damp, der opvarmes ved f.eks. at afbrænde kul og olie. Under forbrændingen dannes miljøudvekslingerne kvælstofoxider (NO_x) og svovldioxid (SO_2).



Kvælstofoxider kan give den såkaldte "både/og"-effekt, hvor den skaber mere end én miljøeffekt. Først kan den være den nødvendige katalysator for kulbrinter (HC), der kommer fra bilers udstødningsgas, i en fotokemisk dannelsen af ozon, der bl.a. kan give irritationer af øjne og åndedrætsorganer. I denne proces omdannes NO_x ikke. Den kan derfor senere komme med regnen ned i en sø, hvor den kan skabe forsuring, der gør, at organismer dør. NO_x kan derfor skabe både ozondannelse og forsuring.

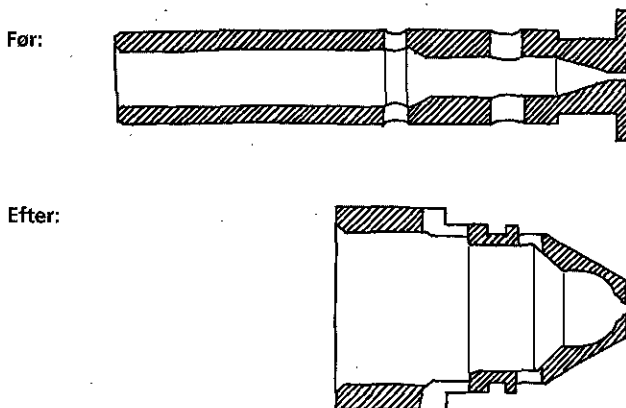
Svovldioxiden derimod er af en "enten/eller"-natur. SO_2 kan falde med regn ned i en sø, hvor den som NO_x kan skabe forsuring, fordi svovldioxiden omdannes til svovlsyre. Svovldioxiden kan også spredes med vinden og medføre åndedrætslidelser ved indånding. Svovldioxiden kan derfor enten skabe forsuring eller human toksicitet.

Forskellige produkter vil have forskellige godhedsprofiler, når de måles ved hjælp af universaldyderne. Det vil sige, at de i større eller mindre grad opfylder forventninger til de enkelte universaldyder. Profilen opstår, når produktudvikleren afvejer omkostninger i forhold til effektivitet, kvalitet osv., se figur 9.

KEW A/S har udviklet en ny dyse baseret på et hydrodynamisk princip til at forme højtryksrensersens vandstråle. Renseevnen forbedres betydeligt, da strålebilledet bliver væsentligt skarpere.

Det giver en mere miljøvenlig højtryksrenser sammenlignet med den tidligere model, da energiforbruget reduceres med 20-30%, kemikaliebehovet mindskes, og levetiden af dysen forlænges.

Samtidig er omkostninger og gennemløbstid i montagen reduceret.



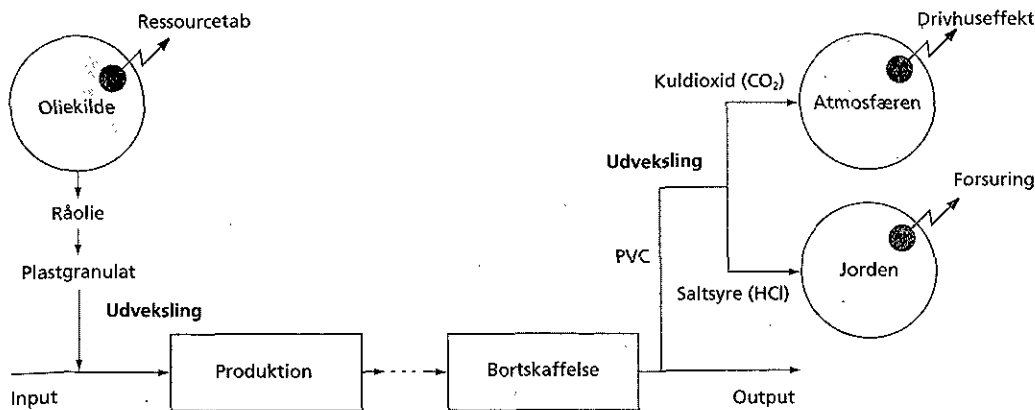
Miljøvenligheden indbygges i produktet under dets udvikling gennem udformning af produktet og fastlæggelse af livsforløbet. I kapitel 6 gennemgås opbygningsprincipper, som kan øge miljøvenligheden af alternative løsninger for produktet og dets livsforløb.

Figur 9: Alle former for hensyn indbygges samtidig i produktet.

Produktets udvekslinger og miljøeffekter

Miljøeffekterne, der viser sig i økosystemerne, forårsages af udvekslinger fra produktets livsforløb i form af energi- og ressourceforbrug samt udledninger af materialer og stoffer, se figur 10.

Figur 10: Eksempler på udvekslinger og miljøeffekter.





Udvekslinger fra en aktivitet er input eller output, som efterfølgende kan resultere i en miljøeffekt i et økosystem.

Udvekslinger kan belaste naturen. Enten i form af at ikkefornyelige ressourcer opbruges, eller ved at udvekslingerne optages i et økosystem, hvor de medfører skader på organismerne.



En miljøeffekt er et resultat af en udveksling, som medfører skadelige ændringer i et økosystems biologiske sammensætning eller dets fysiske omgivelser.

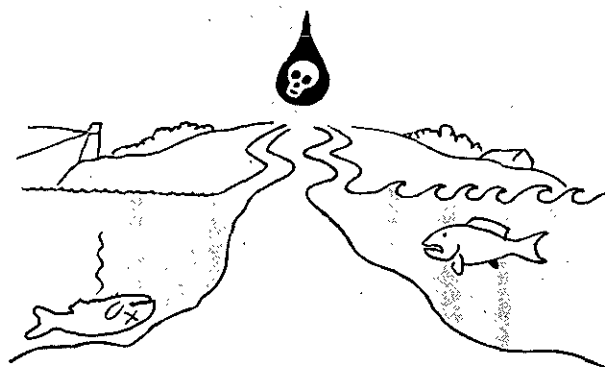
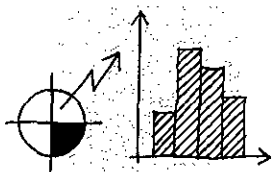
En række principielle sammenhænge mellem udvekslinger og miljøeffekter kan udpeges, og der er udarbejdet modeller, der udtrykker hvilke ændringer i økosystemer der kan optræde som følge af de menneskeskabte udvekslinger. Miljøeffekten af et enkelt stof eller stofblanding beregnes som:

Miljøeffekt = stofmængde x stoffets effektspotentiale x eksponering

Stoffets effektspotentiale er et udtryk for, hvor stærk virkning stoffet har, dvs. dets evne til at udløse en given effekt. Eksponering er graden, hvormed en organisme udsættes for stoffet, og den afhænger af f.eks. eksponeringstid og koncentration.

Udvekslinger kan resultere i miljøeffekter, men det er forbundet med en vis usikkerhed præcist at forudsige, hvilke og hvor kraftige miljøeffekter der vil opstå fra en given udveksling. Det afhænger f.eks. af, hvilket økosystem der udsættes for udvekslingen og af konkrete forhold under selve udledning, som f.eks. opblandingen og dermed koncentrationen af et giftigt stof.

Dels vil udvekslingen under visse forhold resultere i en miljøeffekt i et økosystem, mens udvekslingen under andre forhold evt. kan



Når der udledes giftige stoffer i et vandområde, kan miljøeffekten afhænge af forholdene på udledningsstedet og tidspunktet.

Hvis der er en lille vandmængde i forhold til udledningen, fx ved lavvande og ekstraordinære store udledninger, kan koncentrationen af stofferne være så stor, at den kan give akutte giftvirkninger på fisk.

Hvis den samme mængde spildevand derimod udledes under højvande, og hvis der er stor opblanding af vandet, kan koncentrationen af f.eks. tungmetaller sænkes så meget, at den akutte giftvirkning udebliver.

Figur 11: Den reelle miljøeffekt i et økosystem kan først konstateres, efter udvekslingen har fundet sted.

fortyndes eller nedbrydes til koncentrationer, der ikke udløser en effekt, se figur 11. Dels kan visse udvekslinger forårsage flere miljøeffekter samtidig, mens miljøeffekten af andre udvekslinger afhænger af forholdene under selve udledningen, se side 28.

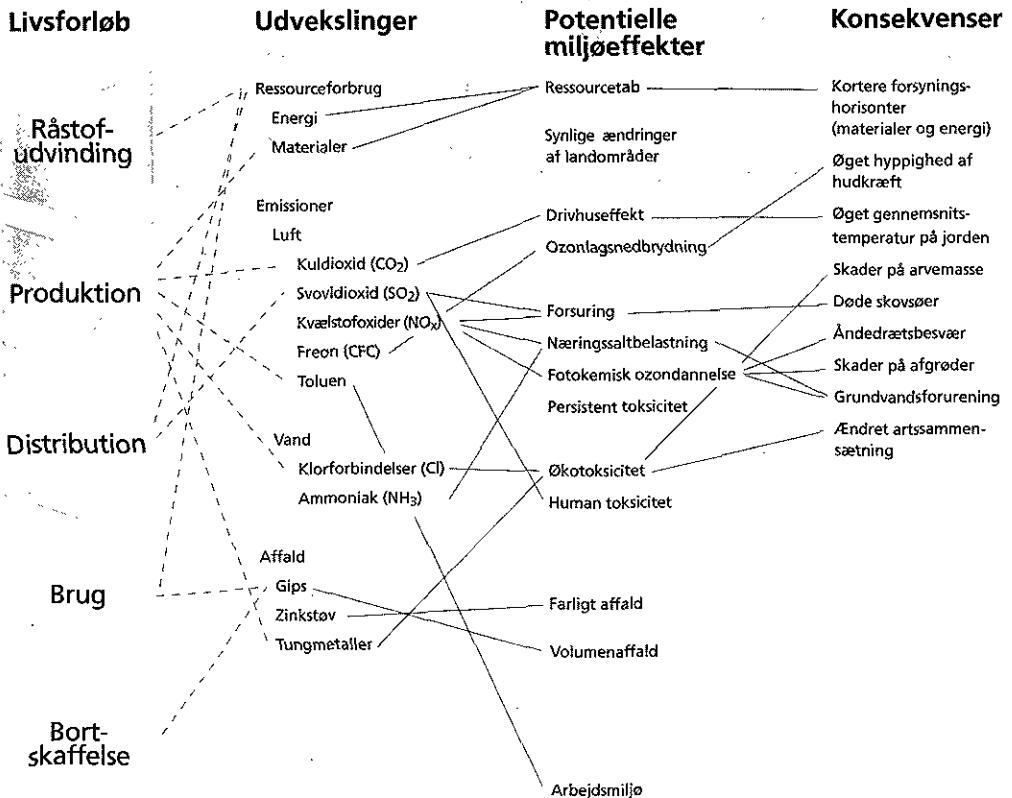
Det betyder, at eksponeringen og dermed den reele miljøeffekt er en ukendt faktor, indtil udvekslingen har fundet sted. Indtil da kendes kun den potentielle miljøeffekt, der opgøres i: miljøeffektpotentialer, potentialer for arbejdsmiljøeffekter og ressourceforbrug, se side 32 og 33.

For et produkt under udvikling kan der kun beregnes effektpotentialer og ikke de reelle miljøeffekter.



Miljøeffekterne fra produktets livsforløb udspænder et mangedimensionelt rum, se figur 12. I konkrete projekter skal det udpeges, hvilke effekttyper projektet skal fokusere på at reducere. Gennem vurdering og afvejning af de uønskede miljøeffekter i forhold til ønskede eller ubetydelige effekter kan produktudvikleren udpege alternative løsninger, der under de givne omstændigheder har de færreste og mest acceptable effektpotentialer.

Figur 12: Der eksisterer komplekse sammenhænge mellem livsforløbets udvekslinger og de synlige konsekvenser.



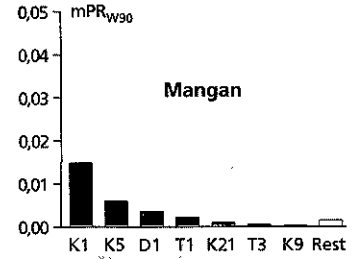
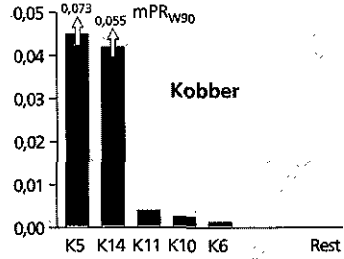
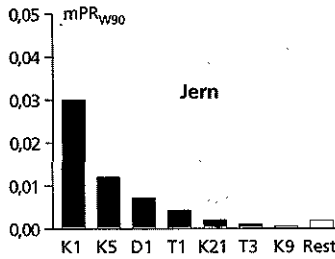
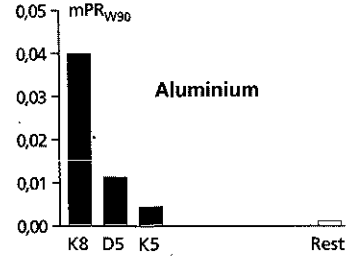
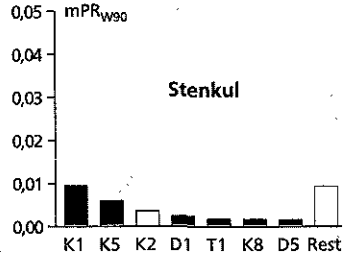
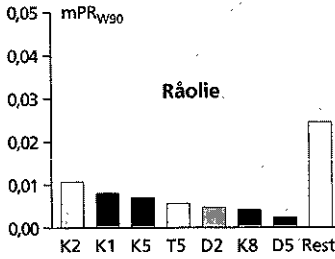
Miljøvurdering af LER200

Gram A/S har gennemført en miljøvurdering for hele livsforløbet af et 200 liters køleskab LER200. Herved opnås indsigt i udvekslinger og effektpotentialer fra køleskabet (Wenzel (red.), 1996). Ydelsen, der er studeret i miljøvurderingen, er et 200 liters volumen afkølet til 5°C ved en omgivelsestemperatur på 25°C i en periode på 13 år. Et udsnit af udvekslingerne ses i nedenstående tabel:

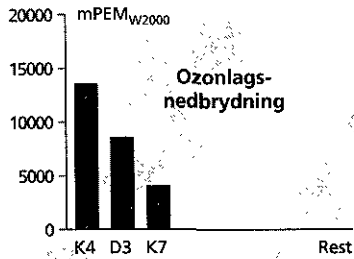
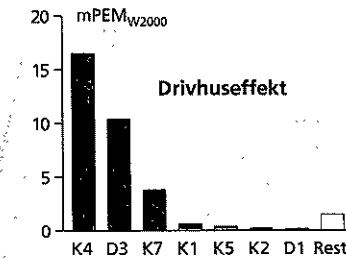
			Materiale- fremstilling	Produktion	Brug	Bort- skaffelse	Transport	I alt
Ressourceforbrug								
Råolie		g	17.000	5.500	13.300	-900	1.600	36.500
Naturgas		g	14.000	900	8.700	-80	90	23.600
Opdæmmet vand til el		liter	12.000	550	12000	-40	-	25000
Aluminium	Al	g	1.900	-	-	-1.430	-	470
Jern	Fe	g	38.500	-500	-	-28.500	-	9.500
Kobber	Cu	g	1.040	-	-	-940	-	100
Calciumcarbonat	CaCO ₃	g	6.600	-	-	-	-	6.600
Natriumchlorid	NaCl	g	970	20	-	-	-	990
Grundvand		liter	2,1	51	-	-	-	53
Materialer og hjælpestoffer, for hvilke ressourceforbruget ikke er opgjort								
Epoxyulver		g	810	-	-	-	-	810
Trichlorflourmethan	CFC11	g	555	-	-	-	-	555
Dichlordiflourmethan	CFC12	g	100	-	-	-	-	100
Luftemissioner								
Kuldioxid	CO ₂	g	168.000	50.300	779.000	-3.400	4.100	998.000
Kulmonoxid	CO	g	840	10	130	-20	60	1.020
Kvælstofoxider	NO _x	g	510	200	2.900	-40	60	3.630
Dinitrogenoxid	N ₂ O	g	6	2	50	0	0	58
Trichlorflourmethan	CFC11	g	-	30	180	320	-	530
Kulbrinter	HC	g	550	260	5.990	0	-	6.800
Flygt. org. kulstofforb.	VOC	g	20	5	15	0	15	55
Dioxin		mg	0,0007	0	-	-	-	0,0007
Epichlorhydrin		mg	5	-	-	-	-	5
Bly	Pb	mg	8	6	30	0	-	44
Kobber	Cu	mg	6	4	60	0	-	70
Mangan	Mn	mg	5.000	-	-	-	-	5.000
Vandige emissioner								
Kemisk iltforbrug	COD	g	40	1	0	0	0	41
Total fosfor	tot-P	g	1	1	-	-	-	2
Kulbrinter		g	3	0	0	0	0	3
Bly	Pb	mg	20	0	-	-	-	20
Chrom	Cr	mg	650	-	-	-	-	650
Kobber	Cu	mg	100	10	-	-	-	110
Nikkel	Ni	mg	690	2	-	-	-	692
Affald								
Chromholdig slæge		g	50	-	-	-	-	50
Polyvinylchlorid	PVC	g	-	20	-	540	-	560
Epoxyulver		g	-	20	-	-	-	20
Polyurethan skum	PUR	g	-	-	-	6.200	-	6.200
Stål		g	-	-	-	8.500	-	8.500
Aluminium		g	-	-	-	440	-	440
Arbejds miljø								
Ensidigt gentaget arbejde		timer	0,001	0,080	0,003	-	0,006	0,091
Høreskadende støj		timer	0,050	0,790	0,427	-	0,009	1,276
Allergifremkaldende stoffer		timer	0,008	0,413	0,071	-	0,007	0,492
Kræftfremkaldende stoffer		timer	0,005	0,052	0,051	-	-	0,108

I nedenstående figurer er ressourceforbrug, effektpotentialer og miljøeffektpotentialer for arbejdsmiljø angivet for udvalgte delsystemer og komponenter. Figurerne indeholder ikke energiforbrug i brugsfasen.

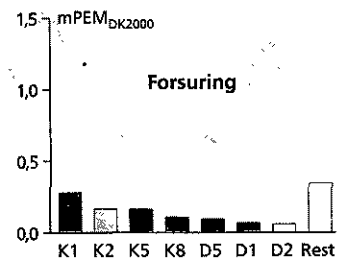
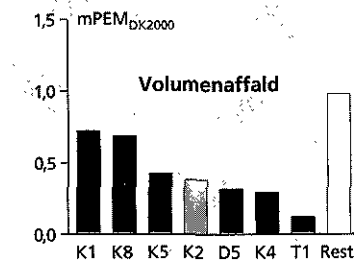
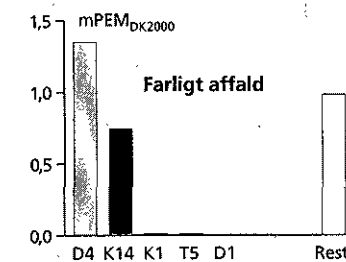
Vægtede ressourceforbrug



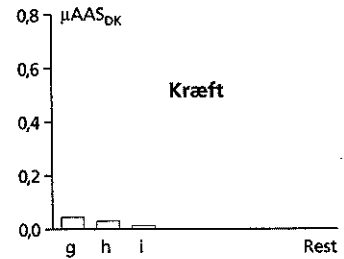
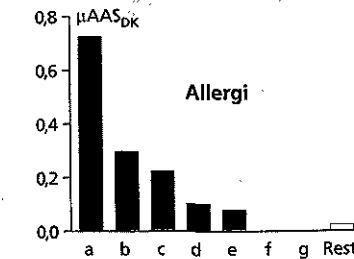
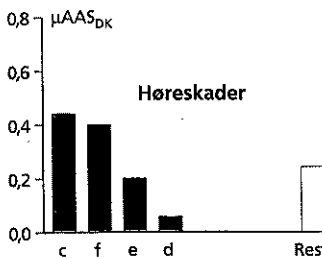
Vægtede miljøeffektpotentialer



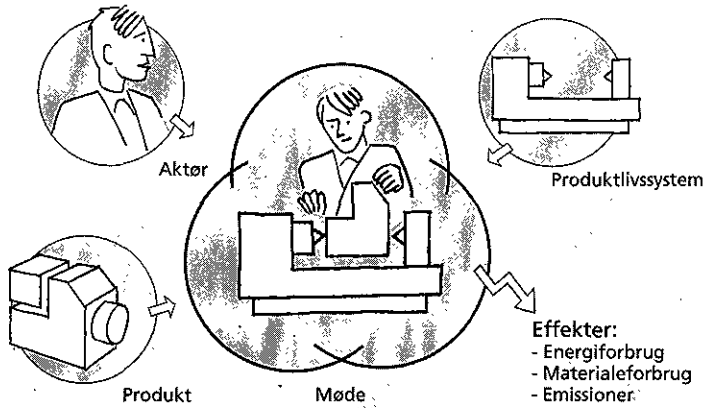
Signaturer:
 ■ CFC-holdig
 □ Plast
 ■ Metal
 □ Rest



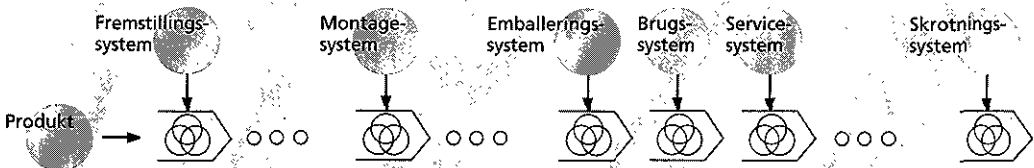
Vægtede potentialer for arbejdsmiljøeffekter



D1: Dørbeklædning • D2: Dørforing • D3: PUR-skum • D4: Tætningsramme • D5: Håndtag • K1: Stålkabinet • K2: Inderboks
 K4: PUR-skum • K5: Kompressor m. udstyr • K7: Kølemedie • K8: Fordamper • K9: Kondensator • K10: Rør for kondensator
 K11: Tørrefilter • K14: Ledningssæt • K21: Bæreskinne • T1: Trådhylder • T3: Trådkurve • T5: Diverse plastbokse



Keldmann, 1995



Figur 13: Produktets miljøeffekter opstår i møderne mellem produktet og produktlivssystemerne.

Produktets møder

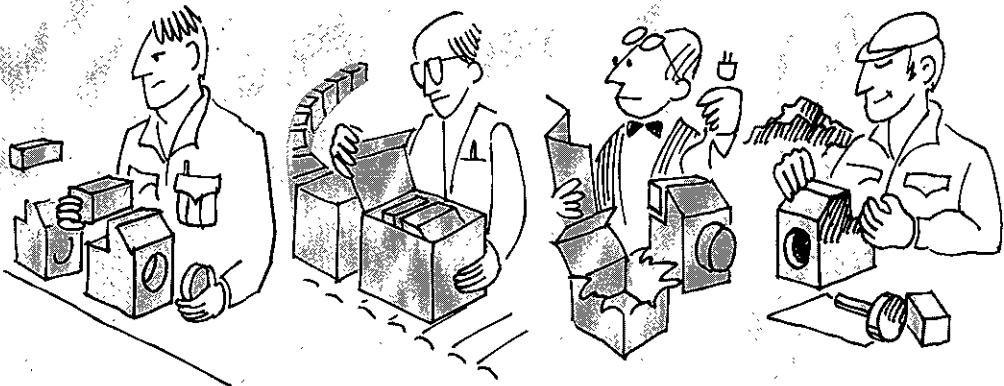
Produktets udvekslinger og miljøeffekter er resultatet af et konkret møde mellem et produkt og et såkaldt produktlivssystem som f.eks. en drejebænk, en montagelinie, en lastbil eller en demontagearbejdsplads, se figur 13. Indtil mødet har fundet sted, opfattes alle miljøeffekter som nævnt som potentielle eller "iboende" i produktet.

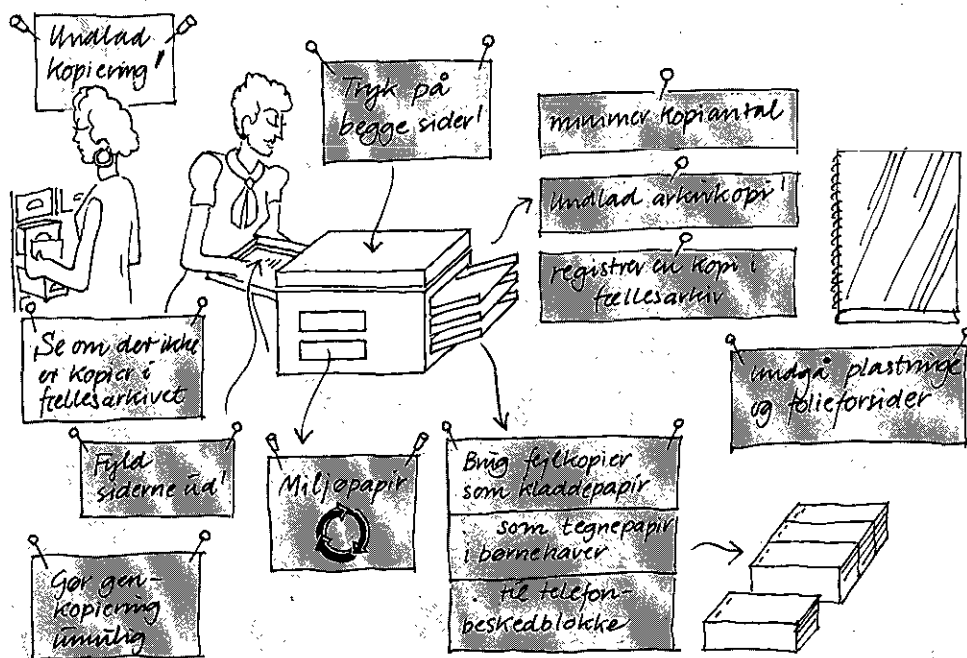


Med et møde forstås den handling, der finder sted, når et produkt, et produktlivssystem og en aktør er i samspil, og der opstår effekter, hvoraf nogle er miljømæssige.

Figur 14: En lang række aktører er i direkte kontakt med produktet i dets livsforløb og har derfor stor indflydelse på miljøforholdene i møderne.

De miljømæssige effekter afhænger ikke kun af den tekniske tilpasning mellem produktet og produktlivssystemet, de afhænger også af mødets aktør, se figur 14. Aktøren er en person, som har en aktiv rolle





Keldmann, 1995

le i et møde, og som dermed direkte påvirker forløbet og resultatet.

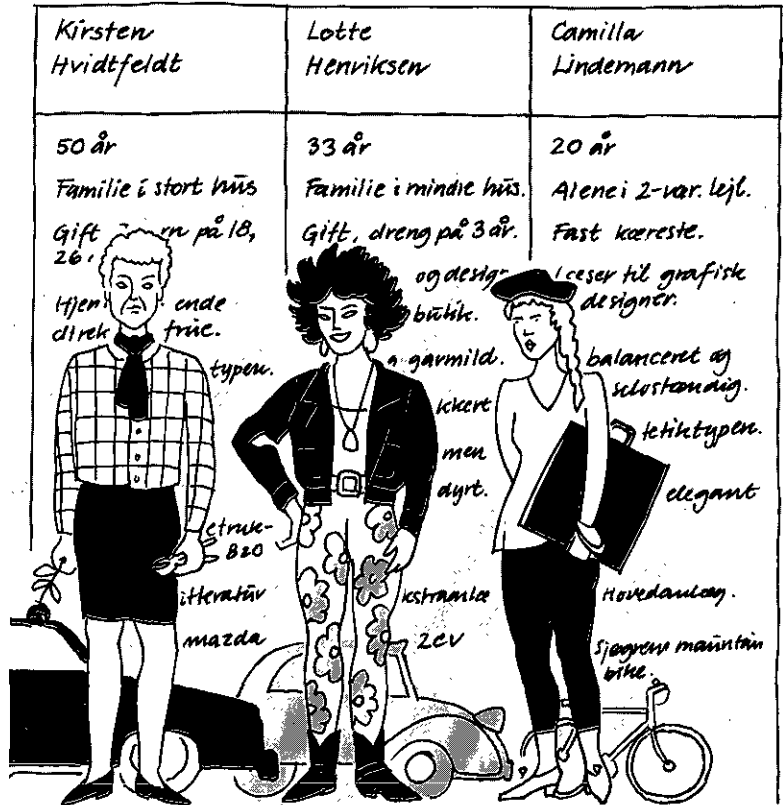
Mødets forløb og udvekslinger påvirkes af aktørens indsigt i mødets tekniske forhold og bl.a. af hans eller hendes miljømæssige forståelse, hensigter, intuition, ansvarlighed og handlinger, se figur 15. Der kan identificeres en række miljømæssige holdninger, når forskellige aktører stilles over for samme situation. Fire grundholdninger til miljøproblemerne synes at være fremherskende:

- Den *idealistiske*: Miljøhensyn betragtes som det vigtigste mål, og dårlig målopfyldelse på andre områder kan accepteres, hvis miljøeffekterne er minimeret.
- Den *pragmatiske*: Miljøhensyn indgår på lige fod med mål som omkostninger, kvalitet og leveringstid, som producenten plejer at tilgodese.
- Den *skeptiske*: Betydningen af miljøproblemerne overdrives, og andre bør leve op til deres miljøansvar samtidig, hvis der skal handles.
- Den *resignerende*: Miljøproblemerne er så store og det enkelte individs indflydelse så lille, at indsats vil være nytteløs.

Figur 15: Aktørens indflydelse på udvekslingerne.

Figur 16: Karakterbeskrivelser brugt i forbindelse med udvikling af et audioproduct.

I produktudviklingen kan man forsøge at danne sig et billede af aktørers og kunders holdninger ved at beskrive karakteren hos markante aktortyper. Ved hjælp af karakterbeskrivelserne kan man "få svar på" aktørernes holdning til spørgsmål vedrørende produktet (Palsbjørn og Nielsen, 1994).



Baggrunden for aktørernes konkrete handlinger i møderne er dog langt mere kompleks, end førnævnte karakteristika af grundholdninger antyder. Aktørernes adfærd påvirkes ikke alene af deres miljømæssige grundholdning, men også af økonomiske, sociale og egoistiske motiver, vaner, holdninger, smag, temperament osv., se figur 16.

Ud over aktørerne, som har aktiv rolle i produktlivsmøderne, er der andre interessenter eller interessegrupper, der kun indirekte er i kontakt med produktet. Ikke desto mindre kan disse interessenter øve stor indflydelse ved at stille miljømæssige krav til produktet og dets livsforløb og ved at påvirke aktørernes handlinger og miljømæssige grundholdninger. Det er f.eks. virksomhedens ledelse, der udstikker retningslinier for, hvilke miljømæssige tiltag der skal iværksættes i produktudviklingen, over for naboer til skrotværker, der kan opleve lugt- og støjgener, eller over for interesseorganisationer, der kræver særlige miljøetiske krav indført.

Der er mange forskellige interessenter og mange forskellige former for miljømæssige forventninger. Det er iøjnefaldende, at ingen af interessenterne påtager sig ansvar for *alle* miljøeffekter eller for *alle* faser eller møder i livsforløbet.

Det betyder, at de miljømæssige forventninger, der kan stilles til produktet og dets livsforløb, må stykkes sammen af forventninger fra alle de interessenter, der i konkrete udviklingsprojekter skal tilgodeses bedst muligt, se figur 17.

Figur 17: Interessenterne har alle deres særlige krav og ønsker til produktet og livsforløbet.



Produktets livsforløb

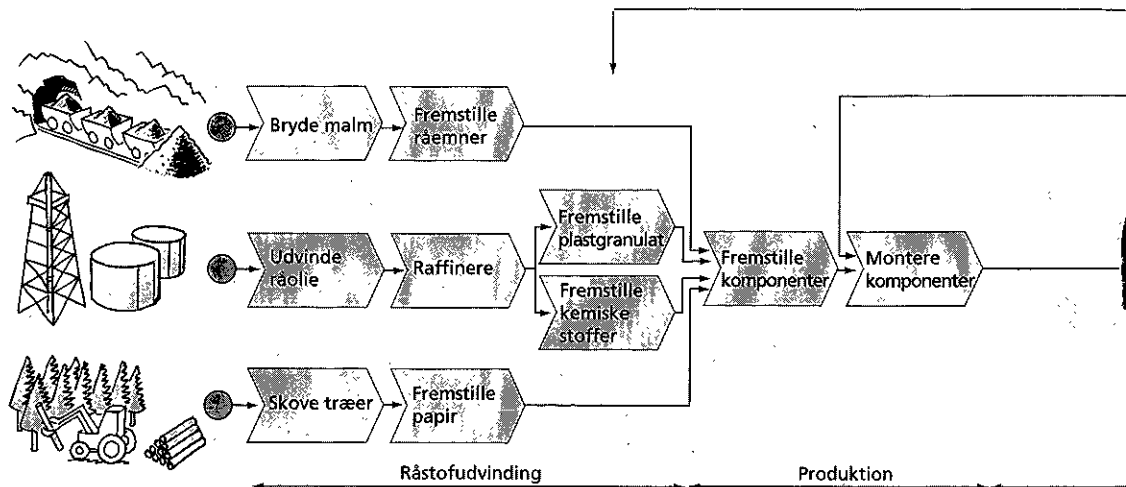
Fastlæggelse af livsforløb med lave miljøeffekter kræver indsigt i materialers udvinding og nedbrydningsprocesser, der ligger før, under og efter produktets produktion og brug, se figur 18. Derfor er produktudvikleren nødt til at kende både produktet og hele dets livsforløb, når potentielle miljøeffekter skal beregnes, se figur 19.

Ved produktets livsforløb forstås følgen af alle møder, dvs. fra udvinding af råstoffer til bortskaffelse.

Produktets livsforløb stykkes sammen af en række møder, og der er ikke to produkter, der følger helt den samme række af møder undervejs i livsforløbet.

Med ruter forstås alternative rækkefølger, typer eller antal møder i produktets livsforløb.

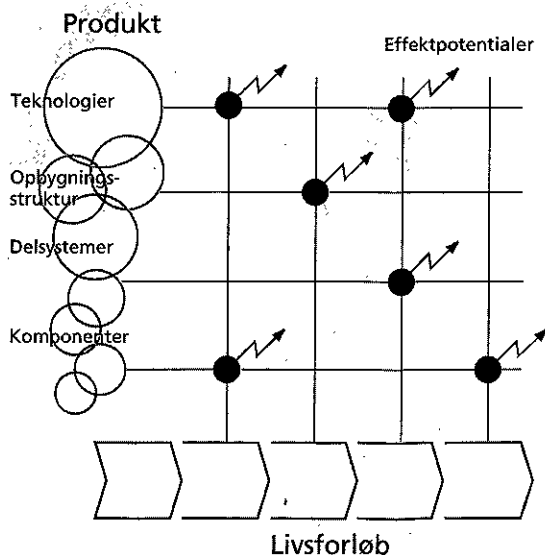




Figur 18: Produktets livsforløb.

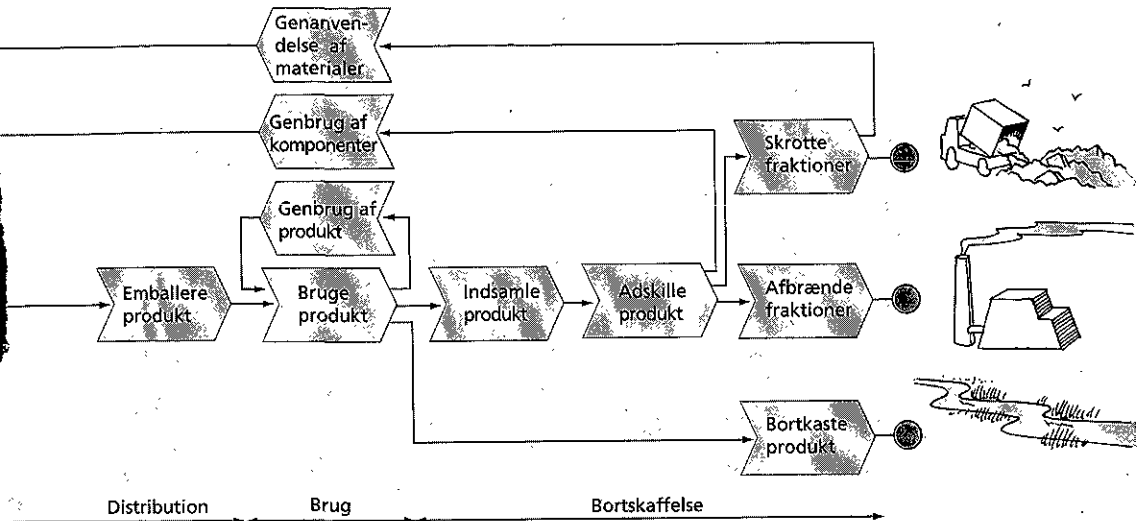
Følges et bestemt produkt fra en virksomhed, registreres ét udfald af et livsforløb. Følges et andet produkt kan det have et andet forløb, selv om produktet er magen til det første. Det ene produkt bliver måske solgt i Tyskland, mens det andet sælges i Danmark. Det ene produkt holder i tolv år, før det skiftes ud med et nyt. Det andet repareres to gange, inden det smides ud efter fem år. Det ene afleveres til elektronikgenvinding, hvor det adskilles, og nogle af materialerne genanvendes, mens resten bortskaffes forsvarligt. Det andet ender som slagge, røg og varmeenergi på et kraftvarmeværk. De to teknisk set ens produkter har fulgt forskellige *ruter* i livsforløbet, se figur 20.

Figur 19: Produktet, livsforløbet og effektpotentialerne.



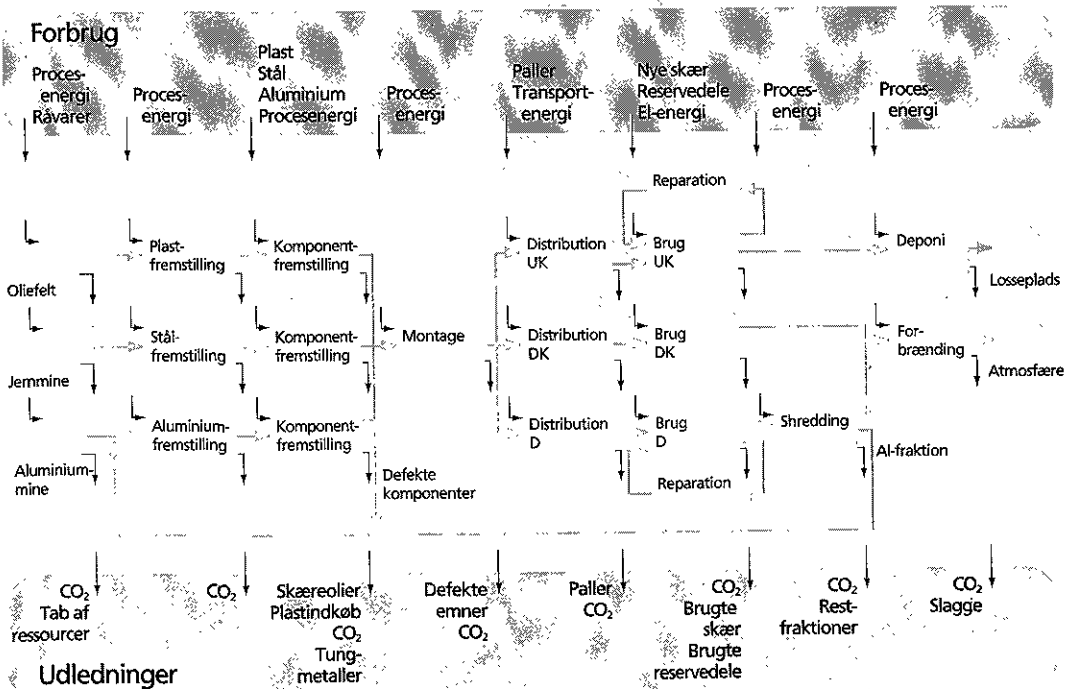
Miljøeffekter opstår i møderne i livsforløbet, der planlægges i udviklingsprojektet. Nogle af effekterne skyldes primært det teknologiske princip og de overordnede konceptvalg, andre effekter skyldes primært den måde, delsystemer er opbygget på, eller hvorledes komponenter er detaljeret.

Når der i produktudviklingsprojekter skal opstilles modeller, der indeholder udvekslinger og effektpotentialer, skal både produktet og dets livsforløb afbildes.



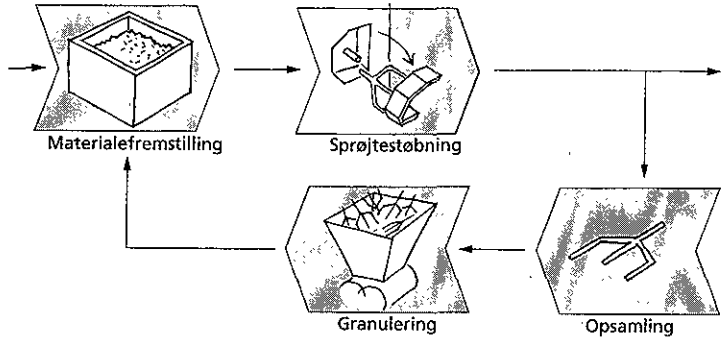
I visse situationer ønsker en virksomhed ikke kun at minimere miljøeffekterne fra livsforløbet af et enkelt produkt, men også miljøeffekterne fra produktivssystemernes livsforløb, se figur 21. Det kan være, hvis der fra interessenternes side er fokus ikke bare på produktet, men også på de produktivssystemer som montage- og transportsystemer, som virksomheden har ansvaret for.

Figur 20: Faser, møder, sandsynligheder, fordelinger og udvekslinger for en barbermaskine skal fastlægges.

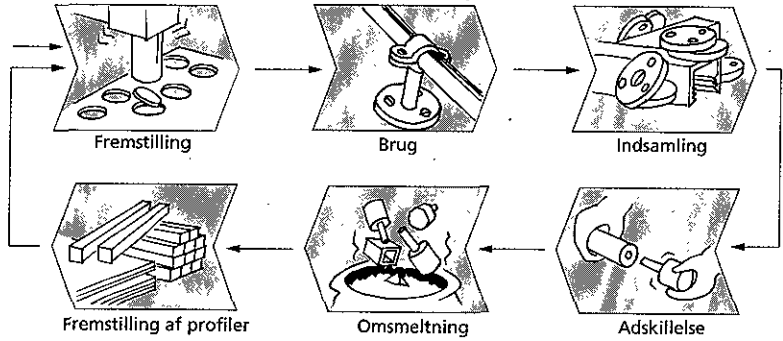
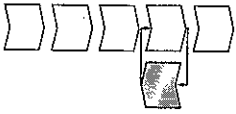


Alternative ruter i produktets livsforløb

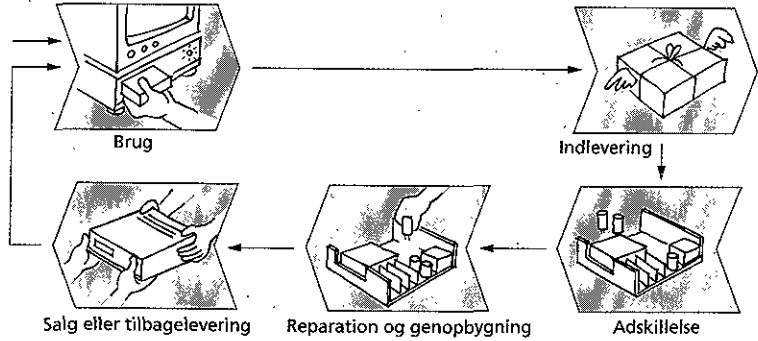
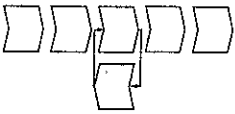
Opsamling og genanvendelse af produktionsaffald



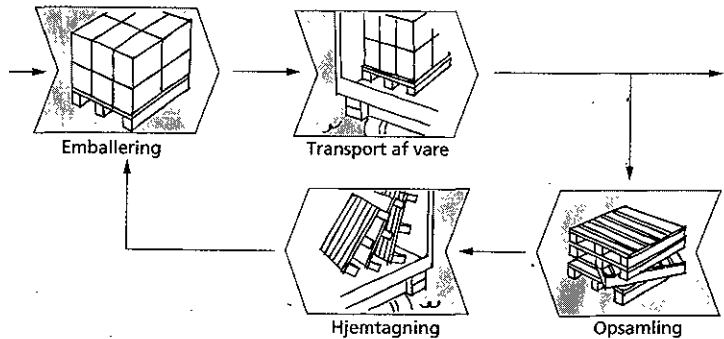
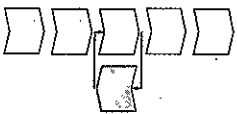
Genanvendelse af materialer

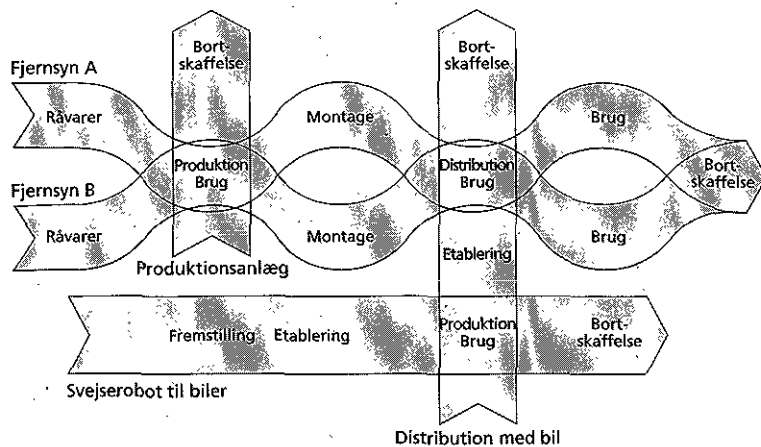


Genbrug af produktet, delsystemer eller komponenter



Genbrug af emballage fra distribution



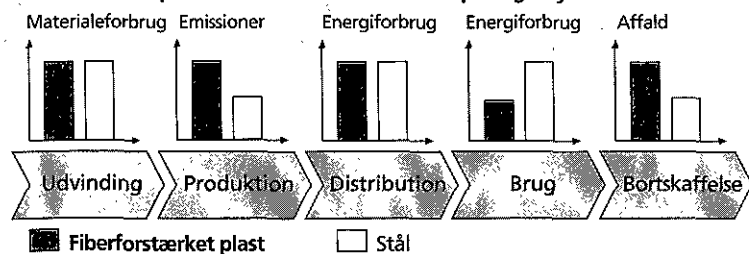


Figur 21: Livsforløb for produktet og for produktlivssystemerne griber ind i hinanden.

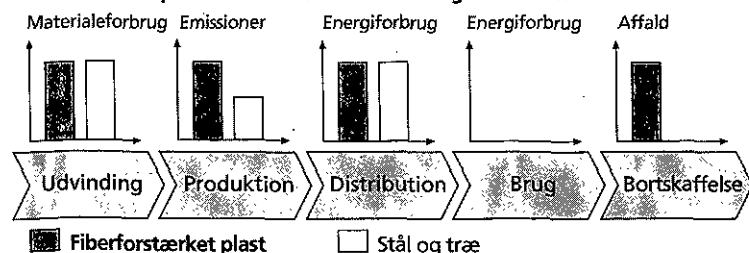
Produktets udformning bestemmer i høj grad, hvilken rute produktet følger gennem livsforløbet. Produktet kan udformes, så det følger et traditionelt forløb fra produktion til bortskaffelsen, hvor det deponeres på en losseplads eller afbrændes. Det kan også udformes, så ruten indeholder gavnlige sløjfer. Det kan enten være genbrug, hvor produktet, delsystemer eller komponenter indgår i nye produkter. Eller det kan være genanvendelse, hvor materialer eller stoffer indgår som råmateriale i nye produkter, se eksempler på side 40.

Det er ikke de indgående materialer, der bestemmer produktets livsforløb, men derimod hvilken art af produkter de indgår i, og hvordan materialerne anvendes, se figur 22. Derfor tilskrives materialer i sig selv således ikke miljøegenskaber. Produktet derimod kan tillægges miljøegenskaber, når man samtidig forudsætter et møde eller et livsforløb. Produktudvikleren kan derfor kun benytte sig af "materialehitlister", der er formuleret af virksomheden i forhold til specifikke produkttyper, hvor livsforløbet er kendt.

Fiberforstærket plast anvendt i stedet for stål til passagerfly



Fiberforstærket plast anvendt i stedet for stål og træ til ketchere

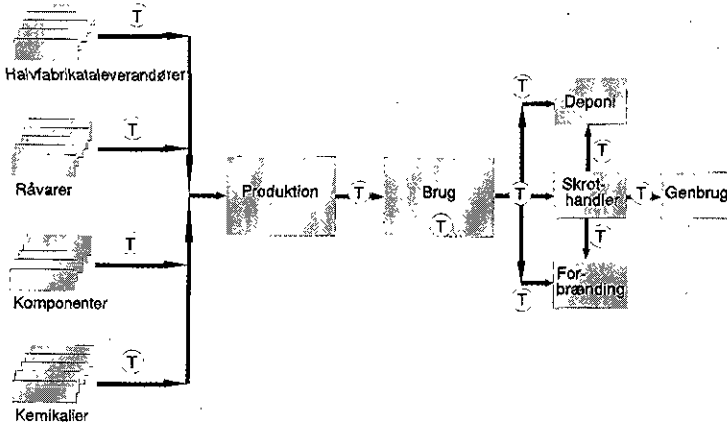


Figur 22: Kompositters miljøeffekter afhænger af funktion og livsforløb af det produkt, som det anvendes i.

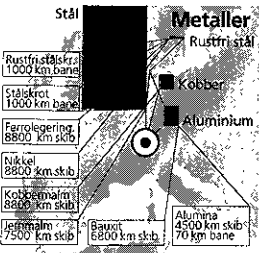
Undersøgelse og modellering af livsforløb

Gram A/S har for at kunne gennemføre en miljøvurdering af køleskabet LER200 undersøgt og modelleret livsforløbet for køleskabet.

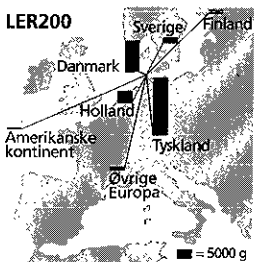
Da miljøvurderingen skulle være en total analyse af alle effektpotentialer i hele livsforløbet, dækker modellen alle faser fra udvinding af råstoffer til bortskaffelse.



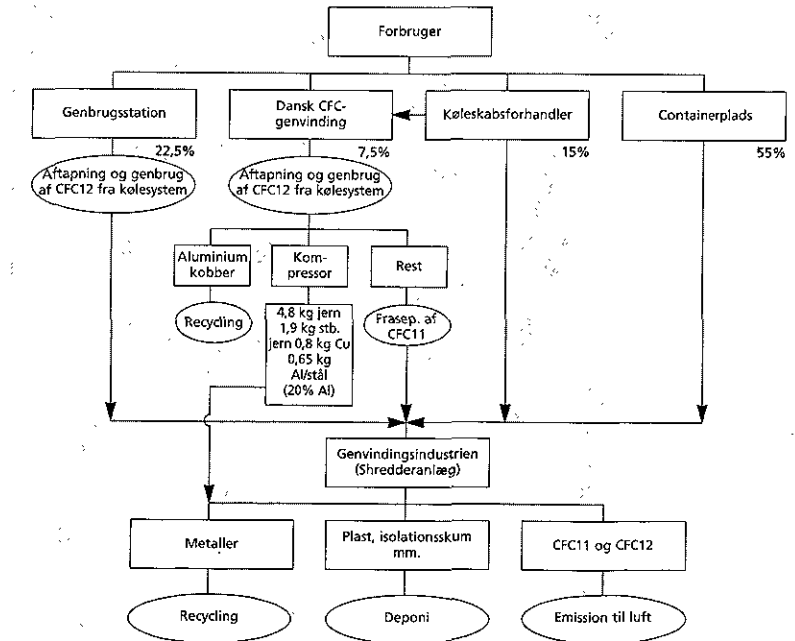
Bag hver af de modellerede faser ligger der undersøgelser og konkrete målinger af udvekslinger fra processerne, feks.:



Er råstoffernes oprindelse undersøgt?



Danner afsætningen baggrund for energiscenarier og brugsmønstre?



Er konkrete fordelinger i bortskaffelsen baseret på besøg og studier af skrotmarkedet i Danmark?

Ved at anlægge en helhedsbetragtning på produktets tekniske livsforløb og de betingelser, der er for dets afvikling, kan produktudvikleren ikke alene minimere miljøeffekterne men også placere udvekslinger i den fase i livsforløbet, hvor de gør mindst skade eller er mest kontrollerbare. Det kendes fra katalysatorer på biler eller isolering af køleskabe, hvor minimeringen af miljøeffekten i brugsfasen kræver øget materialeforbrug i produktion samt bortskaffelse af flere materialer.

Livsforløbets sandsynlighed

De færreste produkter gennemløber et planlagt livsforløb fuldt ud. Produkter udvikles med et eller flere alternative livsforløb for øje, men om produktet følger et af de tiltænkte forløb, afhænger af en række forhold omkring produktet.

For et enkelt produkt kan man tale om sandsynligheden for, at det optræder i det ene eller det andet forløb. For en mængde af det samme produkt kan man tale om, at de enkelte produkter vil fordele sig på forskellige livsforløb.

Set i virksomhedssammenhænge skal miljøeffekterne opgøres som en summering af alle de faktisk forekommende miljøeffekter fra alle eksemplarer af produktet i deres forskellige livsforløb. Et produkt, hvor hovedparten af eksemplarerne gennemløber de tilsigtede livsforløb med lave miljøeffekter, kan skæmmes af et fåtal af eksemplarer, der får et utilsigtet livsforløb med meget høje miljøeffekter.

Derfor må produktudvikleren forstå og øge sandsynligheden for, at det eller de ønskede og attraktive livsforløb finder sted. Dels gør det afviklingen af miljøeffekterne mere forudsigelig, dels reduceres den samlede miljøeffekt fra alle produkt eksemp larerne.

Samfundet kan, efter salget er igangsat eller produktet er erstattet af nyt, påvirke sandsynligheden for, at det livsforløb, der i sin tid var planlagt, finder sted. Det sker f.eks. gennem:

- Lovgivning, der forbyder visse møder. Det forhindrer ikke møderne, men sænker sandsynligheden.
- Holdningspåvirkning gennem kampagner o. l., der kan motivere for visse ruter frem for andre, f.eks. genbrug eller at slukke for apparater, der ikke er i brug.

Produktudvikleren og virksomheden kan øge sandsynligheden for, at givne møder vil finde sted, bl.a. gennem at:

- Give produktet kvaliteter og egenskaber i møderne, der er lette at få øje på for aktøren, f.eks. at køberen tydeligt oplever produktets lave energiforbrug under drift, eller at elektronikgenvindere let finder de attraktive materialer.
- Sørge for, at produktet skal blive behandlet som alle andre lignende produkter, f.eks. ved at bruge emballage, der kan indgå i etablerede returordninger.
- Virksomheden selv påtager sig ansvarligheden for en eller flere ruter, f.eks. ved at tilbyde retur- eller opgraderingsordninger for udtjente produkter.

Ofte vil det være nødvendigt at planlægge flere mulige livsforløb, se side 42, og optimere det nye produkt i forhold til alle disse, hvoraf nogle måske end ikke eksisterer i dag.

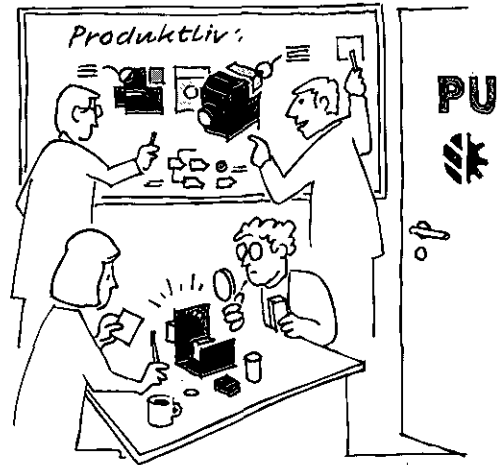
4. Rammerne for miljøindsats i produktudviklingen

Hvad er produktudviklingens rolle i virksomhedens miljøindsats ?

Hvordan indvirker miljøforhold på forretnings-skabelsen ?

Hvordan skaber man et miljøorienteret udviklingsforløb ?

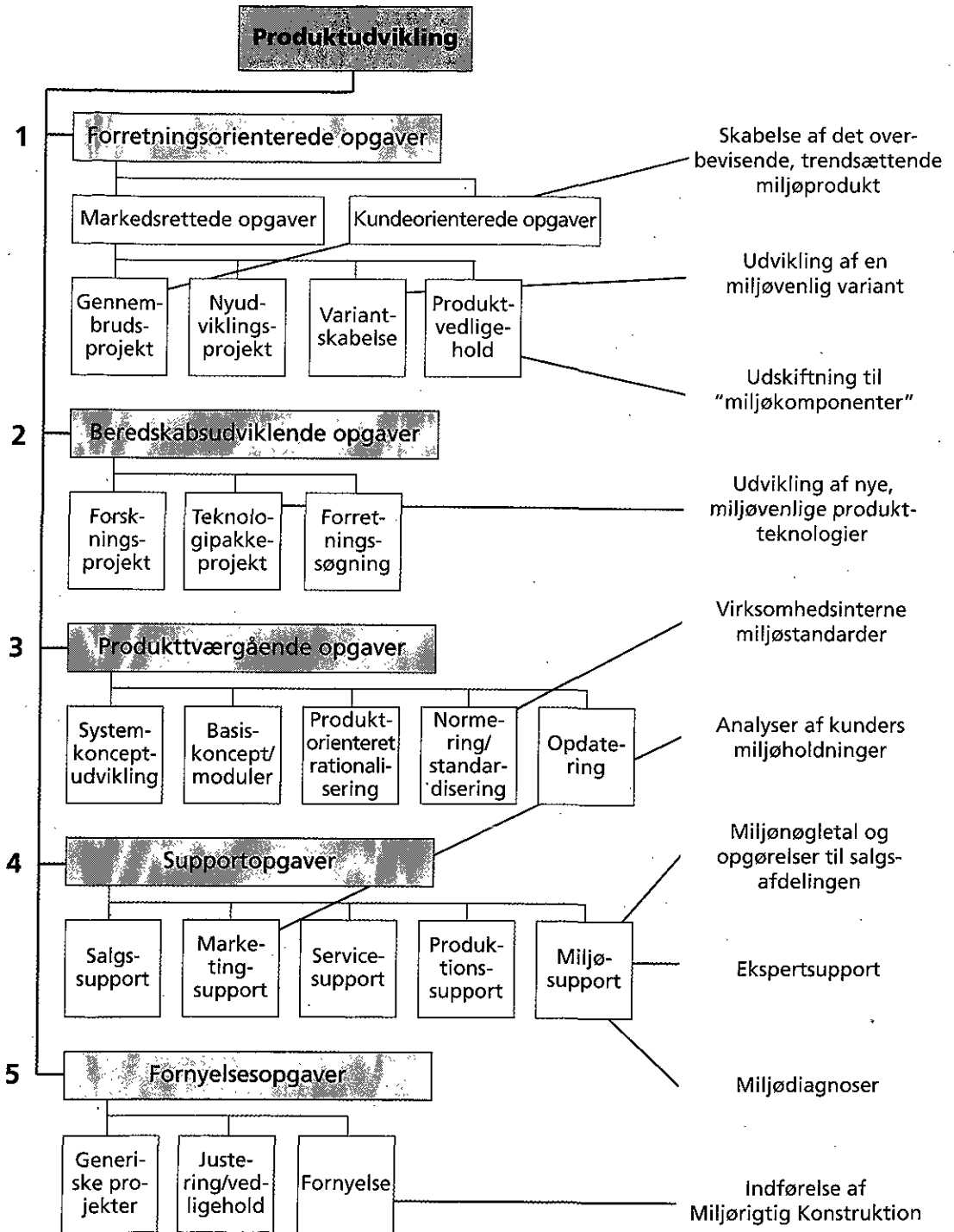
Hvordan skaber man et miljøvenligt produkt ?

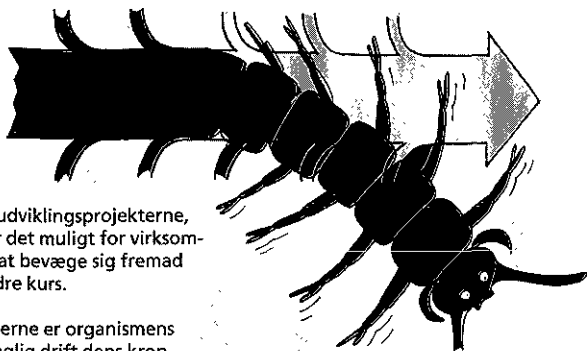


Miljørigtig Konstruktion som element i produktudviklingen

Virksomhedens situation er bestemt af, hvilke produkter den kan udbyde. Om de er konkurrencedygtige, miljømæssigt attraktive, og om de kan produceres med omkostninger, der giver virksomheden et godt dækningsbidrag. Virksomhedens opgave er at forme de nye produkter gennem udviklingsprojekterne, så virksomhedens situation til stadighed forbedres, også i den miljømæssige dimension. Virksomheden er som et tusindben, hvor produktudviklingsprojekterne bestemmer fremdrift og kurs, se figur 23.

Eksempler på miljø som element i udviklingsopgaven





Det er udviklingsprojekterne, der gør det muligt for virksomheden at bevæge sig fremad og ændre kurs.

Projekterne er organismens ben, daglig drift dens krop.

Figur 23: Alle de strømme, der tilsammen udgør den daglige drift, disponeres i udviklingsprojekterne.

Nye produkter skabes ved gennemførelse af udviklingsprojekter, men der er mange aktiviteter knyttet til produktudvikling, som ikke har et nyt produkt som umiddelbart mål og resultat. Der kan være tale om beredskabsopbyggende aktiviteter, supportopgaver eller produkttværgående opgaver. Summen af de opgaver, der skal til for at sikre virksomhedens produktfornyelse, kaldes Udviklingsopgaven, (Andreasen et al., 1988), se side 46. Den er i øvrigt en parallel til den Produktionsopgave, som produktionsområdet i mange år har brugt som begreb.

Det er en udbredt erfaring fra produktionsområdet, at det kræver en bevidst fornyelsesindsats at skabe de spring i produktionssystemets ydeevne, som er forudsætning for at fastholde konkurrencekraften. Denne bevidste fornyelsesindsats er i mange virksomheder udeblevet i produktudviklingsområdet; måske negligeres den, fordi produktudviklingen i sig selv synes at være så udviklingsorienteret. Når udfordringen er, at der skal indføres miljøtænkning og Miljørigtig Konstruktion i virksomheden, bliver fornyelsesdimensionen imidlertid tydelig: Her er behov for en bevidst, planlagt og målbar ændring af udviklingsfunktionens udviklingsevne.

Indførelse af Miljørigtig Konstruktion skal håndteres som fornyelse af udviklingsfunktionen.



I nogle virksomheder skal Miljørigtig Konstruktion integreres i et i forvejen vel tilrettelagt udviklingsmønster byggende på erfarne medarbejdere, arbejds- og værdinormer, værktøjer, fremgangsmåder og procedurer. For andre virksomheder vil Miljørigtig Konstruktion være det første møde med en struktureret fremgangsmåde og dermed måske blive anledningen til at få hold på produktudviklingen og få gjort den stybar. Det mønster for Miljørigtig Konstruktion, der beskrives i denne bog, bygger på et grundmønster for produktudvikling, hvori samtlige de hensyn, der styrer forretningskabelsen, kan rummes. Og erfaringerne siger: Når man får hold på ét sæt af udviklingsmetoder, så bliver det endnu lettere at få hold på de næste.

Små virksomheder, hvor der ikke allerede findes, eller som ikke har behov for en formaliseret organisering af produktudviklingen, bør ikke tage den udfordring, der ligger i Miljørigtig Konstruktion som anledning til *formalisering* af udviklingsaktiviteterne. Kvaliteten ligger ikke i de systemer, der kan sættes op, og som er nødvendige og hensigtsmæssige i større virksomheder, men i den færdighed til at skabe miljøvenlige produkter, der ligger hos virksomhedens udviklingsfolk.

Miljøforholds indflydelse på forretningskabelsen



Hvordan bidrager miljøforhold til forretningskabelse i virksomheden? Mange virksomheder har oplevet den negative side af den skærpede miljøbevidsthed: omkostningstunge analyser, udgifter til procesomlægning, forstyrrelser i produktionen, restriktioner på brug af råmaterialer, nedgang i afsætning og pres for tilbagetagning. Vilkårene ændrer sig gennem en skærpelse af miljøelementet i lovgivningen, skarpere kundereaktioner og hårdere konkurrencesituation.

Virksomheder, der har taget disse udfordringer op, har imidlertid også gjort positive erfaringer. Der er gevinster, der rækker ud over de defensive mål at imødekomme lovgivningen og at bevare en usvækket position. Mange virksomheder har opnået en skærpelse af konkurrenceevnen gennem en forståelse af kundernes miljøsyn og indbygning af dette som en del af kundens oplevelse af produktets kvalitet.

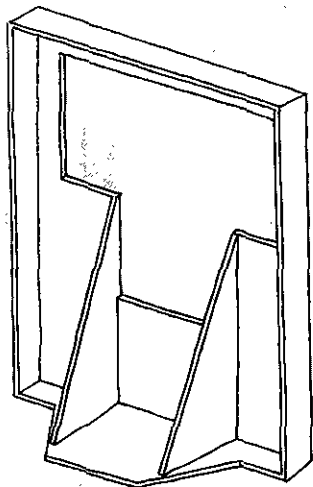
Herudover er der eksempler på reduktion af faste eller variable omkostninger gennem materiale- eller procesmæssigt fordelagtige løsninger eller reduktion af gennemløbstider i montagen gennem forbedringer af arbejdsmiljøet. Disse effekter er i større eller mindre grad spin-off-effekter af en egentlig miljøorienteret indsats, se figur 24.

Virksomhedernes karakter og ydre vilkår er forskellige; af den grund vil der være forskel på, hvor meget den enkelte virksomhed skal og bør sætte ind på miljøarbejdet. Derudover vil en indsats på miljøområdet være præget af virksomhedens evne til at skue frem og dens tilbøjelighed til at satse, se figur 25. Derfor vil forskellige virksomheder vælge forskellige niveauer for satsningen på miljø:

Figur 24: Virksomheden Bang & Olufsen A/S ændrer chassis i et TV af hensyn til miljøeffekterne og opnår som ekstra gevinst reducerede omkostninger.

Bang & Olufsen A/S har gennem miljøvurderinger fået indsigt i problemer omkring genanvendelse af højglanslakerede plastemner. Lakken forringer plastens egenskaber i en sådan grad, at den kun kan anvendes i regranuleret form til lavspecificerede komponenter.

Derfor satte de sig for at finde et miljømæssigt bedre alternativ til de lakerede plastchassis. Ud over det miljømæssige aspekt var der også opmærksomhed på omkostninger, montagelethed, mulighed for at anvende løsninger fra tidligere fjernsynsgenerationer, tidsforbrug for realisering og demonteringslethed.



De tre alternative materialevalg, der blev undersøgt var:

- Træfibermateriale af træfibre, lim og andre tilsætningsstoffer
- Metal
- Plast

Træfibermaterialet til fjernsynets chassis blev valgt. Dette valg gav sammenlignet med de øvrige alternativer:

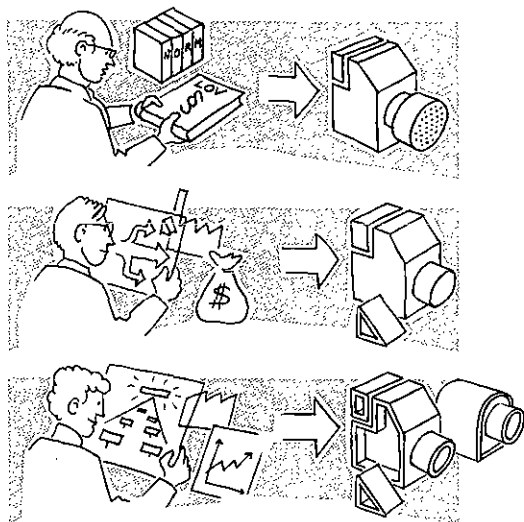
- Minimal demontage ved bortskaffelse
- Laveste kostpris
- Få initialomkostninger
- Flot overfladekvalitet
- Underleverandør tæt ved fabrikken
- Stor fleksibilitet mht. emneændringer ved træfræsning
- Den valgte løsning kan anvendes for andre skærmstørrelser

Miljømæssigt bruges der færrest ressourcer, og der gives mindst bidrag til alle typer af effektpotentialer.

Den reaktive virksomhed ændrer intet og gør ingen tiltag, uden at omgivelser eller omstændigheder tvinger den.

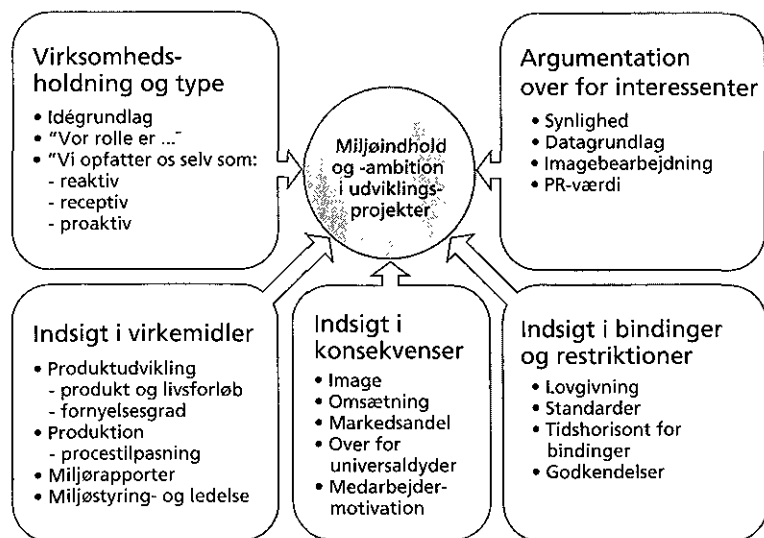
Den receptive virksomhed er modtagelig for signaler fra omgivelserne. Den er opmærksom på forhold, der kan blive afgørende for virksomhedens trivsel og prøver at reagere, før der optræder tvang.

Den proaktive virksomhed bruger ændringer i miljøforhold og miljøtænkning til at initiere fornyelse og styrke positionen. Presser eventuelt selv på for at sætte ny standard.

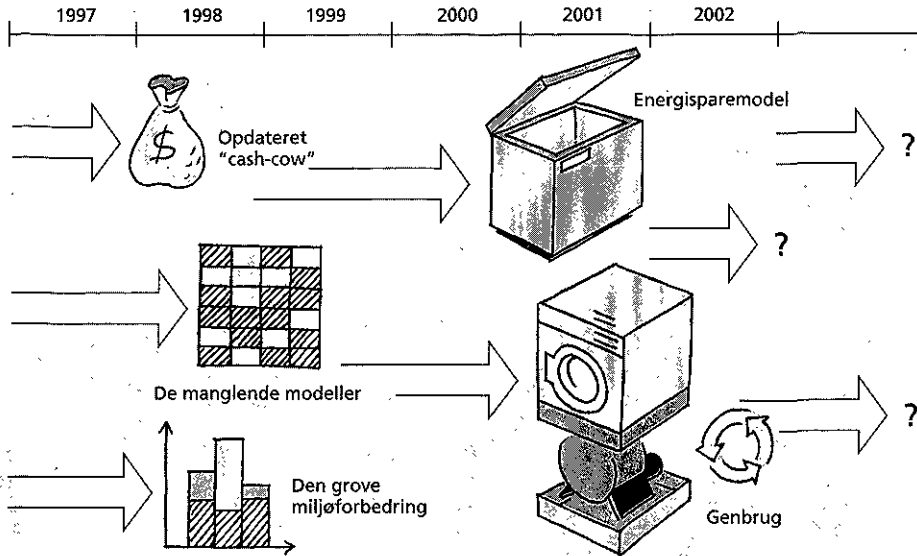


Produktudviklingsprojekterne bestemmer virksomhedens fremdrift og kurs; derfor er mønstret af igangværende og planlagte udviklingsprojekter et godt billede af virksomhedens fremtid. Et billede der af en udenforstående kun kan tolkes rigtigt, hvis man har en realistisk og nuanceret opfattelse af de omgivelser (marked, konkurrence, samfund, "miljø", osv.), som virksomheden kommer til at agere i.

Under meget stabile forhold, hvor omgivelserne forandrer sig roligt og forudsigeligt, kan produktplanen i en virksomhed svinde ind. Den findes måske slet ikke: "Det giver jo sig selv, at vi må forny os, når der er brug for det". Eller den begrænser sig til en liste med produktnavne og lanceringsdatoer, som "nogen" har i skuffen. Her er det altså både planelementet - viljen og evnen til at forudsige virksomhedens produktbehov - og fornyelseselementet - hvor mange nye produkter med hvor meget nyt i - der er nedprioriteret.



Figur 25: Faktorer i virksomhedens satsning.



Figur 26: Virksomhedens produktplan.

De fleste virksomheder lever dog under vilkår, der nødvendiggør en struktureret produktplan: en plan der ud over produktnavne og lanceringsdatoer medtager de kendetegn ved produktet, der har betydning for forretningsskabelsen og for opfyldelsen af virksomhedens målsætninger, se figur 26.



Når miljøhensyn er vigtige og nye for virksomheden, skal det kunne aflæses i produktplanen, hvad de miljømæssige kendetegn eller forbedringer i de planlagte produkter er.

Udviklingsprojekternes tilrettelæggelse

Der er behov for fremgangsmåder, når det erkendes, at miljøhensyn er centrale for virksomheden, og at de kræver udnyttelse af nye teknologiske muligheder. Fremgangsmåderne skal tillade, at de kompetenceområder, der er nødvendige for løsning af disse opgaver, inddrages i udviklingsprojektet. En sådan fremgangsmåde må bygge på integration af kompetenceområder i virksomheden (Hein og Andreassen, 1985). Udviklingsprocessen bliver derved væsentligt mere kompleks og stiller større krav til medarbejderne. Men erfaringerne fra virksomheder, som gennemfører integrerede produktudviklingsprojekter viser, at dette er en hensigtsmæssig måde at udføre produktudvikling på.



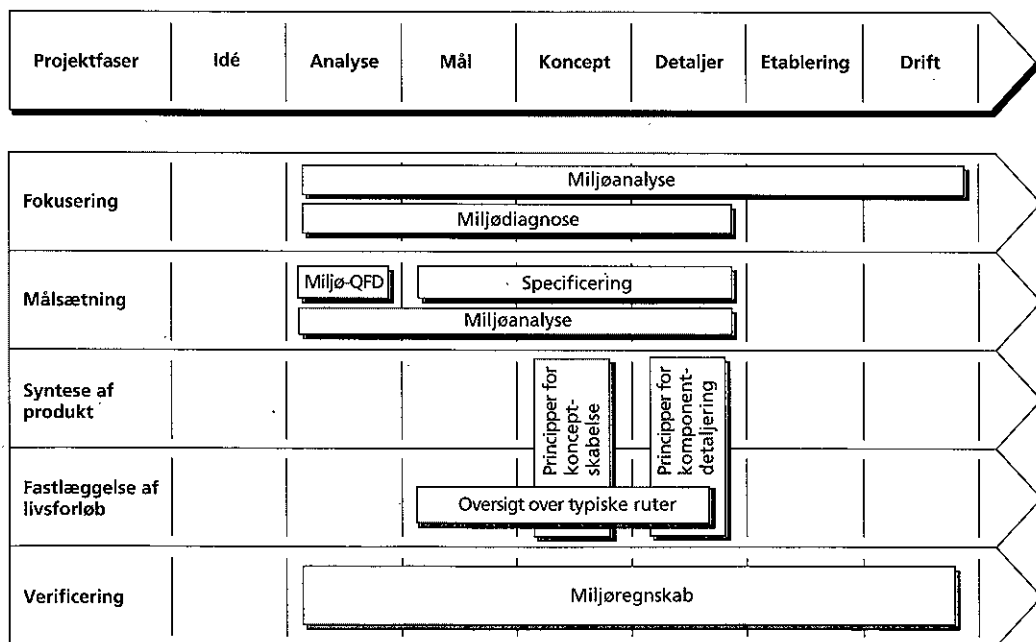
Projektgruppen kan kun inddrage miljøovervejelser på en hensigtsmæssig måde i produktudviklingen, hvis projektgruppen besidder en generel miljøforståelse og evne til at håndtere miljørigtig konstruktion.

Et produktudviklingsprojekt tilrettelægges og gennemføres af en projektgruppe omkring en projektleder. Projektlederen står med resultatansvaret i projektet og skal derfor forstå, hvordan miljøhensyn påvirker forretningsskabelsen. Projektgruppens sammensætning skal repræsentere de kompetencer, der er nødvendige for udviklingsprojektets gennemførelse. Herudover inddrages specialister ad hoc inden for særlige kompetenceområder som f.eks. miljøområdet.

Et miljøorienteret udviklingsforløb

Forløbet af et udviklingsprojekt og herunder de enkelte faser i udviklingsprojektet indeholder det samme sæt af afklaringer og beslutninger, som går igen fra fase til fase. De fem discipliner er: Fokusering af indsats, målsætning, syntese af produkt, fastlæggelse af livsforløb og til sidst verifikation, se figur 27.

Produktudvikleren råder for hver disciplin over forskellige værktøjer. Nogle af disse er for miljøområdet vist i nedenstående oversigt.

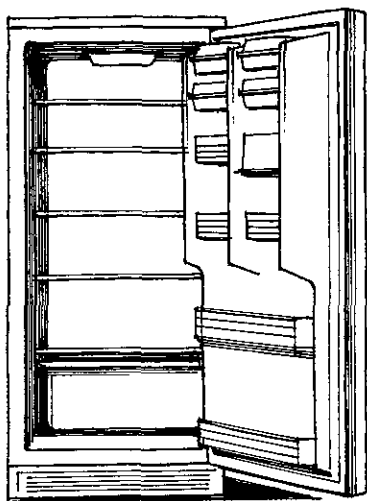


Det betyder, at det i hver fase skal overvejes og besluttes, hvor i denne fase miljøindsatsen skal sættes ind, og hvilke justeringer eller nye detaljer der skal tilføres målsætningen i denne fase. Herefter skal der skabes løsninger for produktet svarende til det niveau, der i den aktuelle fase arbejdes på, og det skal fastlægges, hvordan livsforløbet bliver som konsekvens heraf. Endelig skal det verificeres, at løsningerne har de ønskede miljømæssige konsekvenser set i relation til målsætningen. I det følgende gennemgås de fem discipliner.

Figur 27: Det samlede omfang af miljøovervejelser strækker sig som disciplinorienterede bånd igennem udviklingsprocessen.

Miljørigtig Konstruktion på konceptniveau

Ønsker man drastiske forbedringer af miljøeffekten i et konkret produkt, vil man oftest være nødt til at gennemføre tilsvarende radikale ændringer af de koncepter, som produktet er baseret på. Konceptudvikling kan lede til teknologispring i produktet selv og/eller i dets fremstillingsmetoder, som når man f.eks. går fra almindelige print til tykfilm i elektronikfremstilling. Produktkonceptudvikling kan også bestå i, at der skabes nye koncepter for dets brug, service, bortskaffelse m.v., uden at det nødvendigvis behøver at medføre store, synlige ændringer i produktet. F.eks. kan man ved relativt simple tiltag i elektronikudviklingen indføre et nyt servicekoncept, hvor en servicetekniker kan diagnosticere og justere elektronikapparater via telefon og på den måde spare miljøbelastende servicebesøg.

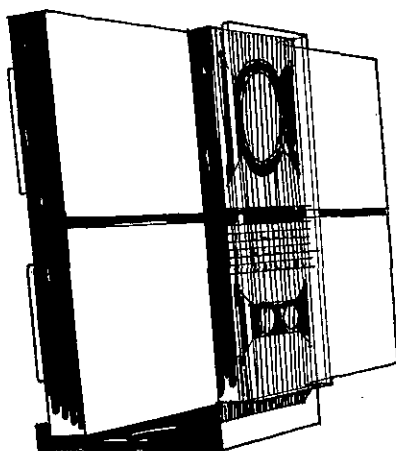


Køleskab fra Gram A/S

Mindre elforbrug ved forbedret styre- og kompressorteknologi

I udviklingen af den nye generation af lavenergikøleskabe valgte Gram A/S at gå over til en kompressortype med semihæretisk indsprøjtning af kølemiddel og en motor med bedre nyttevirkning. Sammen med en optimering af fordampere reducerer dette energiforbruget 10-15%.

Gram A/S har desuden udviklet en elektronisk styring af kompressoren til erstatning af den traditionelle relæstyring. Hermed kan der spares 5-10% i energiforbrug.



Beosound Century fra Bang & Olufsen A/S

Energibesparende effektforstærkere

Bang & Olufsen A/S har til deres Beosound Century udviklet et nyt forstærkerkoncept, klasse-G forstærkeren. I klasse-G forstærkeren tilpasses forsyningsspændingen det aktuelle udgangsniveau, mens den almindelige klasse-AB forstærker er konstant. Klasse-G forstærkeren bruger væsentligt mindre effekt end de traditionelle klasse-AB forstærkere, ved almindelig brug.

Fokusering: Vælg indsats

Inden løsningsalternativer opsøges og udvælges, skal der fokuseres på de opgaver, der skal løses i udviklingsprojektet. For ethvert produkt kan der udpeges mange mere eller mindre alvorlige miljøeffekter, der bør reduceres. Under en fokusering udpeges de, der skal være genstand for en forbedring, og på hvilken måde den skal opnås, dvs. hvilke delsystemer, komponenter eller teknologivalg der revideres.

Et produkts effektpotentialer kan ikke vurderes absolut bortset fra den del, der handler om at overholde lovgivning eller vedtagne normer. Dette giver et væsentligt optimeringsproblem ved udviklingen af nye produkter og ved udpegning af fokus.

Eksisterer der derimod en reference i form af et allerede eksisterende produkt (virksomhedens eget eller konkurrentens), kan man vha. miljøvurderinger skaffe sig overblik over, hvilke muligheder der er for at ændre produktet, så dets miljøeffekter reduceres eller omlægges hensigtsmæssigt. Ud fra denne kortlægning kan man identificere de kritiske effektpotentialer:

Tilsvarende kan produktet gennemgås konstruktivt for at kortlægge hvor, og med hvilken indsats, produktet kan ændres med positiv miljømæssig konsekvens. Denne gennemgang indebærer ikke i sig selv en egentlig omkonstruktion, men er en kreativ og/eller systematisk "leg" med produktet på skitseform. Resultatet er et overblik over produktets "miljøfølsomhed":

Produktudvikleren kan afsløre, hvor og hvordan produktet lettest kan ændres med konsekvens for effektpotentialer eller skabelse af miljømæssig konkurrencekraft.



Når man i projektet søger fokus for en miljøforbedring og stadig vil fastholde forretningsaspektet, er det nærliggende at undersøge de områder, hvor der findes en kombination af høj effektpotentialer og stor følsomhed for ændringer. Om vi derefter vælger at gøre en indsats vil afhænge af en forretningsmæssig vurdering af virksomhedens miljøstrategi samt af eventuelle miljøelementer i virksomhedens mission.

Målsætning for forretningen og produktet

Målsætning for et udviklingsprojekt bygger på samspillet mellem to typer målsætninger: forretningsmålsætning, som ofte kaldes "Projektgrundspecifikation" eller PGS og produktmålsætning, "Grundspecifikation" eller GS. PGS'en fastholder de forretningsmæssige mål for projektet, herunder specielt de økonomiske mål. Endvidere indeholder den en specifikation af de kendetegn, som anses for afgørende for selve projektets gennemførelse, dvs. overordnede valg af fremgangsmåde, metoder eller kompetencer. I PGS'en kan der eksempelvis være fastlagt hvilke produkter, der skal betragtes som miljømæssige referenceprodukter, hvilke miljøforhold der i en særlig grad skal tages hensyn til eller hvilke miljøorienterede aktiviteter, der i det specifikke projekt anses for nødvendige:

Projektgrundspecifikationen (PGS'en) benyttes til at formulere og fastholde miljøovervejelsernes indhold, vægt og rolle i forhold til de øvrige parametre i forretningskæden.

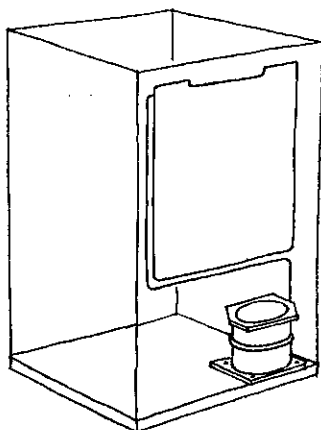


Miljørigtig Konstruktion på strukturniveau

Strukturniveauet har en væsentlig indflydelse på produktets miljøegenskaber. Oftest tænker man på produktstruktur som værende et middel til at skabe gode miljøforhold i f.eks.:

- Fremstilling og montage, f.eks. via produktstrukturer, der tillader anvendelse af standardiserede komponenter og materialer på tværs af produktfamilier.
- Emballering og transport, så produktet f.eks. kan emballeres og transporteres i en kompakt form med minimalt energi- og materialeforbrug til følge.
- Service, f.eks. ved at strukturere produktet i passernde (udslidnings-)moduler, der kan serviceres og udskiftes separat og senere måske renoveres eller på anden måde genbruges.
- Bortskaffelse, hvor især produktstrukturen er afgørende for, om det kan betale sig at adskille og genbruge produktets moduler og/eller materialer.

Derudover vil det også være på strukturniveau, at man har stor indflydelse på produktets performance under brug, hvilket nogle af nedenstående eksempler viser.



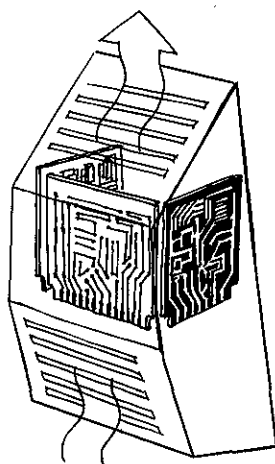
Køleskab fra Gram A/S

Mindre materialeforbrug og lettere demontage ved ny kompressormontage

Ved at udforme bundpladen i køleskabet, så kompressoren kan monteres direkte på denne, opnåede Gram A/S dels en bedre montagestruktur, dels at en galvaniseret plade med høje effektpotentialer kan undværes.

Mindre energiforbrugende placering af fordampere

I tidligere modeller af køleskabe var fordampere ("kølelegemet") placeret bag ABS-beklædningen inde i skabet. I den nye serie af køleskabe fra Gram A/S er der udviklet en ny struktur, hvor fordampere er flyttet ind i selve skabet, hvilket dels giver en væsentlig forbedring af varmeovergangen, og dels muliggør en mere hensigtsmæssig placering og udformning af fordampere. Dette tiltag har øget energinytteligheden med ca. 10%.



Avant fjernsyn fra Bang & Olufsen A/S

Længere levetid gennem effektiv køling af elektronik

Bang & Olufsen A/S har i Avant fjernsynet placeret printplader lodret mellem to gitre i fjernsynets bagpart. Dette giver en meget effektiv køling ved naturlig konvektion, det vil sige uden brug af f.eks. blæsere eller særlige køleprofiler. Dermed forlænges levetiden.

GS'en fastlægger krav og egenskaber for det produkt, som bedst forventes at kunne leve op til de forretningsmæssige målsætninger. I GS'en kan specielt fastlægges de miljømæssige krav og egenskaber, dvs. normer, grænseværdier samt eventuelle materialemæssige eller procesmæssige begrænsninger. Det kan også være i GS'en, at der fastlægges, hvilken genanvendelsemetode produktet skal optimeres efter.

Syntese af produktet

Produktets form, opbygningsstruktur, de teknologiske principper og materialevalg opstår i den såkaldte synteseproces (skabelsesproces), hvori de konstruktive løsninger skabes. Synteseprocessen har to vigtige kendetegn:

- Produktudvikleren kan ikke umiddelbart ud fra et eller flere målsætningselementer skabe den rigtige løsning. Der må skabes løsninger først, som derefter vurderes i forhold til målsætningen. Rammes der ikke plet, foretages et korrigerende sløjfeforløb.
- Først når produktudvikleren har alternative løsningsforslag, kan effektpotentialerne analyseres og vurderes.

Den samtidige optimering kan kun lykkes i praksis, hvis den gennemføres i en række hurtige sløjfeforløb, som ikke er synlige i virksomhedens udviklingsprocedure eller i projektets plan, men som alene ligger i projektgruppens og den enkelte medarbejders arbejdsform. Et sådant sløjfeforløb startes med at skabe alternative løsninger, analysere konsekvenserne af disse løsninger, fastslå, hvor disse løsninger afviger fra det ønskelige, foreslå ændringer i forhold til den oprindelige løsning og til sidst verificere, hvad resultatet blev. Hver af disse sløjfer kan så medtage en eller flere af optimeringsparametrene.

Produktudvikleren benytter såvel systematiske som usystematiske metoder til at gennemføre syntesen. En væsentlig effekt her er at skabe overblik over løsningsmulighederne - også kaldet "at afdække løsningsrummet" - for relevante dele af produktet.

At skabe løsningsalternativer og afdække løsningsrummet er centralt for indbygning af miljøhensynet i produktet.



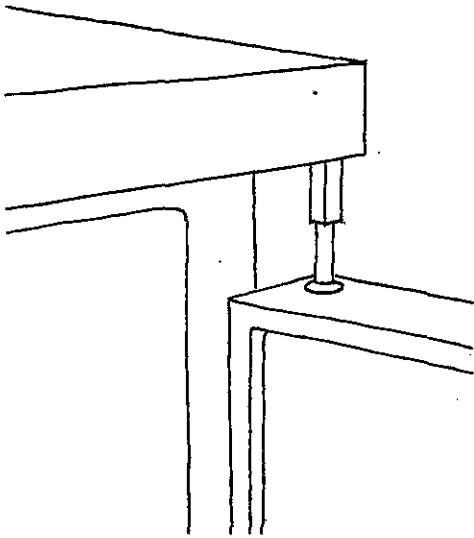
På forskellige trin i udviklingsprocessen skabes alternative produktkoncepter, alternative produktstrukturer og alternative produktudformninger. På hvert trin disponeres forhold, der har miljømæssige konsekvenser. Som det ses af de tre eksempler på siderne 52, 54 og 56, er der stor forskel på karakteren af de overvejelser, der foregår, af de beslutninger, der træffes og af de miljømæssige konsekvenser.

Forståelse af dette mønster har stor betydning. Produktkonceptet har overordentlig stor indflydelse på produktets miljøegenskaber, og konceptet skal besluttes, før det giver mening at skabe produktstrukturen. Tilsvarende skal produktstrukturen (der f.eks. har stor betydning bl.a. for recycling) være valgt, før detaljerne ved produktets udformning kan fastlægges.

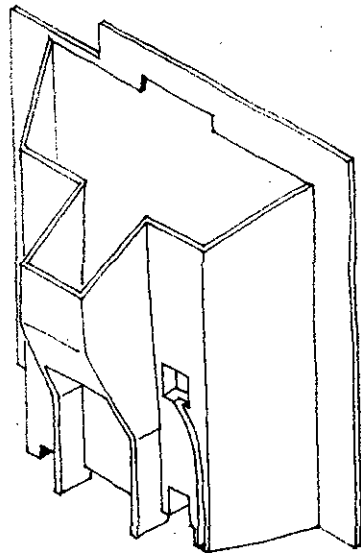
Miljørigtig Konstruktion på komponentniveau

Det mest detaljerede niveau for Miljørigtig Konstruktion er produktudformningsniveau, hvor man fastlægger den endelige form, dimension, materiale og overfladekvalitet på de enkelte komponenter bl.a. ud fra hensynet til deres miljøegenskaber. Hvis de fastlagte løsninger på strukturniveau tillader det, især på basis af økonomiske og funktionelle hensyn, er det på udformningsniveauet, at man f.eks. anvender principper som:

- Vælg miljørigtige materialer og fremstillingsprocesser.
- Tilstræb materialefællesskab for produktets komponenter af hensyn til at minimere behovet for demontage og materialeseparation.
- Udform demontagevenlige samlemetoder.
- Optimer komponenter med hensyn til produktets anvendelse i brugsfasen, dvs. funktionalitet, levetid, pålidelighed, vægt, volumen osv.



Køleskab fra Gram A/S



Avant fjernsyn fra Bang & Olufsen A/S

Mindre materialeforbrug i plastbokse og lettere demontage af lyspanel

Gram A/S har erstattet beslag i rustfrit stål med tappe af sintret stål, således at der er anvendt mindre materiale end i tidligere generationer. På den måde er nikkelforbruget elimineret.

Genanvendelig bagpart ved at optimere støbeproces frem for efterfølgende lakering

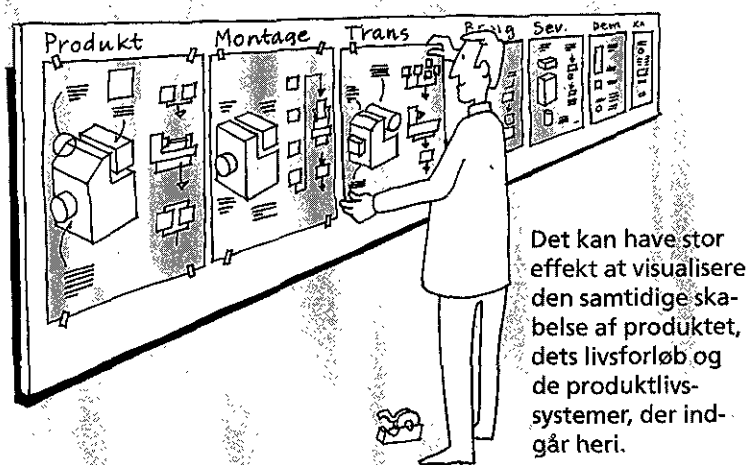
Bang & Olufsen A/S har til bagparten af Avant anvendt et plastmateriale og en støbeproces, der uden efterbehandling giver den høje overfladekvalitet, der kendetegner produkter fra Bang & Olufsen A/S. Dermed har man kunnet undvære den sædvanlige lakeringsproces, der ellers kraftigt ville forringe kvaliteten af det granulat, der fås i en genanvendelsessituation.

Fastlæggelse af livsforløb

Produktets livsforløb afhænger som tidligere beskrevet af produktets opbygning og udformning. Derfor skal produktudvikleren, samtidig med at produktets forskellige dele fastlægges, skaffe sig overblik over og fastholde de dele af livsforløbet og møderne, der hermed disponeres. Den samtidige fastlæggelse af produktet og produktets livsforløb, se figur 28, består således i at:

- skabe den del af livsforløbet, som disponeres af produktets udformning
- kende den del af livsforløbet, hvor virksomheden ingen indflydelse har.

Kun ved den samtidige syntese af produkt og produktlivsforløb får produktudvikleren overblik over effektpotentialerne.



Figur 28: Produktet og dets livsforløb skabes samtidig.

Verificering

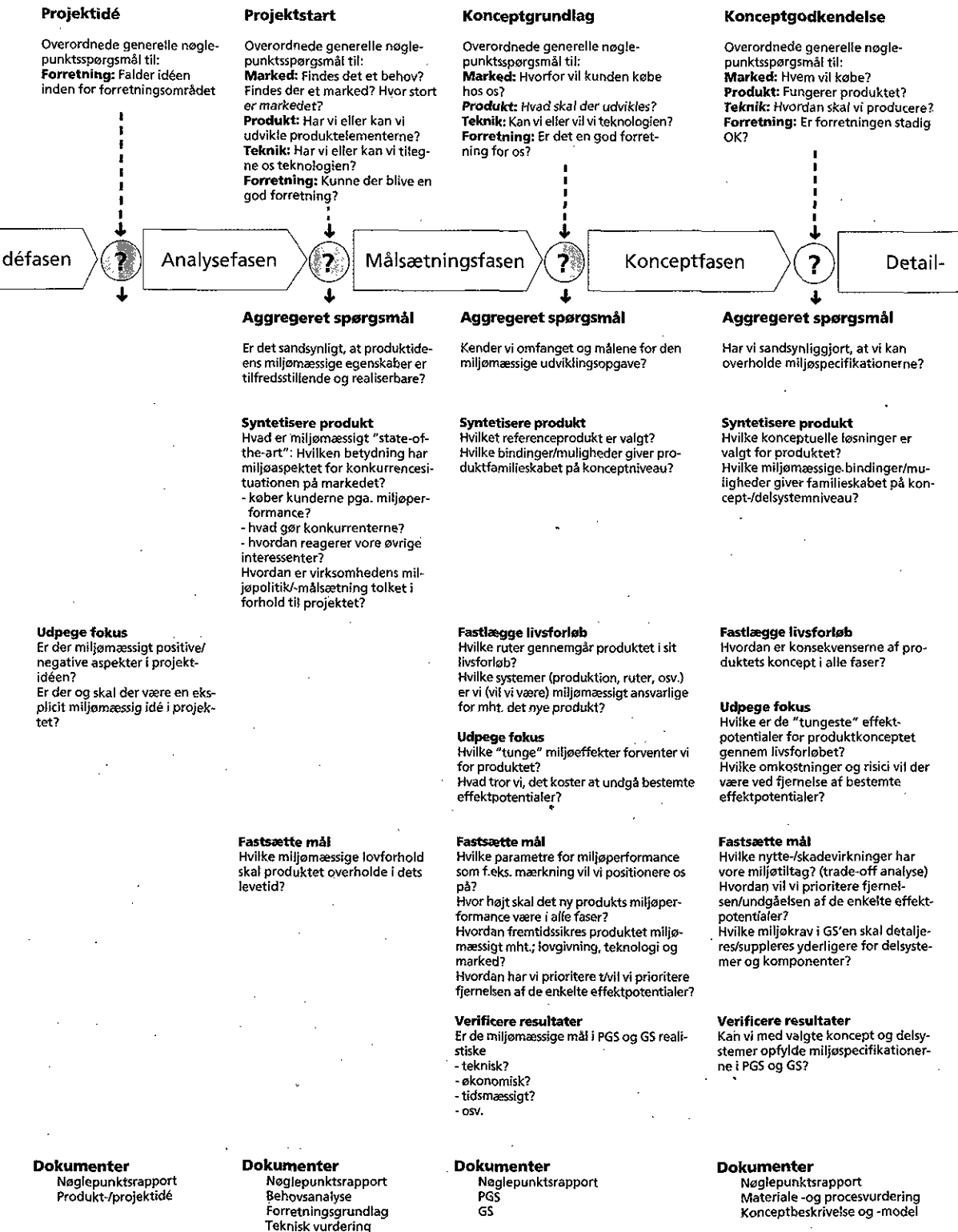
Det er komplekse sammenhænge, der opstår mellem produktet og de effekter, produktet skaber i mødet med produktlivssystemerne. At eftervise, at en given konstruktiv løsning har en given miljømæssig effekt, og at helheden stadig er tilgodeset efter en indsats i et delsystem eller i en komponent, bliver derfor en væsentlig og indsigtskrævende aktivitet i sig selv. Denne aktivitet kaldes verifikation, der betyder "praktisk bevis", og den bygger på brugen af miljøvurderinger, modeller, normtal, referenceprodukter, opfølgning på markedet osv.

Et ensidigt krav om fuldt bevis vil ikke kunne indfries på koncept- og strukturniveau. Det vil lede til en alt for hurtig konkretisering i udformning og materialevalg med deraf følgende forspildte optimeringsmuligheder.

Verifikation er problematisk inden for miljøområdet, fordi det endelige bevis først foreligger, når produkterne er nået igennem deres livsforløb:

Verifikation i produktudviklingen skal mestres i flere grader, fra "formodning" over "sandsynliggørelse" og til "bevis ved konkret måling", alt efter stadiet i udviklingsprocessen og livsforløbet.

Miljøspørgsmålenes placering i nøglepunktplanen



Produktionsgrundlag

Overordnede generelle nøglepunktsspørgsmål til:

Marked: Fungerer produktet hos en mulig kunde?

Produkt: Kan vi teknologien?

Teknik: Er det færdigudviklet?

Holder lanceringsdatoen?

Forretning: Er forretningen stadig OK?

Salgsfrigivelse

Overordnede generelle nøglepunktsspørgsmål til:

Marked: Er kommunikationsstrategi og materiale klar? Er godkendelser i orden?

Produkt: Er produktkvaliteten i orden?

Teknik: Er proceskapabiliteten OK?

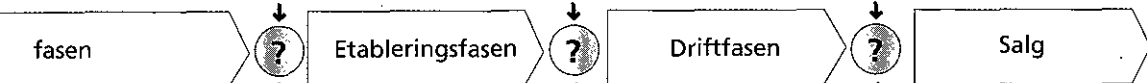
Er der tilstrækkelig produktionskapacitet?

Forretning: Tør vi frigive produktet? Er forretningen stadig OK?

Projektafslutning

Overordnede generelle nøglepunktsspørgsmål til:

Forretning: Hvordan er forretningen? Hvad kostede projektet? Hvad gik galt undervejs? Hvad lærte vi? Er der spin-off til andre projekter? Er kvalitet og kostpris OK?



Aggregeret spørgsmål

Overholder vi miljøspecifikationer?

Syntetisere produkt

Hvilke delløsninger er valgt for produktet?

Hvilke miljømæssige bindinger/muligheder giver familieskabet på komponentniveau (materialer og processer)?

Fastlægge livsforløb

Hvordan er produktets livsforløb? Hvordan skal det produceres, emballeres, returneres osv.?

Udpege fokus

Hvilke er de "tungeste" effekt-potentialer for delsystemer og komponenter (materialer og processer, arbejdsmiljø)?

Hvilke omkostninger og risici vil der være ved fjernelse af bestemte effektpotentialer?

Fastsætte mål

Hvilke nytte-/skadevirkninger har miljøtiltagene (trade-off analyse)? Hvordan vil vi prioritere fjernelsen af de enkelte effektpotentialer i de efterfølgende faser?

Verificere resultater

Opfylder delsystemer og komponenter miljøspecifikationerne i GS'en?

Opfylder underleverandørerne vore miljøkrav?

Hvilke miljømæssige godkendelser er opnået?

Dokumenter

Nøglepunktsrapport
Procesdokumentation
Brugervejledning

Aggregerede spørgsmål

Har vi opnået miljømæssige godkendelser og produktmærkning? Overholder vi stadig miljøspecifikationerne?

Syntetisere produkt

Hvilke miljømæssige erfaringer fra projektet er nyttige for andre organisationer?

Har vi skabt et nyt referenceprodukt?

Fastlægge livsforløb

Hvordan er produktets livsforløb? Hvordan skal det produceres, emballeres, returneres osv.?

Udpege fokus

Hvilke er de "tungeste" effekt-potentialer for delsystemer og komponenter (materialer og processer, arbejdsmiljø)?

Hvilke omkostninger og risici vil der være ved fjernelse af bestemte effektpotentialer?

Fastsætte mål

Hvilke nytte-/skadevirkninger har miljøtiltagene (trade-off analyse)? Hvordan vil vi prioritere fjernelsen af de enkelte effektpotentialer i de efterfølgende faser?

Verificere resultater

Opfylder produktet miljøspecifikationerne i GS'en?

Kan vi dokumentere produktets effektpotentialer?

Er miljøeffekten verificeret?

Er arbejdsmiljøet i orden?

Er retursystemet parat?

Dokumenter

Nøglepunktsrapport
Markedsføringsplan
Procesdokumentation på produktionsudstyr

Aggregeret spørgsmål

Var der miljømæssigt værdifulde erfaringer fra projektet?

Syntetisere produkt

Hvilke miljømæssige erfaringer fra projektet er nyttige for andre organisationer?

Har vi skabt et nyt referenceprodukt?

Fastlægge livsforløb

Hvordan er produktets livsforløb? Hvordan skal det produceres, emballeres, returneres osv.?

Udpege fokus

Hvilke er de "tungeste" effekt-potentialer for delsystemer og komponenter (materialer og processer, arbejdsmiljø)?

Hvilke omkostninger og risici vil der være ved fjernelse af bestemte effektpotentialer?

Fastsætte mål

Hvilke nytte-/skadevirkninger har miljøtiltagene (trade-off analyse)? Hvordan vil vi prioritere fjernelsen af de enkelte effektpotentialer i de efterfølgende faser?

Verificere resultater

Er vor spildprocent tilfredsstillende lav?

Er vor kassationsprocent tilfredsstillende lav?

Hvad kostede de miljørelaterede aktiviteter i projektet, og hvilke resultater blev opnået?

Dokumenter

Nøglepunktsrapport

Nøglepunktsstyring

For at gøre et udviklingsprojekt styrbart er det hensigtsmæssigt at dele forløbet op i faser og at knytte nøglepunkter til fasernes afslutning, se siderne 58 og 59.

- En fase er rammen om en samling af udviklingsaktiviteter, der bringer produktet og dermed forretningen et skridt videre mod færdiggørelsen. Indholdet i en fase skal være afstemt sådan, at markeds-, produkt- og produktionsrettede aktiviteter er på "omgangshøjde" og tilsammen muliggør forretningsoptimering.
- Et nøglepunkt er en fases afslutning, hvor der sker en konfrontation mellem opnåede resultater og målsætning. I nøglepunktet møder projektet virksomhedens styregruppe, dvs. den enhed i virksomheden, der er sat til at overvåge udviklingsprojekternes forløb og målopfyldelse.

Det varierer meget fra projekt til projekt, hvilke aktiviteter der er relevante at gennemføre, men der er et fast mønster for de spørgsmål, der skal besvares i nøglepunkterne. De overordnede nøglepunktsspørgsmål er *forretningsorienterede og tjener til at sikre den forretningsmæssige styring og afklaring i udviklingsprojektet*. Til støtte for den miljømæssige afklaring kan man på et højere detaljeringniveau angive de nøglepunktsspørgsmål, der er relevante i miljøsammenhæng. Disse spørgsmål kan grupperes efter deres karakter, som har at gøre med netop de her omtalte discipliner.

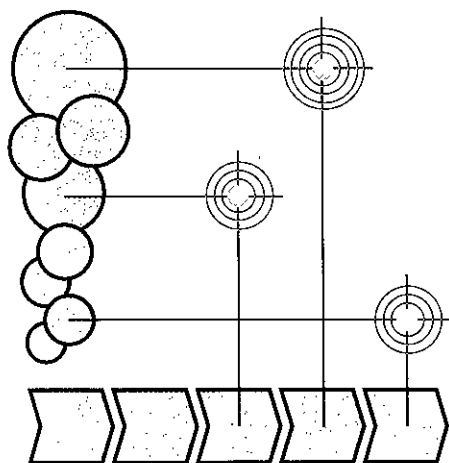
5. Analyse, diagnose, fokusering og målsætning i miljøområdet

Hvordan får man kendskab til produktets udvekslinger og effektpotentialer i livsforløbet ?

Hvordan får man indsigt i årsag/virknings-sammenhænge mellem produktets udformning og miljøeffekterne ?

Hvordan vælger man fokus, så kræfterne sættes ind på centrale problemer ?

Hvordan formuleres den miljømæssige del af projektets målsætning ?



Metoder til miljøanalyse

I hver af udviklingsprojektets faser er der behov for indsigt dels i art og mængde af udvekslinger og effektpotentialer, dels i de bagvedliggende årsager. Enten når den indledende fokusering og målsætning foretages, eller undervejs i projektet, når det overordnede fokus og mål nedbrydes i den enkelte fase. Det kan også være, når alternative løsninger skabes og vurderes, før den endelige vælges.

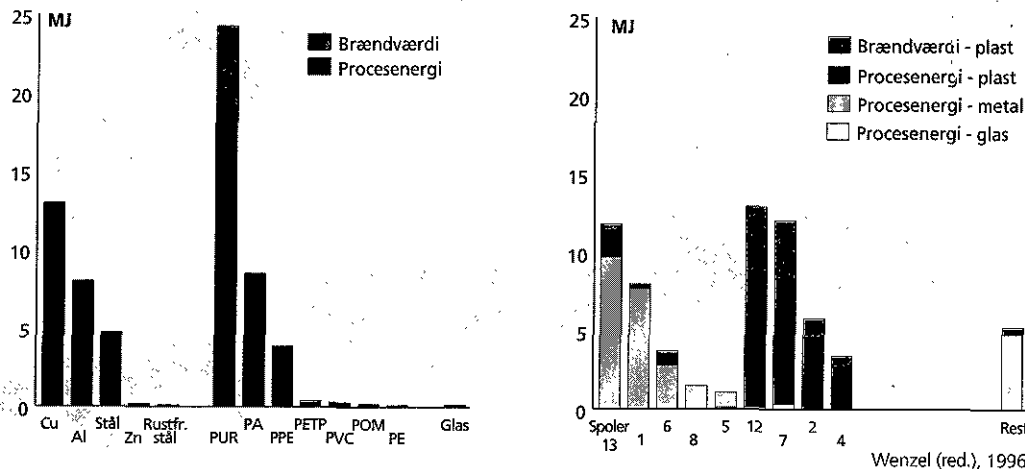
Viden om udvekslinger og effektpotentialer skaffes gennem miljøanalyser. Her opgøres udvekslingernes og effektpotentialernes art og størrelse fra møderne i et produkts livsforløb.

Produktet nedbrydes i komponenter, stoffer og materialer, og livsforløbet nedbrydes i processer, hvor udvekslinger og effektpotentialer er kendte. Ved summation af enkeltbidragene fremkommer en opgørelse over produktets samlede udvekslinger og effektpotentialer, se figur 29. Til sidst vurderes det, hvor kritiske effektpotentialerne er, og hvordan de prioriteres politisk, forretnings- og markedsmæssigt.

Undervejs i miljøvurderingen af en PVEH elektrohydraulisk aktiveringsenhed fra Danfoss A/S blev materialers og komponenters energiindhold opgjort. Energiindholdet blev fordelt på procesenergi i fremstilling og brændværdi ved afbrænding.

Det ses, at bund- og topdækslet (2, 4) transducer og skumindstøbning (12, 7) tegner sig for 92% af den energimængde, der kan nyttiggøres ved afbrænding.

Det store energiforbrug ved materialefremstilling ligger i komponenterne: ventilblok, spoler, bunddækselet og transducer (1, 3, 2, 7), som der derfor kan sættes på ved genbrug.



Figur 29: Energiindhold opdelt på komponenter.

Miljøanalyser kan være rettet mod enkeltstoffer eller -processer og kan være mere eller mindre omfangsrige. Når man for et totalt produkt og helt livsforløb beregner alle typer udvekslinger og effektpotentialer, er det en såkaldt *miljøvurdering af produkter* eller LCA efter det engelske Life Cycle Assessment, se side 64 og 65.

I udviklingsprojekter kendes ikke alle produktets detaljer, før projektet er tæt på sin afslutning, og først herefter finder det reelle livsforløb sted. Derfor baseres miljøanalyser og -vurderinger i udviklingsprojekter på analyseresultater og data fra *eksisterende* produkters livsforløb. Analysen eller vurderingen af det endnu ikkeeksisterende produkt stykkes sammen ved at overføre eksisterende resultater og data, hvis ligheden mellem de to produkter og deres livsforløb er tilstrækkelig stor, se figur 30.

For at kunne sammenligne alternative produkter og livsforløb skal det sikres, at de opfylder samme behov i brugssituationen, idet de samlede miljøeffekter reduceres ved, at nye produkter opfylder samme behov som tidligere men med færre miljøeffekter. Derfor opstilles resultatet af miljøanalyserne og -vurderingerne i forhold til en på forhånd fastlagt såkaldt funktionel enhed. Denne udtrykker produktets ydelse i brugssituationen over en given tidsperiode, f.eks. kunne det for et antal forskellige pumpealternativer være defineret ved vandmængde, afgangstryk og standardiseret driftstid, se figur 7.

Formålet med opgaven, hvori analyseresultatet skal indgå, bør

granskes nøje, og miljøanalysen skal tilrettelægges, så den passer til den aktuelle opgave.

I en miljøvurdering af produkter stilles krav til omfang og datakvalitet, der ikke behøver at være forudsætningen for konstruktive beslutninger. Her kan f.eks. udvekslingernes art og størrelsesorden være tilstrækkelig for valg mellem alternative løsninger for et delsystem eller en komponent.

Formålet med at gennemføre en miljøanalyse eller -vurdering bestemmer dens omfang, detaljeringsgrad og indhold.



Miljøvurdering foretages på baggrund af allerede kendte data, der enten kan være beregnede, konkrete målinger eller overslag, for processer, materialer og stoffer. Afhængig af datakvaliteten og omfanget er resultatet behæftet med større eller mindre usikkerhed.

Beovision LX 5500

Referencegrundlaget for data

Livsforløbsfase og processtype/materiale/ produkt	Datatype		Datakilde					Kommentarer	
	Produkt- specifikke	Sted- specifikke	Generelle	1	2	3	4		5
Råvareudvinding og materialefremstilling									
Glas			x			x			Litteratur
Plast			x			x	x		Brancheorganisationer
Aluminium			x			x			Brancheorganisationer
Stål			x			x			Litteratur og leverandører
Kobber			x			x			Litteratur
Produktion hos B&O og hos underleverandører									
Plastformgivning			x			x			Energimålinger er foretaget af B&O
Metalbearbejdning	x			x					Emissionsmålinger er foretaget af autoriseret laboratorium
Overfladebehandling	x			x					
Montage	x			x					
Andre processer	x	x		x	x	x			
Brug									
Energiforbrug	x			x					
Levetid	x					x			B&Os dimensioneringskriterium for Beovision LX 5500
Bortskaffelse									
Bortskaffelsesvej			x					x	TV-førhandlere, genbrugscentre og EU-rapport
Forbrænding			x			x			Litteratur

Noter

- 1) Målinger
- 2) Beregninger (ud fra massebalancebetragtninger og inputdata for den aktuelle proces)
- 3) Ekstrapolation fra data for samme processtype eller teknologi
- 4) Ekstrapolation fra data for andre processtyper eller teknologier
- 5) Ukendt kilde eller ikkekvalificeret estimat

Det bør sikres, inden miljøanalysens omfang bestemmes, at alle de væsentlige effektpotentialer fra hele livsforløbet er kendte for at undgå utilsigtede suboptimeringer eller fejlkonklusioner. I praksis vil en sådan indsigt opbygges, efterhånden som miljøvurderinger gennemføres på flere og flere produkter. Der vil herved opstå en miljømæssig indsigt og et miljømæssigt datagrundlag for forskellige produktty-

Figur 30: Data til vurdering af Beovision LX 5500 stammer fra flere typer af kilder.

Miljøvurdering af produkter

"Miljøvurdering af produkter", der er udviklet i UMIP, består af fire trin som vist herunder:

1. Målsætning

Beskriver formålet med miljøvurderingen, herunder de beslutninger som den skal understøtte.

2. Afgrænsning

2.1. Vurderingsobjekt: Definerer det vurderede produkt ud fra dets ydelse. Herunder defineres en *funktionel enhed*, som produktets ydelse kan beskrives ved. Miljøvurderingen udtrykkes da pr. funktionel enhed. Hermed opstår en fælles referenceramme som forskellige løsninger skal sammenlignes over. Typisk vil en tidsfaktor, f.eks. produktets levetid, indgå i den funktionelle enhed. Fastlægger det eller de *referenceprodukter*, der skal repræsentere en måde at levere ydelsen på. Fastlægger kravene til kvaliteten af de data, der skal repræsentere referenceproduktets livsforløb.

2.2 Vurderingsparametre: Definerer de kategorier af påvirkninger, som produktet skal bedømmes på, herunder ressourceforsøg, miljøeffektpotentialer og potentialer for arbejdsmiljøeffekter.

2.3 Afgrænsning af livsforløbet: Fastlægger den del af produktets livsforløb, der inkluderes i miljøvurderingen. Fastlægger herunder geografiske rammer for livsforløbet.

2.4. Tidsmæssig afgrænsning: Definerer det tidsrum, som de beslutninger, der træffes på baggrund af miljøvurderingen, bør være gyldige indenfor. Definerer endvidere det tidsrum, inden for hvilket metoden betragter de potentielle effekter af produktets udveksling med omgivelserne.

2.5 Teknologisk afgrænsning: Definerer det teknologiniveau, der bør lægges til grund for de data, der indgår i miljøvurderingen. Dette er bl.a. en funktion af den tidsmæssige afgrænsning. Beskriver trendanalyse og fremskrivning af data.

2.6 Allokeringsmodeller: Vejleder i at identificere processer, der bidrager til mere end én ydelse. Fastlægger fordelingsnøgler for udvekslingerne fra disse processer, for herigennem at kunne tilskrive udvekslingerne til hver enkelt funktionelle enhed. Vejleder i at undgå allokering ved at udvide systemgrænserne.

3. Opgørelse

3.1 Dataformat: Definerer, hvilke data der skal indhentes om processen og dens udvekslinger, og vejleder i at karakterisere data. Beskriver, hvordan processen normaliseres til en enhedsproces, der kan anvendes som grundelement i modelleringen af livsforløb. Beskriver, hvordan enhedsprocessens tilhørsforhold i livsforløbet og i produktet defineres ved modellering af produkter og deres livsforløb.

3.2 Dataindsamling: Beskriver datakilder og præsenterer datanetværk. Vejleder i fremgangsmåden ved dataindsamling.

3.3 Beregningsmodel: Beskriver modellering af livsforløbet, herunder aggregering af processer og håndtering af sted-specifikke hensyn. Gennemgår usikkerheder og statistiske beregninger. Beskriver søgning og sortering på væsentlige parametre.

4. Vurdering

4.1 Effektpotentialer: Fastlægger, hvordan de forskellige udvekslinger grupperes efter hvilke effekttyper, de kan bidrage til, og hvordan de omregnes til effektpotentialer. Gennemgår håndteringen af sted-specifikke hensyn.

4.2 Normalisering: Beskriver, hvordan størrelsen af ressourceforsøgene og effektpotentialerne vurderes ved at sammenligne dem med en baggrundsbelastning. Baggrundsbelastningen udtrykkes som gennemsnitsbelastningen pr. person, og produktets bidrag til de forskellige effekttyper udtrykkes dermed i personækvivalenter.

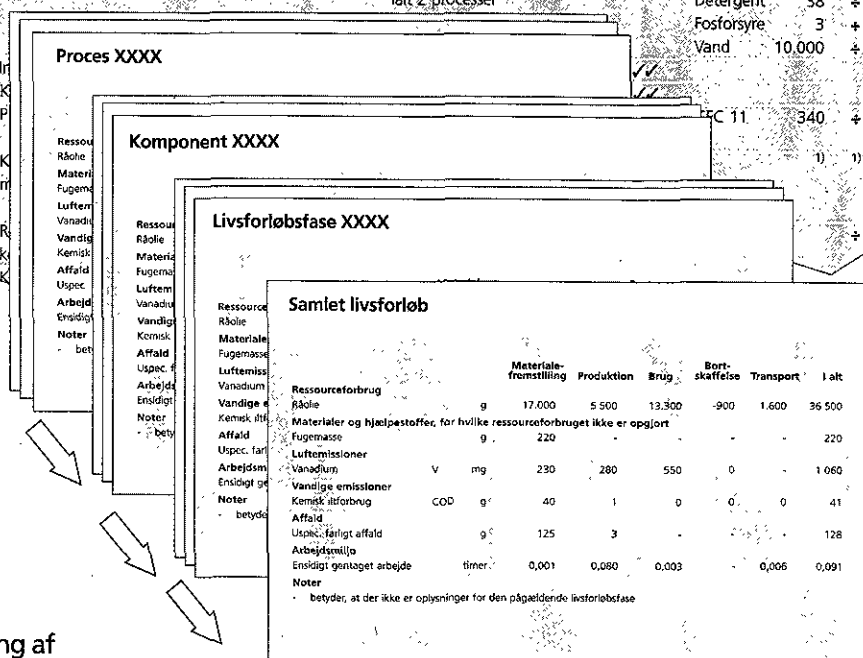
4.3 Vægtning: Beskriver, hvordan størrelsen af de forskellige ressourceforsøg og effektpotentialer kan vægtes: ressourceforsøg ud fra forsyningshorisonten, miljøeffektpotentialer ud fra politisk fastsatte reduktionsmål og potentialerne for arbejdsmiljøeffekter ud fra hyppigheden af anmeldte arbejdsskader.

I *målsætningen* defineres formålet med den miljøvurdering, der skal foretages. I *afgrænsningen* besluttes, hvilke produktlivsfaser og produktlivssystemer, der medtages i vurderingen, og hvilke effektpotentialer der skal vurderes. I *opgørelsen* bestemmes udvekslingerne i livsforløbet. I *vurderingen* omregnes udvekslingerne i effektpotentialer, der vægtes i forhold til hinanden og fortolkes ud fra givne synsvinkler.

Afgrænsning

Pos.	An-tal	Emne	Materiale	Vægt ialt (g)	Fremstillingsprocesser	* Med i model	Hjælpe-stoffer	Vægt (g)
Kabinet								
K1	1	Stålkabinet	Stålblade	17.587	Stansoperationer, svejseoperationer, m.v. ialt 9 processer	✓✓✓	Elektroder	50
			Epoxygulv	494	Overfladebehandle ialt 2 processer	✓✓	Vand	18,5
							Salt	38
							Detergent	3
							Fosforsyre	10.000
							Vand	
K2	1	Ir				✓✓✓		
K3	1	K				✓✓✓		
K4	1	P				✓✓✓		
K5	1	K				✓✓✓		
K6	1	R				✓✓✓		

Opgørelse



Beregning af miljøeffektpotentialer

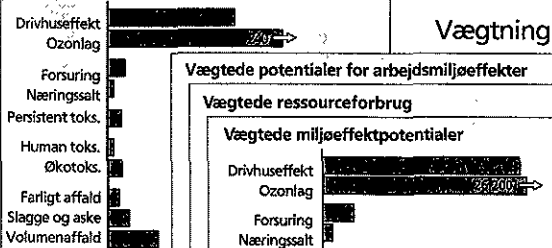
Effekttype	Enhed	Pr. produkt pr. levetid
Globale effekter		
Drivhuseffekt	g CO ₂ -ækv	3.722,0
Ozonlagsnedrydning	g CFC11-ækv	6
Regionale effekter		
Forsuring	g SO ₂ -ækv	8,0
Næringsaltbelastning	g NO ₃ -ækv	5,2
Fotosmog	g C ₂ H ₄ -ækv	1,6
Human toksicitet (vand)	m ³ vand	1,6
Økotoxicitet (vand,kronisk)	m ³ vand	44,0
Lokale effekter		
Human toksicitet (luft)	m ³ luft	628.000,0
Økotoxicitet (vand, akut)	m ³ vand	2,2
Farligt affald	g	7
Radioaktivt affald	g	0
Slagge og aske	g	24,3
Volumenaffald	g	220,0

Normalisering

Normaliserede potentialer for arbejdsmiljøeffekter

Normaliserede ressourceforbrug

Normaliserede miljøeffektpotentialer

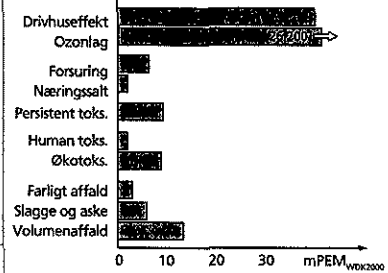


Vægtning

Vægtede potentialer for arbejdsmiljøeffekter

Vægtede ressourceforbrug

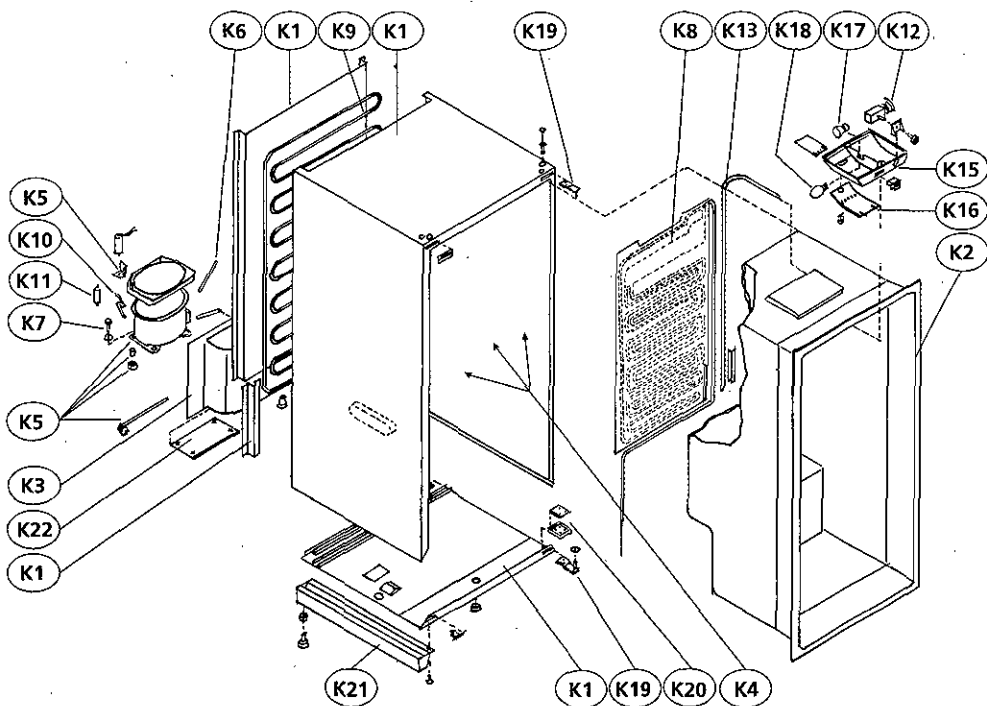
Vægtede miljøeffektpotentialer



Vurdering

Miljøopgaver på Gram A/S for et LER200-køleskab

På Gram A/S gennemførtes en miljøvurdering af LER200. På denne baggrund igangsatte Gram A/S en række produktudviklingsprojekter, der hver især løste udvalgte problemer. Herunder er der beskrevet 3 ud af i alt 10 projekter:



Projekt 1: Styling

På alle modeller med målene 60x60 cm er der indført en elektronisk styling, som har optimeret kølesystemet. Stylingen sikrer, at der hele tiden er den temperatur i skabet, som brugeren har indstillet. Samtidig sikrer stylingen, at der sker en sjældnere, men bedre afrimning. Det har medført en energibesparelse på 5-10%.

Projekt 2: Fordamper

For at reducere energiforbruget produceres der ikke længere skabe med fordamperen placeret inde i skummet på bagsiden af ABS-inderboksen. Fordamperen er flyttet ind i selve skabet. Det har øget energinyttelighedsgraden med ca. 10%.

Projekt 3: Alternativer til CFC

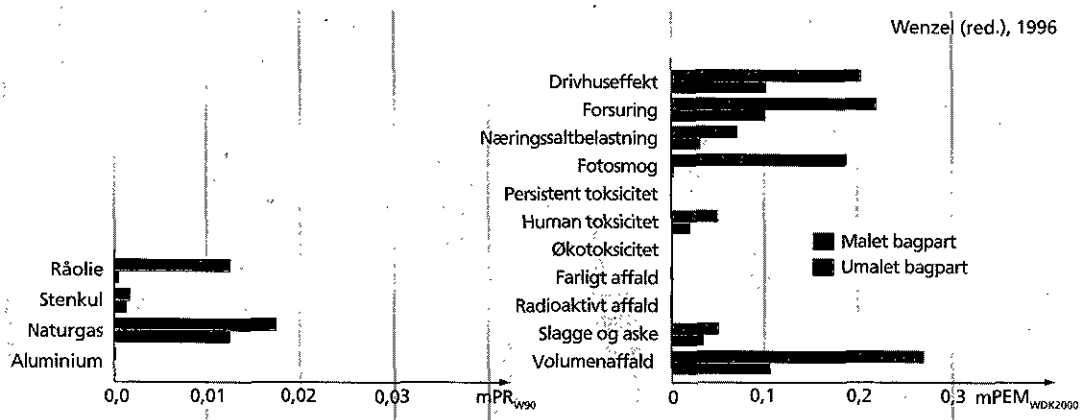
Der er indført R134a køle- og skumsystemer på samtlige modeller. Dermed er CFC substitueret 100%, hvilket har fjernet bidraget til ozonlagsnedbrydning.

per, der kan overføres til nye projekter, der skal igangsættes, og hvor man derfor kan "nøjes med" mindre omfangsrige miljøanalyser.

Ved fastlæggelsen af miljøanalysens omfang bestemmes, hvilke udvekslinger, effektpotentialer, produktlivsfaser og delsystemer i produktet der skal analyseres, se figur 31. Tilpasningen omfatter også stillingtagen til datakvalitet, om resultatet skal være en præcis beregning, eller blot kan være et groft estimat, og om analysen kan baseres på relativ sammenligning med en reference som f.eks. det eksisterende produkt, eller om den skal være en absolut opgørelse af udvekslinger og effektpotentialer. Endelig skal det besluttes, hvilke interessenters forventninger og miljømæssige prioriteringer, der indgår i den endelige tolkning af analysen.

Der blev udført en miljøanalyse over effektpotentialet over hele livsforløbet for en bagpart fra Beovision Avant fjernsyn henholdsvis med og uden maling. Resten af fjernsynet og dermed dets effektpotentialer påvirkes ikke af materialevalg for bagparten. Derfor kan miljøvurderingen afgrænses til alene at se på denne ændring.

Plast, der ikke er malet, kan genanvendes. Miljøanalysen viser, at det giver en reduktion i forbrug af råolie og naturgas, som er de råstoffer, plasten udvindes af. Emissionerne fra maleprocessen undgås, og det reducerer fotosmoggen. Endvidere reduceres energiforbruget til fremstilling af nyt plast. Det reducerer drivhuseffekt, forsurening, næringsstoffbelastning, human toksicitet, fotosmog og affald.



Figur 31: Miljøanalyse på to alternative udformninger af en enkel komponent.

Ofte vil de første miljøvurderinger af et produkt eller en produkttype blive gennemført som selvstændige forprojekter adskilt fra produktudviklingsprojektet. På denne måde vil man opnå en indsigt i problemer og muligheder, der vil kræve en langsigtet indsats over flere udviklingsprojekter, før alle problemer er løst, se side 66. Men anvendelsen af miljøanalyser og -vurderinger er ikke begrænset til forprojekter eller udviklingsprojektets indledende analysefase. Tværtimod understøtter de alle disciplinerne i udviklingsprojektets faser, se figur 32.

Metoder til miljødiagnose

Miljøanalyser og -vurderinger giver kendskab til udvekslingernes og effektpotentialernes art, størrelse og placering i livsforløbet. Før at bedømme om effektpotentialerne er uacceptabelt høje, og om årsagen skal findes i produktet og dets livsforløb, skal der gennemføres en miljødiagnose.

I en miljødiagnose sammenlignes resultatet af miljøvurderingen med referenceprodukter og livsforløb med kendte udvekslinger og effekt-

Projektfase

Discipliner

Fokusering

Udpegning af dele af produktet eller livsforløb, der skal fornyes for at opnå miljømæssige forbedringer.

Målsætning

Formulering af forretningsmæssige og tekniske krav og kriterier.

Syntese

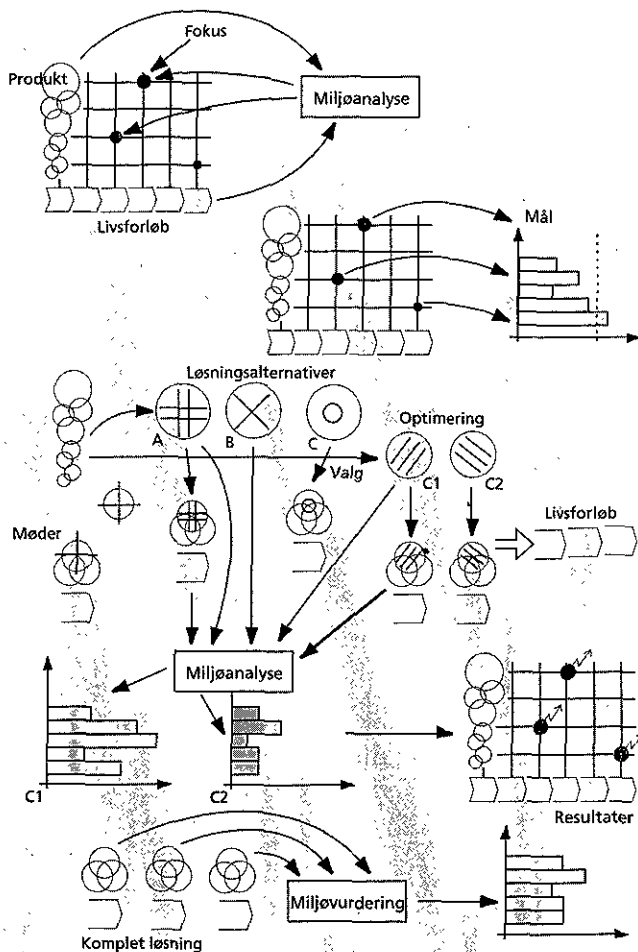
Skabelse af alternative løsningsforslag samt vurdering og valg.

Fastlæggelse af livsforløb

Fastlæggelse af møder og ruter.

Verificering

Synliggørelse og bevisliggørelse af løsningernes egen-skaber i forhold til målsætningen, eksterne normer og certificeringsordninger.

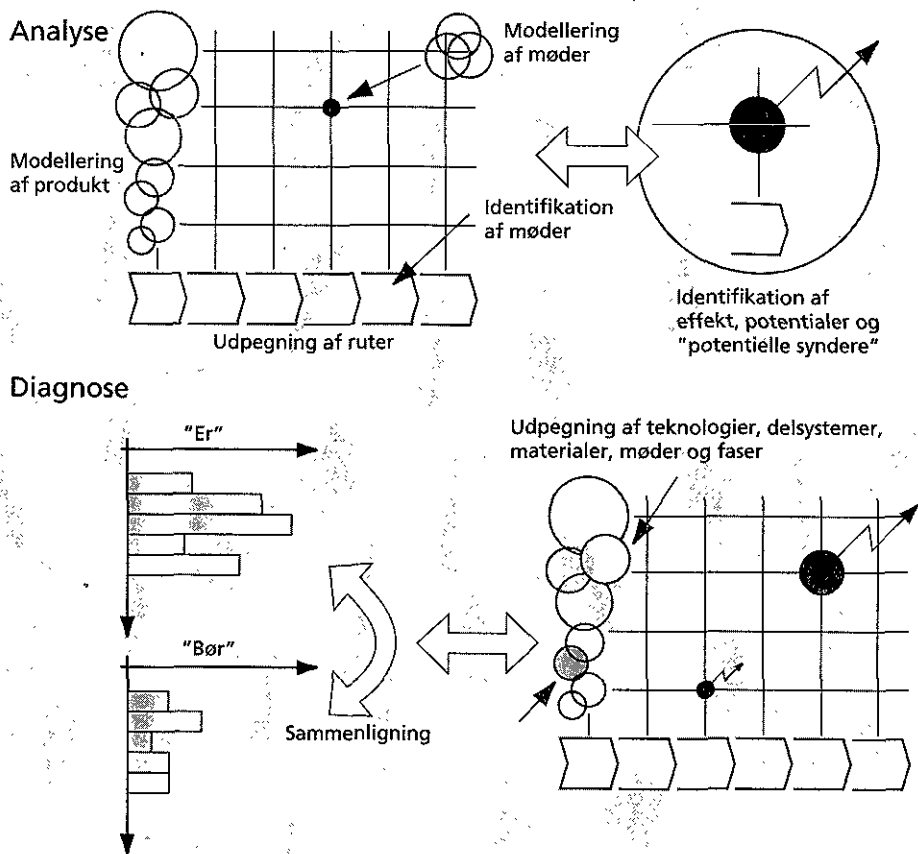


Figur 32: Miljøanalyse og -vurderinger understøtter alle discipliner i udviklingsprojekts faser.

potentialer. Det overvejes, om effektpotentialerne kan reduceres, og man vurderer, om det er produktet, livsforløbet eller sandsynligheden for livsforløbet, der er den primære årsag til afvigelser. Endelig vil diagnosen angive, hvor meget et givet tiltag i produktet eller i livsforløbet reducerer effektpotentialerne, se figur 33.

Når man sammenligner med referenceprodukter, afsløres det, hvor der findes miljømæssige forbedringspotentialer, og de væsentlige udvekslinger og effekterpotentialer tilskrives de valgte koncepter, opbygningsstrukturer, delsystemer eller komponenter, se figur 34.

I analysen opgøres effektpotentialer ud fra kendskab til komponenter, materialer, stoffer og processer.
I diagnosen udpeges teknologi- og konceptvalg, bestemte ruter og møder osv., som er årsag til effektpotentialerne.



Referenceprodukterne vil afhængig af situationen f.eks. kunne være:

- det sidst udviklede beslægtede produkt
- et eller flere af virksomhedens øvrige produkter
- konkurrerende produkter
- lignende produkter fra andre brancher
- andre typer af produkter med lignende livsforløb.

Figur 33: Udpegnning af årsags-ivirkningssammenhænge vha. analyse og diagnose.

Hvor miljøanalyser og -vurderinger kræver viden om bl.a. biologiske, fysiske og kemiske sammenhænge, konkret viden og data om materialers sammensætning og proceskendskab, kræver diagnosen indsigt i, hvad der miljømæssigt set er normalt, uundgåeligt eller afvigende, hvor der kan gøres en indsats, og hvad der er harmløst.

Diagnosen kræver forståelse for både detaljer og helheder bag produktets udformning og årsagerne hertil. Uden denne indsigt er der risiko for, at miljøindsatsen placeres, hvor den får ingen eller kun en lille indvirkning på effektpotentialerne. Der er også risiko for, at effektpotentialer kun henføres til komponenter, uden at det gennemskues, at der er principielle sammenhænge på konceptuelt og strukturelt niveau i produktet. Den egentlige årsag til miljøproblemerne ligger måske gemt her, se figur 35.

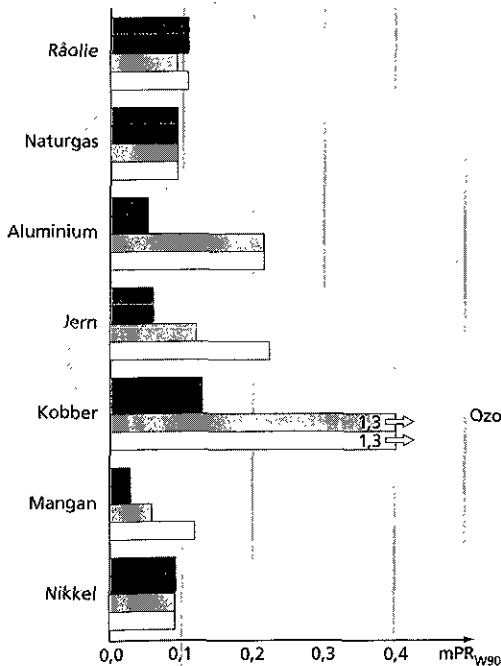
Under en miljødiagnose på LER200-køleskabet blev konsekvensen for effektpotentialerne for en række spekulative ændringer i produktet og livsforløbet simuleret for at se følsomheden.

Ændringerne er her inddelt efter, om de vedrører materialer (M), energi (E), kemikalier (K) eller andet (A).

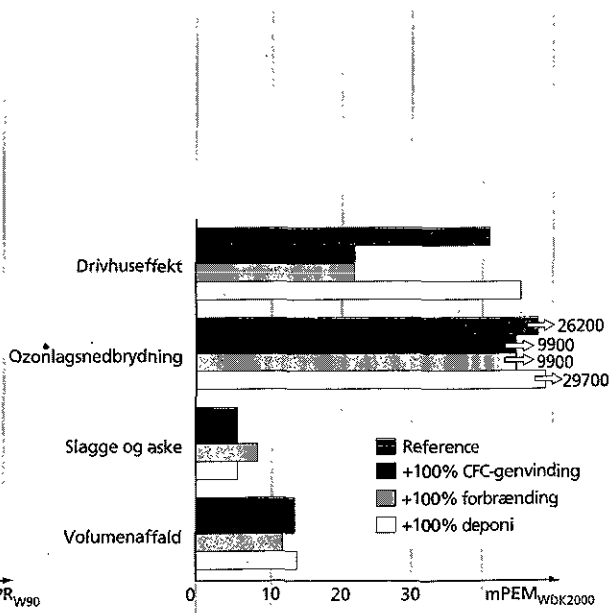
Det såkaldte MEKA-princip.

M	E	K	A
Bortskaffelse	El-forbrug	Kemikalieforbrug	Andet
<ul style="list-style-type: none"> • Deponer 100% i stedet for nuværende scenario. • Forbrænd 100% i stedet for nuværende scenario. • Genbrug 100% af materialet i stedet for nuværende scenario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimer kompressor til 100% nyttevirkning. • Optimer fordamper til 100% nyttevirkning. • Optimer hele kølesystemet til 100% nyttevirkning. • Optimer hele køleskabet til 100% nyttevirkning med teoretisk optimal isolering. • Øg isoleringen med PUR-skum med 50% for både R134a-skab og pentan/isobutan-skab. • Øg isoleringen med PUR-skum med 100% for både R134a-skab og pentan/isobutan-skab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituer CFC med R134a i både skum og kølemiddel. • Substituer CFC med pentan i skum og isobutan som kølemiddel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducer levetiden til 10 år • Øg levetiden til 20 år. • Forskelligt antal brugere (én simulering ad gangen). • Forskellige brugssteder (én simulering ad gangen).

Herunder ses resultatet af ændringer i bortskaffelse i forhold til LER200-køleskabet, der her er referencen.



Miljødiagnosen på bortskaffelse af køleskab



Simuleringen viser bl.a., at der ved:

■ CFC-genvinding opnås 50% reduktion af bidraget til drivhuseffekten, som ellers opstod fra bortskaffelsen af referenceproduktet.

■ 100% forbrænding opnås ca. 10% reduktion af olieforbruget, idet afbrændingen erstatter brændsel.

Samtidig mindskes bidraget til volumenaffald, mens bidraget fra metalholdig slagge og aske øges.

Resultatet af simuleringen viser, hvilke tiltag der giver de største forbedringspotentialer. I den senere fokusering vil tiltagene blive vurderet mht. nødvendig udviklingskompetence, ressourceindsats, tekniske forudsætninger osv.

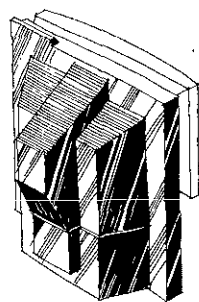
Wenzel (red.), 1996

Figur 34: Miljødiagnose på LER200-køleskab fra Gram AIS.

Under udvikling af Beovision Avant var det ønsket at skabe et mere pålideligt produkt og dermed et produkt med længere levetid. Simuleringer af forskellige levetider, som blev foretaget i en miljødiagnose, viste, at en længere levetid reducerer effektpotentialerne. Konklusionen på diagnosen var, at et mere pålideligt produkt opnås ved at belaste el-komponenterne mindre. Det kunne opnås ved enten at afsætte mindre effekt i dem eller ved at køle dem bedre.

Som nævnt på side 54 gennemførtes der ændringer i produktets opbygningsstruktur, der gav en bedre køling af elektronikken.

I detailudformning blev alle forsyningspændinger sænket med 6%, og der blev indført en switch mode power supply, som konverterer spændingen med stor virkningsgrad. Herved afsættes der ikke effekt i reguleringen. Herudover blev der sparet 3W i tomgangsforbrug ved at skifte switchtransistoren fra en bipolar til en MOS-fet transistor.



Figur 35: Diagnose på elektronikken i AVANT.

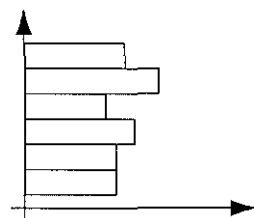
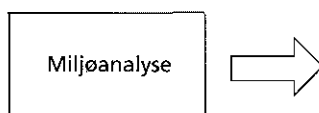
Ligesom miljøanalysen kan miljødiagnosen benyttes under alle udviklingsprojektets faser, og diagnosen skal også tilpasses formålet med dens anvendelse, se figur 36. Det kan være fristende at gennemføre en total miljøvurdering, hvor alle komponenter, livsfaser og effektpotentialer undersøges, men den kan være tids- og ressourcekrævende - og behøver ikke altid at være påkrævet for at sikre udviklingsprojektets fremdrift undervejs i projektet.

Figur 36: Konstruktive opgaver, hvori miljøanalyse og -diagnose indgår som en del af beslutningsgrundlaget.

Udviklingsopgavens karakter bestemmer indhold og omfang af miljøanalyser og -diagnoser f.eks. med hensyn til:

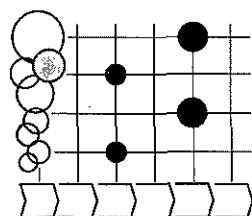
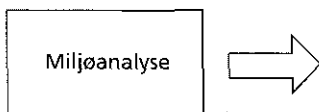
Opfyldning af normer og krav fra eksterne interessenter:

Udviklingsafdelingen har udviklet konceptet til en ny produktfamilie, der skal opfylde kravene til et miljømærke, hvor der stilles krav til udvekslingernes art og størrelse. Der gennemføres en grov miljøanalyse af udvekslinger på de udpegede konceptalternativer. På basis heraf kan konceptets miljøegenskaber verificeres, og næste udviklingsfase opstartes.



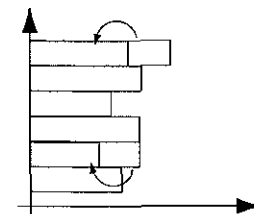
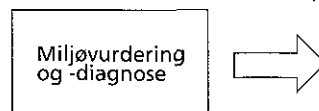
Finde og minimere miljømæssige problemområder:

Udviklingsafdelingen har fået til opgave at fjerne årsagerne til et stort energiforbrug, der er konstateret i brugsfasen for et eksisterende produkt. Der gennemføres en miljøanalyse af energiforbrug under drift for tre alternative løsningsforslag på komponentniveau. På basis heraf udvælges løsningen med det relativt laveste energiforbrug til færdiggørelse.



Udnytte miljømæssige forbedringspotentialer i en konkurrencesituation:

Et konkurrerende produkt får god omtale af dets miljøegenskaber. Derfor gennemføres en detaljeret og sammenlignende miljøvurdering mellem dette produkt og virksomhedens tilsvarende produkt. Efterfølgende gennemføres en miljødiagnose, der skal vise, om der findes uudnyttede forbedringspotentialer, som med en hurtig udviklingsindsats kan hentes hjem. På basis heraf besluttet fokus og mål for det kommende udviklingsprojekt.



Fokusering i udviklingsprojekter

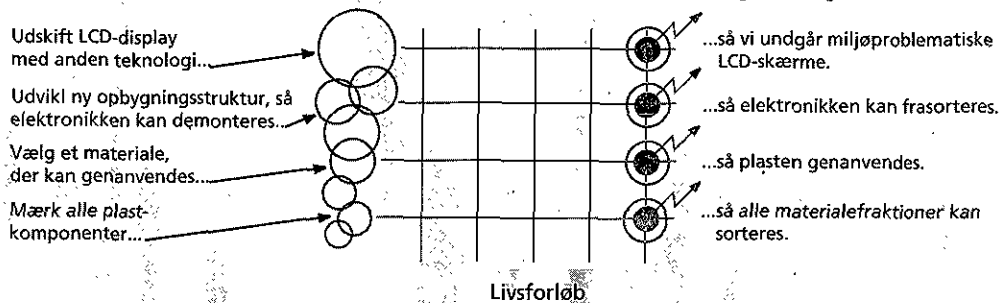
Udviklingsprojekt

- Fokusering
- Målsætning
- Produkt
- Livsforløb
- Verificering

Et effektivt og målrettet udviklingsprojekt skabes ved at koncentrere indsatsen om det eller de rigtige miljøproblemer i det rigtige omfang. Derfor skal der foretages en miljømæssig fokusering i projektets tidlige faser, se figur 37. Fokuseringen danner udgangspunkt for dimensionering og placering af indsatsen i de enkelte udviklingsfaser.

Fokusering, der handler om at få greb om bortskaffelse, så produktet kan indgå i en bortskaffelsesordning, kan indeholde fokus på både koncept, struktur og komponentniveau, f.eks:

Fokus: "Få greb om bortskaffelsen, så produktet kan indgå i en genbrugsordning".



Figur 37: I en fokusering udpeges interessante tiltag.

Under en fokus udpeges blandt de mulige miljøtiltag de konkrete tiltag, der ud fra både miljø- og forretningshensyn skal gennemføres i et eller flere udviklingsprojekter, se figur 38.

Fokusering bygger bl.a. på miljøvurderinger og -diagnoser og gennemføres ved at sammenholde produktets udvekslinger og effektpotentialer med virksomhedens miljømæssige strategier og de konkurrencemæssige fordele, der kan opnås, hvis et tiltag realiseres. Fokuseringen kan tage udgangspunkt i en sammenlignende miljøvurdering og -diagnose af kendte produkter, både egne og konkurrenters. Endelig bør det overvejes, hvilken strategi konkurrenter kunne tænkes at følge på kort og lang sigt.

Miljøspecifikation for køleskabe

Materialer

Kobber: Vælg kompressorer med mindst muligt kobberindhold. Undgå så vidt muligt kobber i øvrige komponenter.

Rustfrit stål: Bør kun anvendes, hvor det er strengt nødvendigt. Det skal i givet fald søges sikret gennem mærkning og strukturering af produktet, at det rustfrie stål sendes til genbrug.

Primær aluminium: Bør substitueres med genbrugsaluminium eller eventuelt stål, hvor det kan lade sig gøre.

Blødgjort PVC: Undgå at bruge blødgjort PVC, medmindre det er strengt nødvendigt.

Energi

Produktet skal opfylde kravene til kategori A i henhold til EU's energimærkeordning.

Kemikalier

Der må ikke anvendes CFC.

Figur 38: Fokusering hos Gram A/S.

Det tilrådes at gøre brug af miljøvurderinger og -diagnoser i en fokusering, hvis der i projektet kun er ringe erfaring på miljøområdet.



Herved kan det forhindres, at der ensidigt fokuseres på de mest iøjnefaldende miljøforhold, således at væsentlige og mere skjulte effektpotentialer eller forbedringsmuligheder overses.

Resultatet af en fokusering angiver det kommende projekts miljømæssige ambitionsniveau, og hvor krævende det er mht. videnindsamling og teknisk kompetence. Det angiver også, hvor assistance fra miljøspecialister vil være påkrævet. Resultatet giver projektgruppen overblik over,

- hvilke produktlivsfasen og møder der skal optimeres
- hvilke sammenhænge mellem produkt og produktlivssystemer der skal optimeres
- hvilke udvekslinger og effektpotentialer der skal reduceres
- hvilke interessenter der skal tages i betragtning.

Herefter kan målsætning, de miljømæssige opgaver og projektplan opstilles. Opgavernes art og omfang vil afhænge af synsvinklen, som fokuseringen foretages under, f.eks. ved at:

- *Få styr på aktuelle problemer*, hvis der f.eks. for konkrete produkter er konstateret miljøproblemer.
- *Undgå potentielle problemer*, hvis der f.eks. i en miljøanalyse er konstateret et effektpotentialer, der i fremtiden ville kunne give anledning til uønsket debat om virksomheden, eller som ventes at indgå i fremtidige miljøpolitiske initiativer. Eller hvis det ventes, at konkurrenterne vil forbedre effektpotentialer.
- *Udnytte potentialer*, hvis f.eks. virksomheden i andre produkter benytter teknologier, der har væsentlig færre effektpotentialer end de, der benyttes i det aktuelle produkt.
- *Skabe konkurrencekraft*, hvis f.eks. markedet efterspørger miljøegenskaber, som konkurrenterne ikke kan tilbyde i deres produkter.

Indhold og omfang af en fokusering er stærkt afhængig af, hvilke tidligere erfaringer der foreligger, og hvilken plads miljøarbejdet generelt har i virksomheden. Under selve fokuseringen kan det bl.a. overvejes, om der er:

- teknologiske trends, der tyder på nødvendigheden i skift i produktteknologier
- områder, der nødvendiggør efteruddannelse af produktudviklerne
- tiltag, der vil give målbare resultater for en begrænset udviklingsindsats
- tiltag, der ud fra mere moralske og etiske synspunkter bør iværksættes
- tiltag, der bør gennemføres for at følge eller skille sig ud fra resten af branchen
- områder, der vil give et forspring i forhold til konkurrenterne.

Miljøspecifikationer i GS'en

Eksemplet viser miljøaspekter i en GS for et elektromekanisk produkt.

Side 2
 Dato: 10. juli 1995

GS (GrundSpecifikation)
 Projekt: Konceptudvikling af PG

EMNE	UFRÅGELIGE KRAV	OPTIMERINGSPARAMETRE	ØNSKER/BEMÆRKNINGER
Opdeling	Skal alle opfyldes; ellers er det ikke nogen god løsning. Typiske eksempler er normkrav.	Egenskaber som karakteriserer den gode løsning og som skal opfyldes så godt som muligt.	Ønsker vi her sige det, men ikke - eller næsten ikke - vil betale for. Bemærkninger er f.eks. uddybninger og referencer til skemaets øvrige søjler, åbne spørgsmål o. lign.
Distribution Emballage Normalt salg Løssalg Brug/Service Drift	Evt. plastfolie til overtræk af PVC/PVE af polypropylen Styropor erstattes af pap Forsendelses- og returemballage skal udføres iht. intern norm #S077 5 år Canadian Safety Specs:CSA C22.2 Europæiske sikkerhedsspecifikationer: EN 60950 EN 41003	Høj pakningsgrad Minimering af energiforbrug Blandt de 10% bedste på markedet	Er indpakning nødvendig? Skal vi lave standby?
Genanvendelse Materialer	Demonstretid < 10 min. Plast-regranulat benyttes til kapsling Ventilblok skal genanvendes/oparbejdes	Maksimering af andelen af genanvendelige materialer med hensyn til antal og grad af oparbejdning.	Plast-regranulering #Si07-6
Emission Olietype	Materialer af emissionskategori: I: 0% II: <10% III: rest	Emissionskategori II minimeres Minimering af antal og mængde af nødvendige additiver.	anbefalede olietype: XX, YY

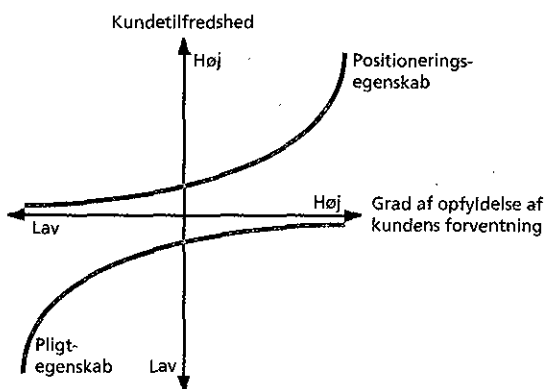
Pligt- og positioneringsegenskaber

For kunderne er produktets egenskaber ikke alle lige vigtige. Nogle forudsættes at være til stede, mens andre giver oplevelsen af, at produktet er unikt i forhold til konkurrerende produkter. De egenskaber, brugeren oplever, kan derfor ifølge Mørup, 1993 opdeles i:

Pligtsegenskaber, som kunden og brugerne tager for givet, at produktet besidder, og som skal være opfyldt til et vist minimum.

Positioneringsegenskaber, der for kunden udskiller det aktuelle produkt fra andre produkter og samtidig hermed positionerer det i forhold til andre produkter.

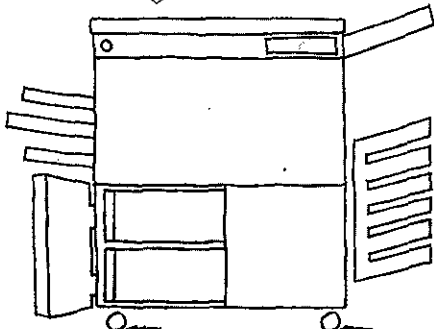
Kurven (efter Kano et. al 1984) viser, at en forbedring af en pligtsegenskab, ud over kundens forventning til det tilstrækkelige niveau, ikke vil øge kundens tilfredshed med produktet. Tværtimod vil en for lille opfyldelse medføre utilfredshed med produktet. Derimod vil forbedringer af en positioneringsegenskab øge kundens tilfredshed med produktet.



Det gælder derfor om at være særlig opmærksom på, hvilke miljømæssige egenskaber der er pligtsegenskaber, og hvilke der kan gøres til positioneringsegenskaber. Endvidere skal man være opmærksom på, at positioneringsegenskaber, efterhånden som flere og flere konkurrenter forbedrer egenskaberne i deres produkter, vil blive til pligtsegenskaber.

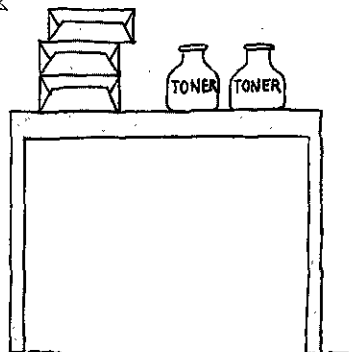
Miljømæssige positioneringsegenskaber:

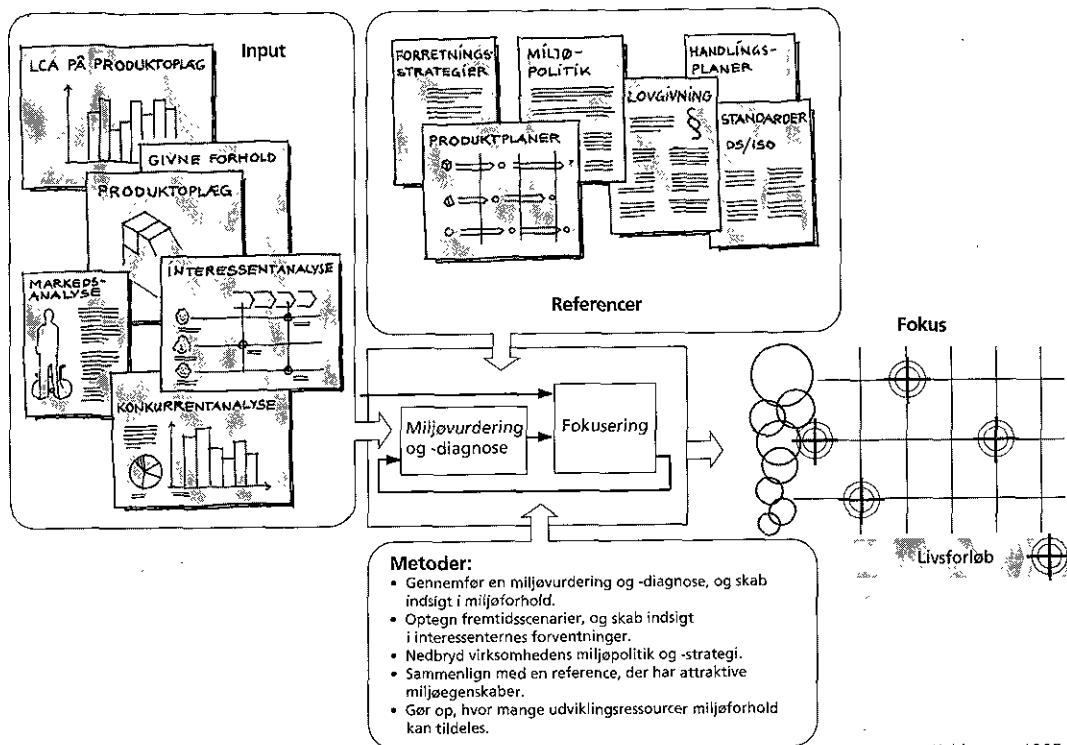
- Har opnået et anerkendt miljømærke
- Indgår i en returordning, hvor den opdateres og sælges som brugt
- Kan adskilles i hovedbestanddele på under fem minutter
- Tonerbeholdere indgår i returordninger
- Minimeret energiforbrug
- Tonerforbrug blandt de 10% laveste på markedet



Pligtsegenskaber:

- Kontrastregulering
- Variabel papirstørrelse
- Variabelt kopiantal
- Trinvis op- og nedfotografering





Keldmann, 1995

Figur 39: Faktorer, der bestemmer fokus for et udviklingsprojekt.

Gennemførelse af en fokusering kræver indsigt i både miljø- og forretningsforhold, se figur 39. Udfordringen for udviklingsafdelingen ligger ikke bare i at minimere miljøeffekterne men også i at optimere forretningskabelsen. Virksomhedens nøglekompetencer skal nyttiggøres og opdyrkes, og de markedsmæssige muligheder udnyttes.

Fokusering må således baseres på konkurrenternes miljøhensyn i deres produkter og på interessenternes, herunder brugernes krav, forventninger og prioriteringer, men virksomheden kan også træffe egne beslutninger om, hvad der skal og bør gøres. Der kan være miljøforhold, som i dag er upåagtede, men kan gøres til en konkurrencefaktor.

Inden fokus endeligt fastsættes, bør udviklingsafdelingen overveje, hvorledes miljøtiltagene bedst kan indpasses i en kort- og langsigtet planlægning. Under fokuseringen kan det vise sig, at det påkrævede miljøtiltag er af generel karakter for store dele af virksomhedens produktfamilie. En sådan opgave kan enten løses inden for rammerne af et udviklingsprojekt for et konkret produkt, eller i form af teknologiprojekter. For udviklingsafdelingen handler det om gradvist og målrettet at få styr på miljøproblematikken.

I målsætningen for et udviklingsprojekt formuleres projektets formål og tilsigtede resultat. Den tager udgangspunkt i virksomhedens miljøstrategier og -politikker, og miljøforhold indgår derfor som et integreret element i et målsætningsdokument.

Målsætningen bygges på resultaterne fra fokuseringen og opstilles på baggrund af interessenternes miljømæssige forventninger, myndighedskrav, gældende normer for produkttypen, krav til eventuelle miljømærker samt virksomhedens egne krav og forventninger til den forretning, produktet skal bidrage med.

Hvis projektet skal føre til lave effektpotentialer og høj miljømæssig konkurrencekraft, skal dette specificeres, inden projektet igangsættes.

For produkter, der ikke i tidligere projekter har været behandlet miljømæssigt, vil en miljøvurdering på eksisterende produkter, både egne og konkurrenternes, kunne give værdifuld indsigt i de særlige miljøforhold, der gælder for den pågældende produkttype.

GrundSpecifikationen (GS) omhandler tekniske egenskaber for produktet og relevante produktlivssystemer. Den skal være operationel og kunne bruges som vurderingsgrundlag. Den indeholder to typer specifikationer:

- *Krav*, der angiver egenskaber, der skal være opfyldt for at et løsningsforslag betragtes som en løsning på den stillede opgave.
- *Optimeringsegenskaber*, der angiver egenskaber, der karakteriserer den gode løsning, og som man forsøger at opfylde så godt som muligt.

Side 74 viser miljøaspekter i en GS for et elektromekanisk produkt. Egenskaberne kan yderligere indordnes efter, om de skal betragtes som pligt- eller positioneringsegenskaber, se side 76.

Når målsætningerne er på plads, har projektgruppen forudsætninger for undervejs i projektet at:

- kunne udpege, hvilke løsningsforslag der kan betragtes som reelle løsninger, dvs. at kravene er opfyldt
- adskille løsningsalternativer i gode og dårlige løsninger, dvs. i hvor høj grad optimeringsegenskaberne er opfyldt
- vurdere om projektet lever op til forretningsmæssige forventninger.

Formuleringen af en målsætning fordrer ikke bare indsigt i udvekslinger og effektpotentialer. Det kræver kendskab til trends inden for miljømæssige holdninger i samfundet, til konkurrenternes tiltag og til forventninger inden for lovgivning og normarbejde, se figur 40. Miljøforhold er derfor en integreret del i de målsætningsværktøjer, der i udviklingsafdelingen benyttes under målformulering til at beskrive den ideelle forretning.

Udviklingsprojekt

Fokusering
Målsætning
Produkt
Livsforløb
Verificering



Bang & Olufsen har foretaget markedsundersøgelser, der viser, at kunderne prioriterer miljø i deres valg, men at miljøegenskaberne ikke hører til blandt de mest væsentlige. B&O-fjernsyns miljøegenskaber hører derfor til blandt pligttegenskaberne i grundspecifikationen.

Der er også gennemført en konkurrentanalyse. Ud fra denne er det muligt at formulere mål vedrørende energiforbrug og demontageegenskaber.

Energiforbrug

Tidsskriftet Råd & Resultater (1993, nr. 10) har foretaget en sammenligning af almindelige 28" fjernsyn, herunder energiforbruget. Her er målt effektforbrug fra 2-18 W i standby og fra 75-107 W i drift. Det forholder sig dog sådan, at hverken den værste eller den bedste kombination mellem standby og drift forekommer. Yderligere er der senere registreret, at en enkelt model fremstilles med et standby-forbrug på 0,1 W. Beovision LX 5500 har et effektforbrug på 81 W i drift og 3 W ved standby, og det nye fjernsyn, Beovision Avant, bruger 75 W ved drift og 3 W ved standby, inklusive den integrerede video. Bang & Olufsen ligger derfor i den gode ende af skalaen, og der arbejdes fortsat med at mindske effektforbruget både under drift og standby.

Genbrug

For den mest kritiske ressource, kobber, vurderes forbruget at være af samme størrelse for alle fjernsyn. Forskellene mellem fjernsyn ligger derfor i demonteringsmulighederne, altså hvor besværligt det er at demontere bagparten. Umiddelbart vurderes det, at der ikke er nogen nævneværdig forskel på de enkelte produkter. Bang & Olufsen arbejder med at forbedre demonteringsmulighederne for produkterne.

Levetid

Når kunden vælger at bortskaffe fjernsynet, skyldes det oftest, at det er for dyrt at reparere det i forhold til at købe et nyt. Reparationer koster stort set det samme, hvad enten fjernsynet er billigt eller dyrt, stort eller lille. Derfor vil billige fjernsyn ofte blive bortskaffet tidligere end dyre fjernsyn og derved have en kortere levetid. B&O's relativt dyre fjernsyn kan tilbyde en del reservedele og udskiftningsmoduler, hvilket muliggør flere reparationer/udskiftninger, hvorved fjernsynets samlede levetid øges.

Lovmæssige reguleringer

Der arbejdes i dag med frivillige miljømæssige ordninger, som blandt andet omfatter tilbagetagningsordninger for elektronik og maksimumsgrænser for standby-forbrug, og for eksempel er Tyskland, Sverige, Holland og Danmark nået relativt langt i overvejelserne om tilbagetagningsordninger. Schweiz har allerede indført frivillige maksimumsgrænser for standby-forbrug på en lang række elektronikprodukter, og EU arbejder også på at indføre det.

Figur 40: Langsigtede elementer i Bang & Olufsens miljømæssige målsætning, der i udviklingsprojekter nedbrydes til operationelle mål.

For at sandsynliggøre realismen i de miljømæssige målsætninger bør det bl.a. vurderes:

- hvilke miljømæssige forventninger interessenterne har til produktet
- hvordan interessenterne vil opleve det miljømæssige resultat
- hvordan der under salg og markedsføring skal argumenteres for produktets miljøegenskaber
- hvilke omkostninger der vil være forbundet med at opnå de angivne mål, og hvilke gevinster det vil give.

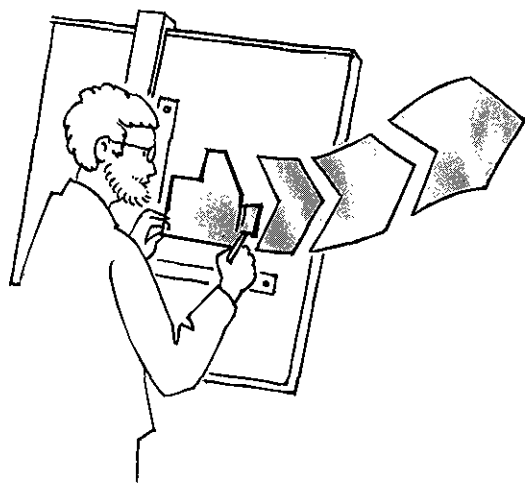
Miljøområdet er et område, der er i stadig udvikling. Holdninger hos politikere, i industrien og hos forbrugere kan hurtigt ændres. Den tekniske udvikling inden for miljøteknologier og renere processer er langt fra stagnerende. Derfor er det vigtigt, at udviklingsafdelingen nøje følger både situationen uden for virksomheden og ledelsens signaler om, hvorhen og hvordan virksomheden ønsker at bevæge sig.

6. Miljømæssig syntese, vurdering og valg

Hvordan indbygges miljøhensyn i produktet ?

Findes der gode konstruktionsprincipper at bygge på ?

Hvordan vurderer og vælger man blandt løsningsalternativer ?



De konstruktive frihedsgrader

Produktets miljøvenlighed er en egenskab, der bestemmes af produktets teknologier og ydeevne samt livsforløbets miljøeffekter og sandsynlighed. Produktudvikleren råder over en række virkemidler, som bestemmer miljøvenligheden:

- Skabelse af produktets kendetegn, som f.eks. funktionel virkemåde, teknologiske principper og emneudformning.
- Valg og fastlæggelse af livsforløbet ved at fastlægge ruter, møder og produktlivssystemer.

Udviklingsprojekt

Fokusering
Målsætning
Produkt
Livsforløb
Verificering

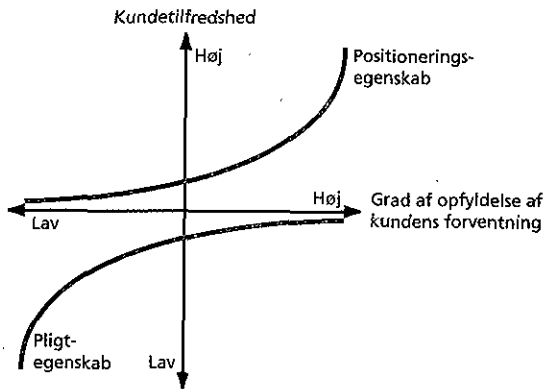
Pligt- og positioneringsegenskaber

For kunderne er produktets egenskaber ikke alle lige vigtige. Nogle forudsættes at være til stede, mens andre giver oplevelsen af, at produktet er unikt i forhold til konkurrerende produkter. De egenskaber, brugeren oplever, kan derfor ifølge Mørup, 1993 opdeles i:

Pligtsegenskaber, som kunden og brugerne tager for givet, at produktet besidder, og som skal være opfyldt til et vist minimum.

Positioneringsegenskaber, der for kunden udskiller det aktuelle produkt fra andre produkter og samtidig hermed positionerer det i forhold til andre produkter.

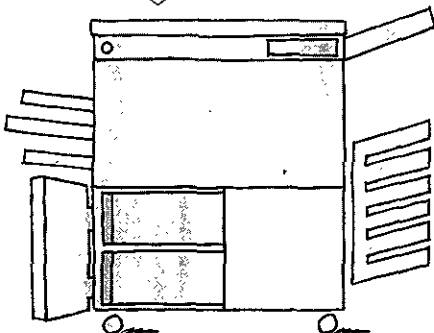
Kurven (efter Kano et. al 1984) viser, at en forbedring af en pligtsegenskab, ud over kundens forventning til det tilstrækkelige niveau, ikke vil øge kundens tilfredshed med produktet. Tværtimod vil en for lille opfyldelse medføre utilfredshed med produktet. Derimod vil forbedringer af en positioneringsegenskab øge kundens tilfredshed med produktet.



Det gælder derfor om at være særlig opmærksom på, hvilke miljømæssige egenskaber der er pligtsegenskaber, og hvilke der kan gøres til positioneringsegenskaber. Endvidere skal man være opmærksom på, at positioneringsegenskaber, efterhånden som flere og flere konkurrenter forbedrer egenskaberne i deres produkter, vil blive til pligtsegenskaber.

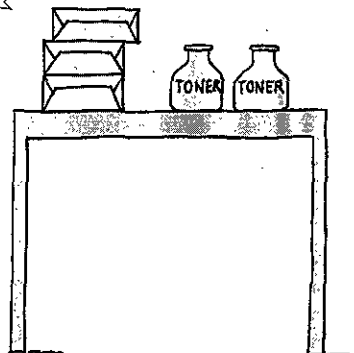
Miljømæssige positioneringsegenskaber:

- Har opnået et anerkendt miljømærke
- Indgår i en returordning, hvor den opdateres og sælges som brugt
- Kan adskilles i hovedbestanddele på under fem minutter
- Tonerbeholdere indgår i returordninger
- Minimeret energiforbrug
- Tonerforbrug blandt de 10% laveste på markedet



Pligtsegenskaber:

- Kontrastregulering
- Variabel papirstørrelse
- Variabelt kopiantal
- Trinvis op- og nedfotografering



Produktet skabes gradvist i et udviklingsprojekt ved, at der skabes løsninger på forskellige niveauer, svarende til den fase, som udviklingsprojektet befinder sig i. Komponenter detaljeres, efter at det er fastlagt, hvilke delsystemer produktet indeholder, og hvilken funktionel virkemåde de skal have. Delsystemerne fastlægges, når det er bestemt, hvilke primære og sekundære funktioner, produktet skal indeholde. Funktioner bestemmes, når det er besluttet, hvilket behov produktet skal dække og hvordan.

Hvert niveau kan derfor karakteriseres ved de alternative kendetegn, der fastlægges. Det er de såkaldte konstruktive frihedsgrader, som det er illustreret på siderne 52, 54 og 56 i kapitel 4. Det er ud fra fastlæggelsen af frihedsgraderne, at produktudvikleren specificerer de attraktive løsninger.

Når de konstruktive frihedsgrader fastlægges, disponeres produktets miljøvenlighed og alle andre produkttegenskaber.

Syntese består i at finde alternative konstruktive løsninger med bestemte ønskede egenskaber, herunder miljøegenskaber. Herefter vælges de løsninger ud, der giver optimal målopfyldelse, se figur 41. Miljøtænkning skal derfor ligge bag arbejdet på alle niveauer.

Egenskaberne af de valgte løsninger skal vurderes på det rigtige tidspunkt, dvs. i overensstemmelse med det niveau, konstruktionsarbejdet er på. Hvis alle overvejelser om egenskaber udskydes til



Figur 41: Hvert niveau af produktet har kendetegn, der influerer på miljøegenskaberne.

Kendetegn

Behov

Transformation

Konceptniveau

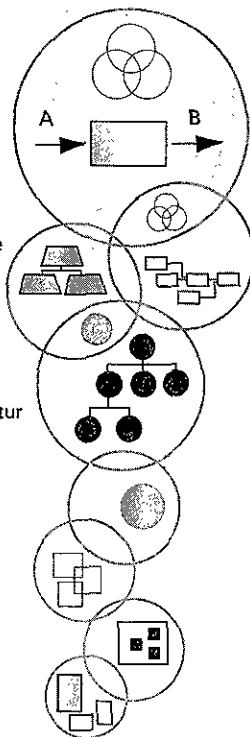
Funktioner
Mand/maskin-afgrænsning
Procesrækkefølge
Input/output
Teknologier

Strukturniveau

Delsystemer
Opbygningsstruktur

Komponentniveau

Komponenter
og materialer
Undersamlinger



Miljømæssig indflydelse:

Art af behovsdækning

- Ydeevne, funktionsenhed

Art af livsforløb, ruter og møder

- Gennem fastlæggelse af f.eks.:
- Reduceret behovsdækning
 - Ændret på opgavefordeling mellem aktør og produkt
 - Type af bortskaffelsessystem

Forløb af ruter,

Gennem fastlæggelse af f.eks.:

- Modulopbygning

Konkret indhold og forløb af møderne og størrelse af udvekslinger

- Gennem fastlæggelse af f.eks.:
- Dimensioner, materialenummer
 - Overflader
 - Tolerancer

Art og type af udvekslinger

Gennem fastlæggelse af f.eks.:

- Reduceret behovsdækning
- Art af energikilde
- Teknologisk princip: elektrisk/mekanisk/software

Udvekslingens størrelsesorden

Gennem fastlæggelse af f.eks.:

- Betjeningsmønstre

Tilpasning mellem produkt og produktlivssystem

Den samtidige skabelse, og dermed også gensidige tilpasning, af produktet og f.eks. demontagesystemet opgøres i universaldyderne, se figur 8 side 27. De er et udtryk for projektgruppens opfattelse af, hvorledes f.eks. demontageteknikeren eller genvindingsvirksomhedens ledelse til sin tid vil vurdere godheden af demontageaktiviteterne.

Nedenstående viser hvilke faktorer, der kan indgå i en vurdering af demontageegenskaberne:

Små demontageomkostninger

- Værdi af fraktioner, dvs. materialer, komponenter og delsystemer.
- Bortskaffelsesomkostninger for materielefraktioner.
- Afsætning og omsætningshastighed af materielefraktioner.
- Totale bortskaffelsesomkostninger inkl. behandling, investeringer, og logistik.

Kort demontagetid

- Håndterbarhed af emner, der skal flyttes.
- Selvforklarende adskillelse.

Kvalitet af materielefraktioner

- Renhed af fraktioner: Er der påklistret papir på plast?
- Synlighed for operatøren, at fraktioner har bortskaffelsesværdi.
- Synlighed for operatøren, hvorledes bortskaffelsen skal foregå.

Fleksibilitet og alsidighed af demontagesystemet

- Demontagemetoden og værktøjsbehovet, som produktet kræver.

Effektivitet af demontagesystemet

- Anvendte samlemetoder.
- Tilgængelighed af værdifraktioner/farlige fraktioner.
- Art og antal af miljøfarlige fraktioner i produktet.
- Synlighed af værdifulde og miljøfarlige fraktioner.
- Antal påkrævede demontageretninger.
- Antal fraktioner, produktet skal adskilles i.

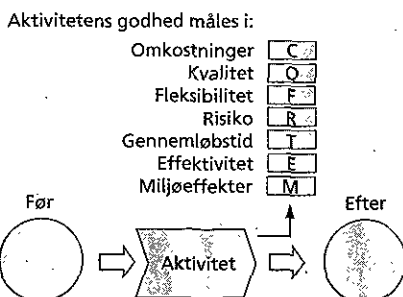
Risiko for ikke at udnytte demontagesystemet fuldt ud

- Sandsynlighed for at miljøfarlige komponenter fjernes, og at værdifulde emner opsamles.

Godt arbejdsmiljø

- Gode arbejdsstillinger.
- Ingen ukontrollerede udslip af kemikalier.
- Ingen lugtgener.

Der kan på tilsvarende vis opstilles lister for andre aktiviteter godhed i livsforløbet, baseret på følgende generelle godhedsmål:



komponentniveauet, der besluttes i projektets detaljeringsfase, kan der ikke på det tidspunkt skabes en enhed, der styrer "energisparedrift", idet denne funktion ikke er "bygget ind i produktet". Man kan naturligvis gå op til konceptniveauet, dvs. gå tilbage i projektet og ændre allerede truffne beslutninger, men i så fald er det snarere et udtryk for et ukontrolleret eller ineffektivt udviklingsforløb, end det er et udtryk for produktudviklerens valgfrihed og kreativitet.

De største miljøforbedringer opnås ved miljøtænkning og indbygning af miljøhensyn i udviklingsprojektets tidlige faser.

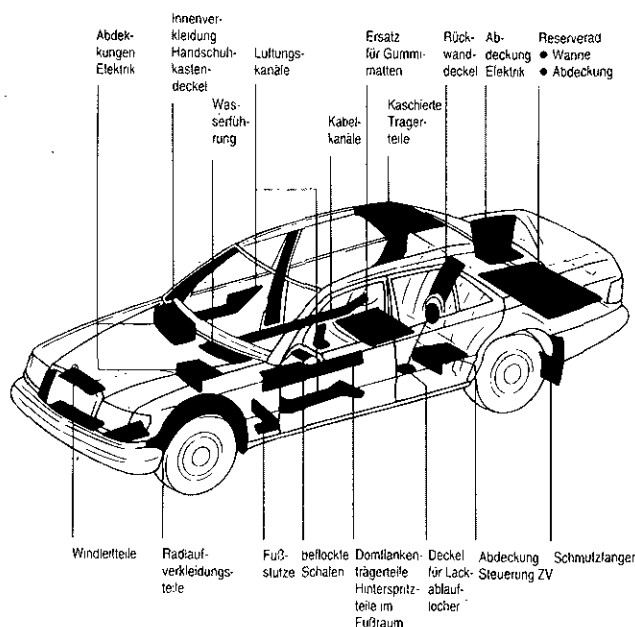
De største reduktioner og effektiviseringsgevinster hentes på koncept- og strukturniveau, mens der kun kan skabes mindre forbedringer i en projektindsats, der alene finder sted på komponentniveau. Det samme gælder for valg og fastlæggelse af livsforløbet. Det er på de øverste niveauer, at de ønskede ruter defineres ved det principielle forløb, mens man på komponentniveau optimerer løsningerne i forhold til de ønskede ruter.

Den samtidige skabelse af produkt og livsforløb

Produktlivssystemerne, som produktet møder, udvikles også som produktet enten samtidig og i samspil med produktets udvikling, eller også findes de allerede i mere eller mindre tilpasset form. De gennemløber også koncept-, strukturerings- og detailudformningsfaser. For at opnå kontrol over miljøeffekter og miljøvenlighed må produktudvikleren fastlægge produktets frihedsgrader i en sådan sammenhæng med produktlivssystemerne, at der opstår gode og kontrolerede miljøforhold i de aktuelle møder i produktets liv, se figur 42.



Figur 42: Europæiske automobilfabrikker er langt fremme i udviklingen af recycling-fabrikker.



Flere europæiske automobilfabrikker opbygger i dag genvindingsfabrikker på forsøgsbasis. Her har man udviklingen af produktet og en del af produktlivssystemerne, f.eks. indsamlings-, demontage- og sorteringssystemerne, inden for firmaet, og man kan foretage en totaloptimering baseret på løbende indhentning af erfaringer. F.eks. planlægger Mercedes-Benz at indbygge emner i genanvendt materiale, som er markeret med sort i tegningen.

(Kilde: Mercedes-Benz AG, Stuttgart)

Scenarier for produktets livsforløb

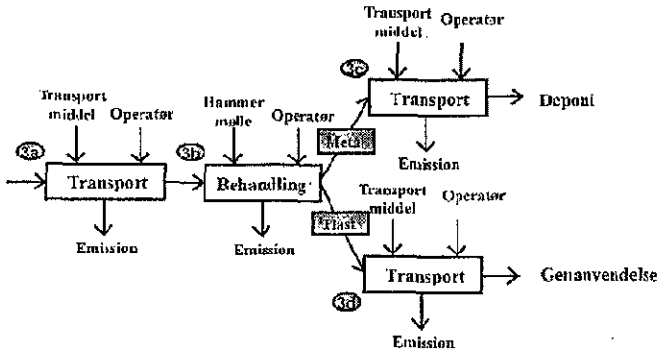
For at kunne vurdere et produkts bortskaffelsesegenskaber er det nødvendigt at afgøre, hvilke bortskaffelsesmetoder, det er sandsynligt, der vil blive benyttet, når produktet skal bortskaffes.

Da et produkt kan bortskaffes på flere forskellige måder med forskellige miljømæssige egenskaber til følge, er det nødvendigt at opstille en række alternativer for produktets bortskaffelse, de såkaldte bortskaffelsesscenarioer. Ud fra dette kan der opstilles alternative opbygninger af det produkt, der er tilpasset de forskellige scenarier. Med denne baggrund kan man foretage en vurdering af de alternative produkt-/bortskaffelsesløsninger og dermed vælge den bedst egnede løsning for produktet.

Figuren viser to scenarier for, hvordan en radiatortermostat kan bortskaffes:

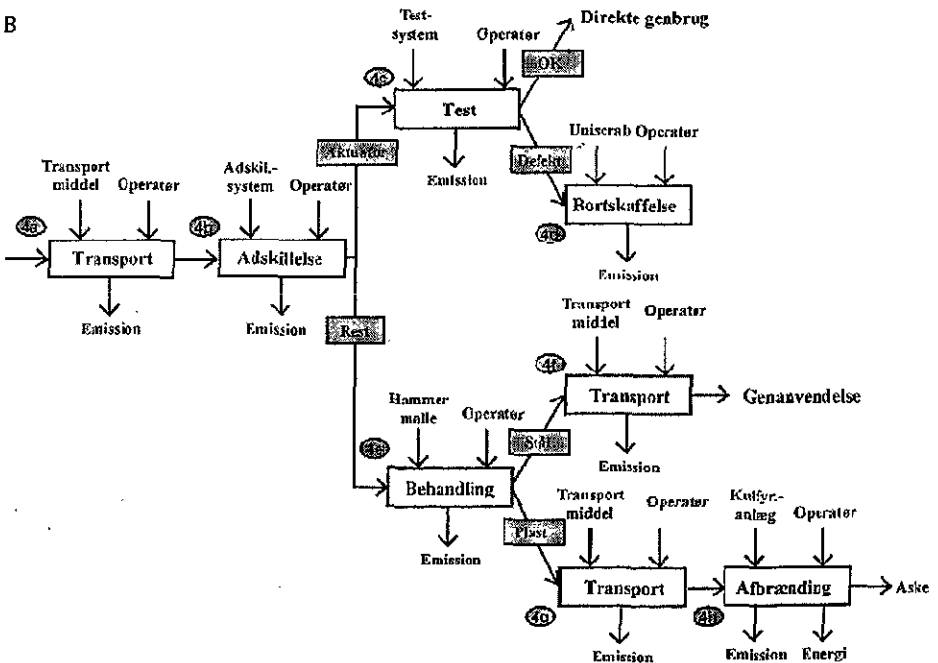
Scenario A

Radiator-
termostat
fra slut-
bruger



Scenario B

Radiator-
termostat
fra slut-
bruger



Der kan opstilles tilsvarende scenarier for de øvrige livsforløbsfaser. Ud fra dette kan der udarbejdes forskellige løsninger for produktet.

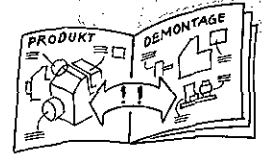
Et element i vurderingen er de forskellige scenariers realisme. Vælger man at satse på afbrænding som bortskaffelsesmetode, er det vigtigt, at dette valg er baseret på en sandsynliggørelse af, at afbrænding er en realistisk og godkendt bortskaffelsesmetode, når produktet er udslidt.

I praksis vil produkterne fordele sig ud på flere af scenarierne og måske også ud i scenarier, der enten ikke er forudsætte, eller som er oversete.

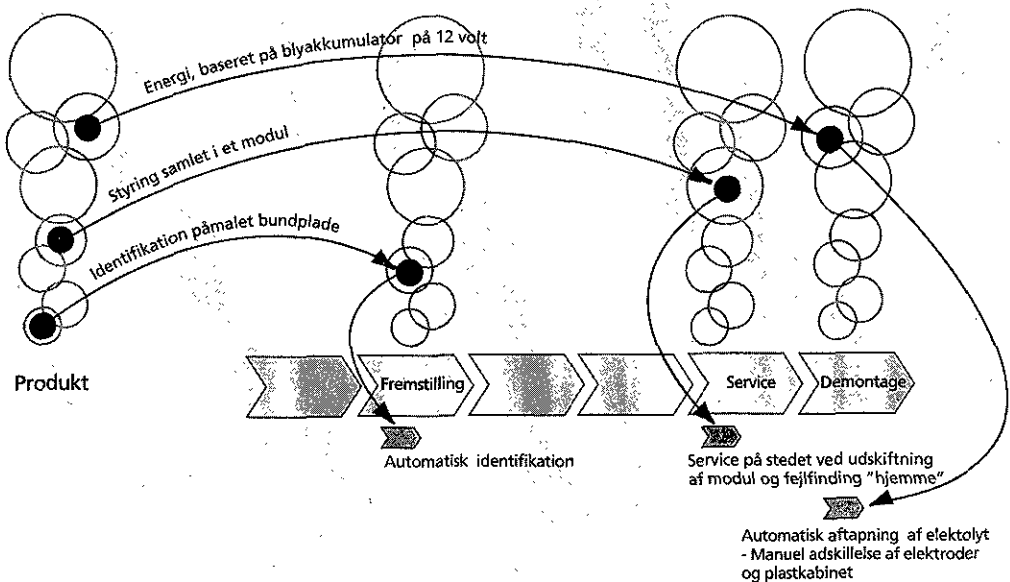
Efterhånden som produktet specificeres mere og mere, defineres produktets formodede livsforløb, se figur 43. Det er derfor formålstjenligt at tænke i frihedsgrader, fordi det gør det muligt at finde både generelle og meget produktspecifikke sammenhænge mellem produktet og produktlivssystemet. Disse sammenhænge kan udtrykkes ved principper for Miljørigtig Konstruktion.

Erfaringer fra miljøområdet og fra anvendelse af andre konstruktionsmetoder, der også behandler sammenhænge mellem produkt og produktlivssystem, som f.eks. Montagerigtig Konstruktion (Andreasen et al. 1982 og 1988) eller Produktionsrigtig Konstruktion (Fabricius 1994), viser, at:

Den største forbedringsgevinst for miljøeffekter opnås ved samtidig at fastlægge produktet og produktlivssystemerne.



Efterhånden som produktets frihedsgrader fastlægges, fastlægges produktivsystemerne også, og dermed også livsforløb, møder og miljøeffekter. Sammenhængene udtrykkes i generelle og produktspecifikke konstruktionsprincipper på koncept-, struktur- og komponentniveau.



Moderne vil i høj grad være disponeret af produktudvikleren, så senere rationaliseringer i hver enkel livsfase kun vil give begrænsede rationaliseringseffekter, se side 80. Denne erkendelse, der har stor betydning for den måde, produktudvikleren bør tænke på, kaldes disponeringstænkning. Produktudvikleren skal arbejde ud fra den synsvinkel, at aktørerne, både dem i produktionen og dem i de efterfølgende produktlivsfaser, kun har ringe indflydelse på deres egen situation og på miljøeffekterne, når produktet er i drift. Brugeren bestemmer naturligvis selv, hvornår produktet, f.eks. et fjernsyn eller en varmeblæser, skal være i drift.

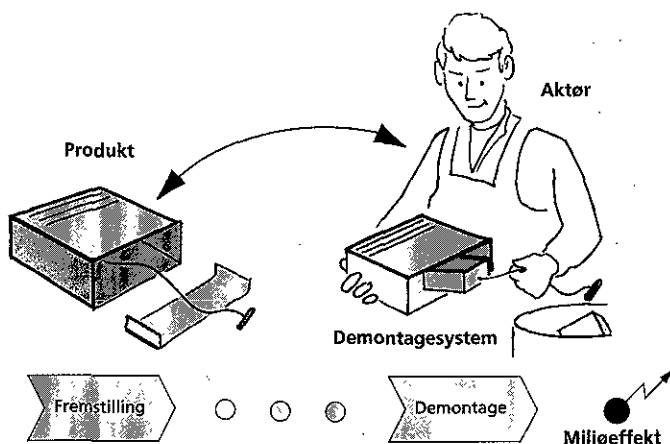
Figur 43: Møders indhold disponeres, når produktudvikleren udformer produktet og produktlivssystemerne.

Udnyttelse af miljømæssige konstruktionsprincipper

Når et miljømæssigt konstruktionsprincip udnyttes, får det indflydelse på både produktet, produktlivssystemet og mødet - og dermed også på udvekslinger og effektpotentiale.

Det kræver stillingtagen til produktets og til demontagesystemets kendetegn og til de forventede effektpotentiale at udnytte princippet:

Fastgør miljøproblematisk elektronik til en wire, der trækkes ud af produktet under demontage for at reducere udvekslinger fra elektronikgenvinding



Produktet:

Den miljøproblematisk elektronik samles i et modul, der monteres med dobbeltklæbende tape. På modulet fastgøres en gulmalet wire med et tværgående håndtag, der lægges løst i kabinettet.

Demontagesystemet:

Demontagesystemet opbygges som en manuelt betjent arbejdsplads, hvor demontageteknikeren råder over forskellige typer af håndbetjente klippeværktøjer og skruetrækkere. De adskilte emner opsamles i containere, der sendes til skrotværker.

Mødet:

Demontageteknikeren afmonterer kabinettets sideskjold. Den gule wire, der ligger umiddelbart bag sideskjoldet, trækkes ud med håndkraft, og modulet med de miljøproblematisk elektronikkomponenter følger med. Hele modulet kastes ned i containeren med indhold, der skal behandles som elektronikaffald.

Miljøeffekter:

Reduktion af udvekslinger og effektpotentiale ved at fjerne og særbehandle miljøproblematisk emner under bortskaffelsen sammenlignet med et alternativ, hvor al elektronikken afbrændes.

Princippet har også effekter i andre møder end genvindingssituationen:

- Der medgår materiale ved fremstilling af wiren, og der skal bruges gult farvestof, dvs. øget materialeforbrug.
- Der er lim på den dobbeltklæbende tape, som måske har uønskede arbejdsmiljøeffekter.
- Limen kan miste sin klæbeevne, hvis produktet udsættes for store temperaturudsving, så modulet rystes løst, og produktet ikke virker mere.

Eller måske opstår det forventede møde ikke:

- Hele produktet smides i en shredder uden forudgående adskillelse, fordi genvindingsvirksomheden råder over en shredder, der uden problemer separerer miljøfarlige materialer og emner.
- Demontageteknikeren opdager ikke wiren og ved ikke, at produktet indeholder miljøfarlige emner, hvorfor modulet ikke bliver fjernet.

Ud over at indbygge miljøhensyn er det også produktudviklerens ansvar at sikre høj målopfyldelse i livsforløbets møder. Målopfyldelsen opgøres i universalsdyderne, se side 82. Den sikres ved at tilpasse produktet til de enkelte produktlivssystemer, efter at det er besluttet, hvilke livsfaser og møder der ud fra forretningsmæssige hensyn skal prioriteres højest. Eksempelvis kunne en virksomhed vælge at tage udtjente produkter tilbage. Forøges virksomhedens bortskaffelsesomkostninger herved, kunne dette accepteres, hvis genbrug af delsystemer f.eks. kan reducere produktionsomkostninger eller øge kundens kvalitetsopfattelse.

Produktudvikleren disponerer ikke alene de enkelte møder men hele livsforløbet. Uanset om det sker bevidst eller ej, disponeres livsforløbet samtidigt med, at produktet skabes. At skabe attraktive ruter for et produkt kræver indsigt i og bevidst stillingtagen til livsforløbet, se side 84.

Produktet kan forsynes med alternative ruter med forskellige sandsynligheder som grundlag for konstruktionsarbejdet.

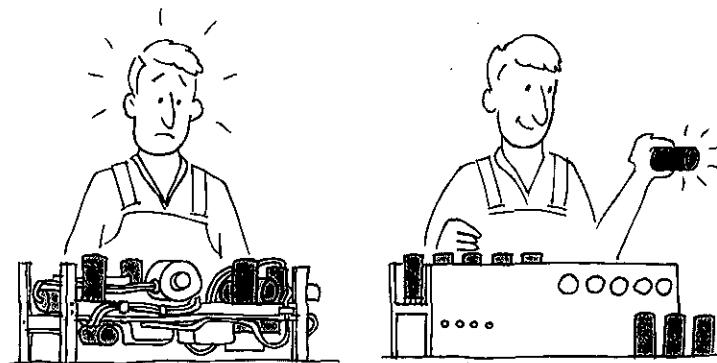


Det forløb, produktet udstyres med, er kun potentielt. Om det følger den planlagte rute afhænger af, hvor realistiske produktudviklerens forestillinger var, og af aktørerne, der kan misforstå produktudviklerens intentioner eller selv have helt andre. I den tid, der går fra udviklingsprojektet afsluttes, til mødet finder sted, kan der også være dukket brugsmønstre eller bortskaffelsesteknologier op, og holdninger kan have ændret sig radikalt. Produktet kan så følge helt uventede ruter. Produktets konkurrencekraft kan måske ikke udnyttes, hvis produktet rammer en forkert rute - eller hvis der opstår uønskede miljøeffekter. Disse situationer kan måske forebygges ved overvejelser tidligt i udviklingsprojektet, se figur 44.

Principielt kan alle produkter adskilles, men effektiviteten af adskillelsen vil variere. For en elektronikgenbruger afhænger omkostningen ved adskillelse direkte af effektiviteten - op mod 75 procent af omkostningen skyldes demontagetiden.

Produkter hvor miljøproblematiske elementer er synlige og let tilgængelige, og hvor materialer, der kan afsættes med fortjeneste, let kan separeres fra andre materialer, har den største sandsynlighed for at blive adskilt og behandlet som planlagt.

Figur 44: Den reelle miljøvenlighed påvirkes af, hvor let aktøren har ved at gøre de rigtige ting.



Idealkoncepter

Et miljøkoncept beskriver de miljømæssige aspekter ved en given produktudformning. Miljøkonceptet skal vise produktets miljømæssige konsekvenser i alle eller udvalgte produktlivsfaser.

Ved udarbejdelsen af koncepter er det afgørende, at der opstilles alternativer, så forskellige løsningsretninger og -principper belyses.

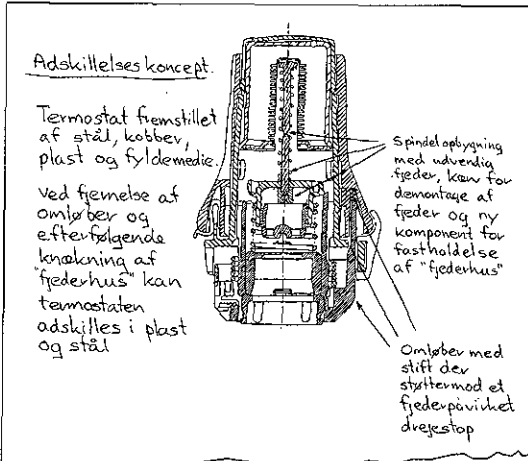
For at afprøve ekstremerne, inden den endelige udvælgelse af attraktive løsningsforslag, kan teknikken med at opstille "idealkoncepter" benyttes. Et idealkoncept fokuserer på et enkelt aspekt ved produktet. Alternative koncepter opstår f.eks. ved at:

- Opstille alternative funktionsprincipper (f.eks. mekanisk eller elektronisk regulering).
- Tage udgangspunkt i forskellige ruter (f.eks. bortskaffelse ved afbrænding eller ved deponering).
- Undersøge konsekvensen af forskellige materialer (f.eks. stel i plast eller i aluminium).
- Undersøge konsekvenser af flere eller færre funktioner (f.eks. med og uden sparefunktion).

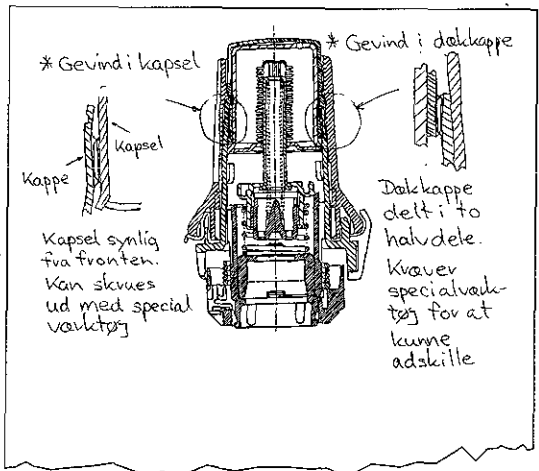
Det endelige koncept vil opstå ved at vælge de bedste elementer fra idealkoncepterne ud og tilpasse disse til produktet.

Danfoss Silkeborg undersøgte alternative bortskaffelseskoncepter for en radiatortermostat. I alt blev der opstillet otte idealkoncepter, der hver fokuserede på en bestemt type af bortskaffelse eller type af demontage.

Koncept baseret på destruktiv demontage



Koncept baseret på ikkedestruktiv demontage



Miljømæssige konstruktionsprincipper

Et konstruktionsprincip er en generel beskrivelse af to sammenhængende og gunstige løsningsvalg, et for produktet og et for produktlivssystemet, som giver en attraktiv effekt. Denne effekt opstår først i mødet og afhænger af indbyggede sammenhænge mellem de to sæt løsninger. Se side 86. Her vises princippet, der fører til en løsning, der letter separeringen af elektronik med genbrug for øje.

Når der anlægges et helhedsorienteret syn på produktudviklingsopgaven, hvor alle miljøeffekter over hele produktets livsforløb skal optimeres, må man være opmærksom på, at et konstruktionsprincip ikke er udtryk for en endegyldig sandhed:

- et indgreb i produktet påvirker ofte mere end ét møde og mere end én udveksling
- effekten kan være positiv i ét møde og negativ i et andet.

Et princip, der følges, giver ikke altid en gavnlig effekt. Det afhænger af den konkrete opgave: kompositter kan være miljømæssigt gavnlige, når de bruges til letvægtstog, men uønskede i håndtag på værktøj. Derfor kan en målsætning om reduktion af en udveksling ikke automatisk kobles til et konkret princip. Det kan vise sig, at udnyttelsen af princippet er formålsløs: et kompositbaseret produkt, der gøres venligt at adskille, øger ikke mulighederne for genanvendelse. Den gavnlige effekt forudsætter, at aktøren opdager, hvorledes princippet skal udnyttes: Hvis ikke brudzonen mellem det miljøfarlige emne og resten af produktet er tydelig, opgiver demontageteknikeren måske at fjerne emnet. Eller hvis brugeren ikke opdager energisparefunktionen, vil den ikke blive aktiveret.

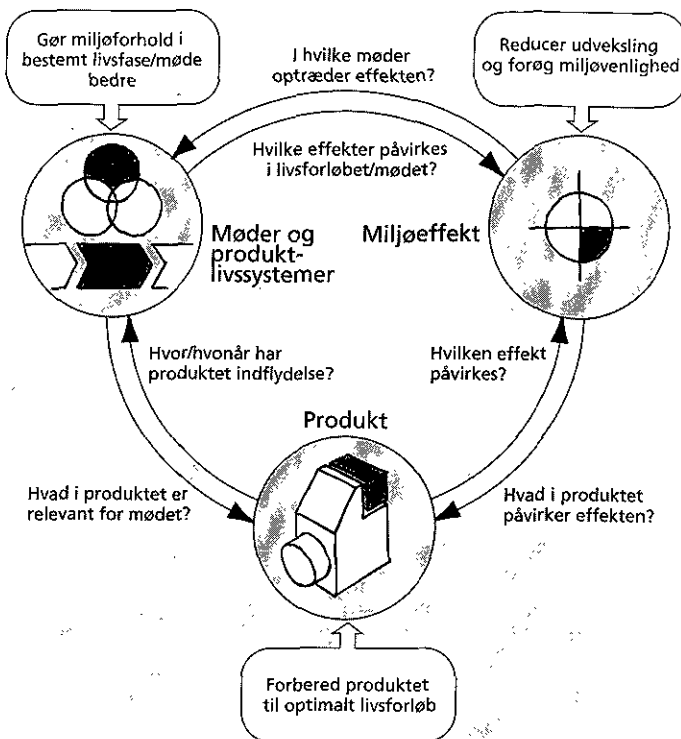
Miljørigtige konstruktionsprincipper er derfor formuleret, så der sættes fokus på, hvilke frihedsgrader i produktet der fastlægges. Princippet giver dog først mening, når det sammenholdes med det produktlivssystem, der indgår i mødet, og når det erkendes, hvilken effekt det har for miljøudvekslingerne i mødet. Se figur 45, der viser den såkaldte "principsløjfe".

Figuren viser, hvordan løsninger for henholdsvis produktet og produktlivssystemet skal sammenholdes over for miljøeffekten. Opstilling af konkrete løsningsalternativer til en udviklingsopgave kan tage forskellige udgangspunkter afhængig af situationen og den enkelte produktudviklers erfaring og kompetencer:

- *Et konstruktivt princip udnyttes til at skabe et løsningsalternativ for produktet, herefter undersøges det, hvilke møder det kan udnyttes i, hvordan produktlivssystemet bør udformes, samt hvilke udvekslinger mødet vil resultere i.*
- *Mødet og produktlivssystemet angiver retningslinier for, hvorledes produktet bør udformes, hvorefter det undersøges, hvordan produktet kan opbygges, og hvilke udvekslinger der påvirkes.*
- *Udvekslingen eller effektpotentialerne i et eller flere møder påpeger nødvendigheden af et indgreb, hvorefter det undersøges, hvilke møder udvekslingerne opstår i, og hvad der i produktet bestemmer udvekslingerne.*

Figur 45: Et princip omhandler et indgreb i produktet, et møde og en resulterende effekt.

Et princip udnyttes ved at skabe alternative løsninger for produktet og produktlivssystemet og herefter vurdere, om udvekslinger og effektpotentialer reduceres i mødet.



Udnyttelse af principperne foregår i et sammenhængende forløb, der kan være mere eller mindre formalistisk, og som kan gennemløbes en eller flere gange, se figur 46:

1 Fastsæt mål

Inden principperne udnyttes, skal målene for opgaven i de enkelte udviklingsfaser formuleres. Afhængig af projektets art og virksomhedstypen sker det som en formaliseret målsætningsproces, som en nedbrydning og detaljering af en eksisterende specifikation eller som en uformel dialog, efter at løsningsalternativerne er fastlagt.

2 Fastsæt virkemidler

Herefter fastslås, hvilket eller hvilke principielle virkemidler der skal tages i anvendelse. Denne beslutning har også indflydelse på, hvilke andre funktions- og specialistområder der har betydning for projektet. Løsningsopsøgningen kan tage udgangspunkt i ændringer af:

- Ruter eller hele livsforløb ved f.eks. at tilføje genbrugs- eller genanvendessløjfer.
- Udvekslingernes art eller størrelse.
- Adfærd og/eller holdning hos aktører gennem ændringer af f.eks. produktets brugerinterface.
- Strategisk karakter, hvor alle virksomhedens aktiviteter, produkter og samarbejdsformer betragtes under et.

De miljømæssige konsekvenser af denne beslutning kan understøttes af simuleringer i miljødiagnoseværktøjet, se figur 34, hvor forbedringspotentialer estimeres, forudsat det lykkes at skabe en god løsning baseret på det udvalgte virkemiddel.

3 Udvalg og anvend principper

Alternative principper afprøves, og der opstilles alternative løsningsforslag, der løser den stillede opgave, og løsningernes effekter, også de ikke miljørelaterede, vurderes. En metode til at afprøve principper er vist på side 88.

4 Bedøm løsningernes kvalitet

Som basis for udvælgelse af det mest attraktive løsningsforslag til videre detaljering, vurderes kvaliteten af de enkelte løsninger:

- Lever løsningen op til det miljømæssige ambitionsniveau, der er udlagt for udviklingsprojektet?
- Er de interessante løsningsalternativer undersøgt, eller er der efterladte områder, der kan skjule langt mere attraktive løsninger?
- Hvilken sandsynlighed er der knyttet til konkret afvikling af de ruter og møder, der er indbygget i løsningen?
- Hvor let/svært vil det være at kommunikere produktets miljøegenskaber til aktører og interessenter?

Som det allerede er nævnt, ligger de store effektiviseringsgevinster i udnyttelse af principperne på højt niveau. Derfor gælder det for miljøområdet, som det gælder for andre områder:

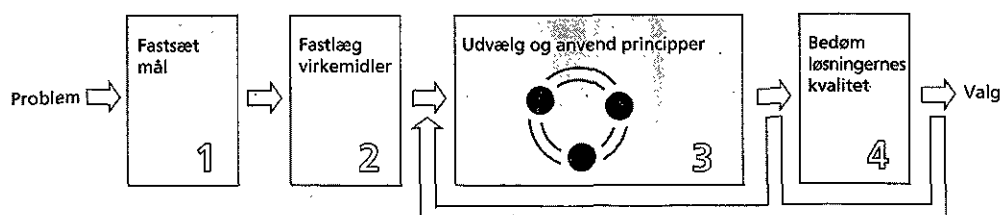
Gør først de rigtige ting - gør dernæst tingene rigtigt.



Produktudvikleren bør først koncentrere sig om at vælge de rigtige principper på koncept- og strukturniveau, f.eks. at opbygge stel, kabinet og store emner i genanvendt aluminium. Derefter skal beslutningerne fastlåses og udføres korrekt i det afsluttende detaljeringsarbejde, f.eks. skal tolerancer, overfladekvaliteter og rundingsradier fastlægges, så aluminiumsemnerne kan fremstilles uden fejl.

Principperne, der er listet på de efterfølgende sider, er en aktuel liste af universelle principper. Efterhånden som erfaringerne på miljøområdet bliver flere, kan listen suppleres. Efterhånden som virksomheden har arbejdet med Miljørigtig Konstruktion i nogle projekter, vil der dukke virksomheds- og produktspecifikke principper op, der kan bruges på beslægtede produkter og produktlivsystemer, se figur 47.

Figur 46: Det kræver stillingtagen til mål, virkemidler og løsningskvalitet at opstille attraktive løsningsforslag ud fra de generelle principper.



Produktudvikling foregår på flere niveauer. De højere niveauer bestemmer, hvad der skal og kan gøres på lavere niveau. Derfor er det væsentligt at forstå konstruktionsarbejdets niveaudeling og udnytte virkemidler på så højt niveau som muligt.

Efterfølgende findes en liste over de møder og de effekter, som konstruktionsprincipperne kan have en indvirkning på. Principperne bygger på industriens erfaringer, hvorfor antallet af principper må formodes at ændre sig med tiden. Nogle forældes, og nye dukker op, når de teknologier og materialer, som produktet og produktivsystemerne opbygges af, enten forældes eller udvikles. Med de rammer, der nu er lagt ud, kan man selv strege eller tilføje principper på de alle niveauer.

Figur 47: I den enkelte virksomhed nedbrydes principper til virksomheds- og produktspecifikke regelsæt.

I Bergendahl et al., 1994 er der bl.a. opsat følgende konstruktionsprincipper for udformning af printmonteret elektronik:

Opbygning af elektronik:

- Vælg en opbygning, som giver et lille materialeforbrug. Forsøg først med integrerede kredse, dernæst tyk- eller tyndfilm-teknologi, herefter overflademontering og sidst montering med trådede komponenter.
- Placér komponenter på begge sider af printet.
- Integrer på kisel.

Valg af kort:

- Undgå print af papir/fenol.
- Anvend så lidt metal som muligt på printet.

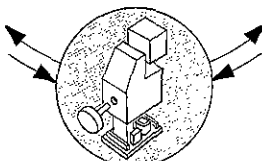
Komponenter:

- Undgå komponenter med bromholdige brandhæmmere.
- Vælg så små komponenter som muligt.
- Undgå nikkell/cadmium- og kviksølvbatterier.
- Undgå relæer, der indeholder kviksølv.
- Undgå PCB-holdige kondensatorer.

Miljømæssige principper på konceptniveau

På konceptniveau fastlægges:

- *Funktioner*, dvs. de opgaver og delopgaver, som produktet skal løse. Bestemte funktioner kan indføres til løsning af miljømæssige opgaver.
- *Teknologier og løsningsprincipper*, dvs. de fysiske virkemidler og løsninger, der vælges til at skabe funktionerne. Normalt er der et stort antal alternativer. Derfor kan de løsninger, der giver størst ydeevne og højst miljøvenlighed, udvælges.
- *Totaldesign og features*, dvs. det totale designmæssige udtryksmiddel, som vælges, samt de ledsagende funktioner eller enheder, som anses for nødvendige eller salgsunderstøttende i produktet.



Se figur 45

Fastlæggelse af hoved-og delfunktioner:

Indbyg "miljøfunktioner" i produktet, så udvekslingerne minimeres.

Selv om ekstra funktioner i sig selv medfører miljøeffekterne, kan de samtidig reducere miljøeffekterne fra andre funktioner eller indikere over for aktøren, hvordan driften skal optimeres, se figur 48.



Figur 48.

Indbyg "miljøfunktioner" i produktet, så udvekslingerne minimeres

Indbyg sparefunktioner, der kan aktiveres under drift



I Hobby 70 højtryksrensere fra KEW A/S er der indbygget et start/stop-system, der virker direkte på den elektriske motor. Knappen, der er monteret på håndtaget, kan fingerbetjenes under drift. I forhold til løsninger, hvor vandet i stedet sendes retur ved lavt tryk, spares ca. 10 procent af energiforbruget i brugsfasen, og levetiden forøges ved ca. 5 procent.

Wenzel (red.), 1996

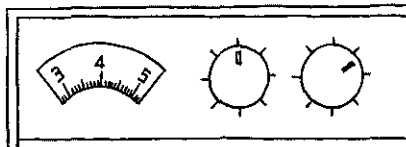
Indbyg standby-funktion eller skab hurtig opstart efter nedlukning



En 17"skærm (Nanao 760iW) kan ved aktivering af trinvis power-down gradvist lukkes ned i tre trin. På det øverste, som er fuld styrke, og det nederste dvaleniveau er strømforbruget på henholdsvis 140 og 11 watt.

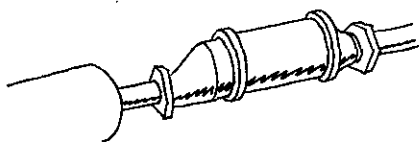
Nadel, 1993

Synliggør, at produktet kan køre i sparedrift



Hvis der indbygges en automatisk vejning af tøjet i en vaskemaskine, vil det være lettere for brugeren at dosere vaskemidlet korrekt eller at indstille maskinen til at vaske med reduceret vandmængde. Alternativet er en almindelig vaskemaskine, hvor brugeren selv skal veje tøjet inden vask.

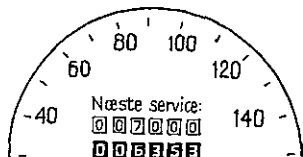
Indbyg funktion til opsamling eller destruktion af emission eller affald



Ved at placere en katalysator efter en bils udstødning forbrændes benzindampe pga. katalysatorens høje temperatur, og kulbrinter reduceres til kuldioxid og vand.

Herved undgås skadelige emissioner fra bilens motor, der udledes direkte under kørslen.

Indbyg indikator for service- eller justeringsbehov



I en bil indikerer kilometertælleren for bilisten, hvornår motoren bør serviceres og justeres. Forudsat det sker, vil det reducere emissioner fra udstødning, da en justeret motor forbrænder benzinen bedre.

Fastlæggelse af hoved-og delfunktioner:

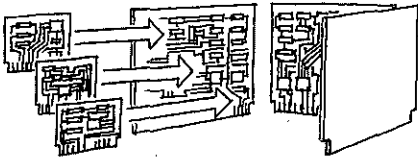


Undlad funktioner og features i produktet, hvis de kræver energi eller hjælpestoffer under drift.

Produktet må nødvendigvis indeholde funktioner, der dækker det primære behov, men principielt gælder det, at jo færre delfunktioner eller ekstra features, produktet derudover udstyres med, jo færre miljøeffekter vil der opstå, se figur 49.

Figur 49.

Undlad funktioner og features i produktet, hvis de kræver energi eller hjælpestoffer under drift



Bang & Olufsen A/S tilbyder en række features (delfunktioner) til Avant fjernsynet, bl.a.: satellitmodtager, Dolby Surround Sound lyd og et Picture in Picture (PIP) modul, som gør det muligt at følge to udsendelser samtidigt.

Hvis kunden ønsker fjernsynet leveret med disse features, vil dets energiforbrug under drift øges med henholdsvis 15 W, 7 W og 4 W.

Fastlæggelse af produktteknologier:



Benyt miljøvenlige teknologiske principper.

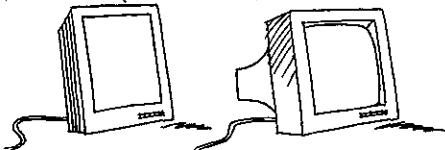
Det eller de teknologiske principper, som produktets funktioner baseres på, vil have et større eller mindre indbygget miljømæssigt potentiale. F.eks. bruger sort/hvide computerskærme væsentlig mindre energi end farveskærme, selv om de er energioptimerede.

Det må forventes, at der i fremtiden vil dukke teknologier op, som er født miljømæssigt ideelle mht. energi- og ressourceforbrug og udledning af emissioner og affald, se figur 50. Det kan også være teknologier, der særligt egner sig til genbrug, deponering eller afbrænding, eller som har meget høj virkningsgrad eller lavt effektforbrug.

Figur 50.

Benyt miljøvenlige teknologiske principper

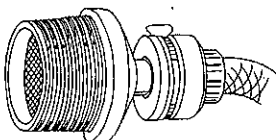
Anvend teknologiske principper, der bruger mindre energi



En billedskærm baseret på LCD-teknologi bruger ca. halvt så meget energi under drift som en skærm, der er baseret på billedrør.

Billedkvaliteten er dog ringere, og der er risiko for, at giftige kemikalier udledes under både produktion og bortskaffelse.

Anvend teknologier, der bruger mindre materialeinput eller materiale af en lavere lødighed



Til Hobby 70 højtryksrenser fra KEW A/S er der udviklet et sugefilter, der anvendes, når opsamlet regnvand eller overfladevand bruges til højtryksrensning.

I forhold til brug af vand fra vandværket spares drikkevandsressourcer.

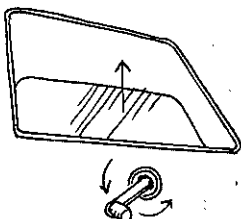
Lad funktionen udføres manuelt, hvis aktøren er bedst til at agere miljøbevidst.

Alt andet lige vil bevægelser og energiinput, der udføres af aktøren selv, have det mindste energi- og ressourcforbrug og udsende færrest emissioner, se figur 51.



Figur 51.

Lad funktionen udføres manuelt, hvis aktøren er bedst til at agere miljøbevidst



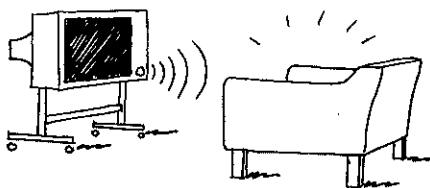
Hvis sideruder i en bil kun kan betjenes manuelt vha. af et håndsving, undgås elmotorer, der kræver energi og miljøproblematisk elektronik.

Lad funktionen udføres af produktet, hvis det er den bedste måde at sikre miljøvenligheden på.



I visse situationer vil det være mest miljøvenligt at indbygge funktioner i produktet, der overtager styringen af driften eller udfører arbejdet. Det vil kunne aflæses på alle miljøeffekter, se figur 52.

Lad funktionen udføres af produktet, hvis det er den bedste måde at sikre miljøvenligheden på.



Fjernsyn står undertiden tændt, selv om der ingen personer er i det rum, hvor det står. En personføler kan efter f.eks. 15 minutter uden registreringer af bevægelse i rummet lukke fjernsynet ned til stand-by.

Dette vil reducere energiforbruget i brugsfasen.

Wenzel (red), 1996

Figur 52.

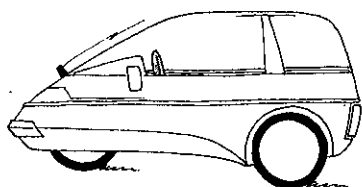
Fastlæggelse af totaldesign:

Signalér, hvilke miljøegenskaber produktet har, og hvorledes produktet håndteres, så disse egenskaber optimeres.

Hvis der kræves særlige forholdregler i mødet, øges sandsynligheden for, at det forløber som planlagt, hvis produktet selv signalerer, hvordan aktøren skal forholde sig. Det kan erstatte, at brugeren f.eks. skal læse brugsanvisninger, se figur 53.



Signaler, hvilke miljøegenskaber produktet har, og hvorledes produktet håndteres, så disse egenskaber optimeres.



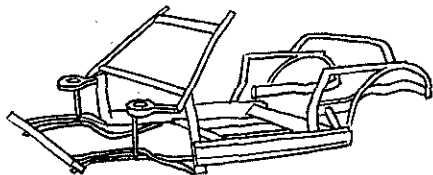
En Ellert adskiller sig i udformning og design meget klart fra en benzindrevet bil.

Der udsendes herved tydelige signaler om, at Ellerten, der ikke kaldes "bil", miljømæssigt har væsentlig andre og bedre miljøegenskaber.

Figur 53.

Forbered en opbygningsstruktur, der giver optimale miljøegenskaber.

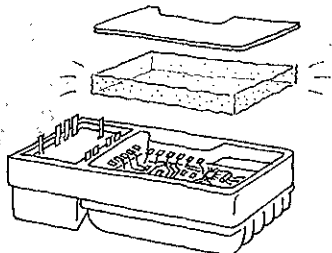
Forbered strukturen til lette konstruktionsmaterialer, hvis transport af produktet giver store bidrag til miljøeffekten



Hydro Aluminium Automotive GmbH har udviklet en aluminiumsramme til personbiler, der reducerer karrosseriets vægt med ca. 40%, hvilket vil reducere energiforbruget under kørsel.

VDI Nachrichten, 1993

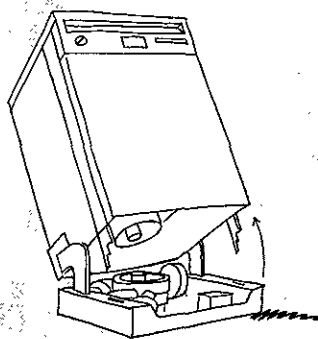
Forbered strukturen til robuste og bestandige materialer, hvis lang levetid er ønskelig



Elektronikken i en PVEH-elektrohydraulisk styreenhed fra Danfoss A/S fremstilles uden brug af lodning, men i stedet med ledende lim. Desuden beskyttes elektronikken af istøbt PUR-skum. Det forlænger levetiden af elektronikken, da lodningerne beskyttes, men det besværliggør demontage.

Wenzel (red.), 1996

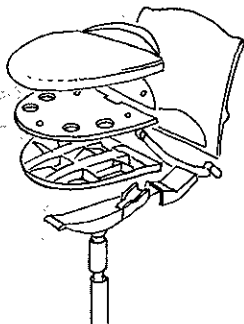
Forbered strukturen til genbrug og genanvendelse



I en opvaskemaskine fra Bosch-Siemens er styreenheder, motor, pumpe etc. placeret i en profileret boks under vaskerummet. Når maskinen klappes sammen, fikses alle enhederne. Når maskinen åbnes i forbindelse med service eller demontage, kræves intet værktøj for at frigøre enhederne.

Jorden, 1987

Forbered strukturen til homogen materialsammensætning, så demontage overflødiggøres

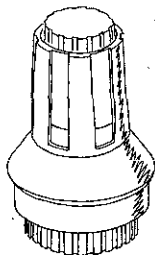


Alle emner er struktureret, så kontorstolen for 95% vedkommende kan udformes af det samme materiale. Herved reduceres demontage og sortering til et minimum.

Brinkmann, 1995

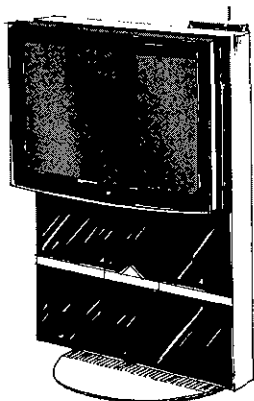
Figur 54 a.

Forbered strukturen til inhomogen materialesammensætning, så produktet optimeres i forhold til drift



Materialerne i en Danfoss radiatortermostat er valgt for at opnå egenskaber som høj tilladelig ventiltemperatur, god printbarhed af symboler på håndtaget og behagelig indstillingsfunktion. Derfor er det en varmebestandig glasfiberforstærket plasttype, der udgør kontaktfladen til ventilen. Et andet materiale er anvendt til håndtaget, bl.a. fordi det giver god printbarhed. En kombination af forskellige materialer i gevindet mellem håndtaget og kontaktfladen sikrer en behagelig indstillingsfunktion.

Forbered strukturen til fælles elektronik, så energiforbrug under drift minimeres



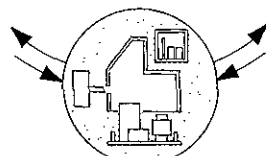
I Avant fra Bang & Olufsen styrer fjernsynet videoen, når denne ikke er programmeret. Hermed reduceres fjernsynets og videoens samlede standby-forbrug.

Figur 54 b.

Miljømæssige principper på strukturniveau

På strukturniveau fastlægges:

- *Strukturkonceptet*, dvs. den måde, som produktet opbygges på af delsystemer, moduler og komponenter. Valget af opbygning har stor indflydelse på f.eks. demontage, genbrug og effektforbrug.
- *Integration eller differentiering af delsystemer*, dvs. valg af hvilke dele, der fysisk skal løse opgaverne i produktet og deres afgrænsning i delsystemer. Her kan miljøfarlige materialer og komponenter f.eks. placeres samlet.



Se figur 45

Fastlæggelse af opbygningsstruktur:

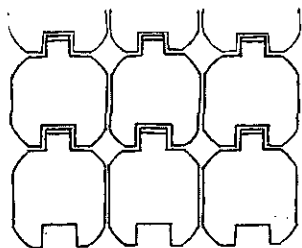
Forbered en opbygningsstruktur, der giver optimale miljøegenskaber.

Produktets opbygningsstruktur bestemmer ofte, hvor velegnet produktet er til at gennemføre de planlagte møder. Derfor skal strukturen opbygges, så delsystemer kan placeres hensigtsmæssigt i forhold til hinanden, se figur 54a og 54b.

Skab et sammenklappeligt eller stabelbart produkt, så transportvolumen minimeres.



Hvis produktet transporteres over store afstande, f.eks. ved salg og levering, kan det udformes, så der transporteres mindst mulig luftvolumen, se fig 55.



Figur 55.

Skab et sammenklappeligt eller stabelbart produkt, så transportvolumen minimeres

B&R Meyer GmbH har udviklet en plastflaske, der er optimeret mht. vægt og volumen, så produkterne kan stables tæt.

EDC News, 1993

Fastlæggelse af delsystemer:



Afgræns og fordel produktets delsystemer, så der opnås optimale miljøegenskaber.

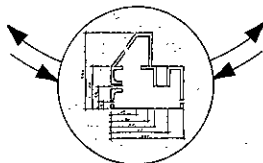
Mulighederne for eksemplevis effektiv service og demontage bestemmes af, om produktets udformning tillader det. Under fastlæggelse og afgrænsning bør det overvejes, om man kan:

- gøre delsystemer opdaterbare, så de senere kan erstattes af delsystemer med færre miljøeffekter
- gøre delsystemer servicerbare, så levetiden øges
- placere miljøproblematiske eller værdifulde delsystemer i separate moduler, så demontering lettes
- give miljøproblematiske eller værdifulde delsystemer tydelig position, så demontering lettes.

Miljømæssige principper på komponentniveau

På komponentniveau fastlægges:

- *Komponentudformningen*, dvs. dens afgrænsning i forhold til andre komponenter, befæstigelse, berøring eller frigang til andre komponenter samt dens geometriske form.
- *Materialevalg*, herunder legeringstype, udgangsmaterialets form samt underleverandører.
- *Dimensioner og tolerancer* ud fra komponentens opgave, tilgængelighed, håndterlighed og seriestørrelse samt ud fra de pasninger, der skal være mellem komponenter.
- *Overfladekvalitet*, idet overflader indgår i den måde, hvorpå funktionalitet skabes i f.eks. pasninger eller udformning af gribeblader.
- *Valg af elektriske komponenter*, dvs. realisering af de elektriske forbindelser og funktioner.



Se figur 45

Udformning af komponenter:



Udform komponenter, så miljøproblematisk efterbehandling overflødiggøres.

Det gælder f.eks. for kofangere til biler, der udformes, så efterfølgende maling ikke er nødvendig.

Valg af materialer:

Minimer materialeforbruget, så træk på råstoffer minimeres.

Normalt er emners materialeforbrug allerede optimeret ud fra omkostningssyn, men ved at optimere produktet i forhold til brugerens behov og muligheder er det undertiden muligt at optimere materialeforbruget. Det kendes f.eks. fra mælkeflasker i 1,5 liters volumen, hvor der ikke bruges 1,5 gange så meget materiale i forhold til flasker på 1 liter.

Undgå at blande materialer, der spolerer materialeegenskaberne for begge materialer.

For både plast og metaller gælder det, at for mange tilsætningsstoffer vil spolere mulighederne for genanvendelse. F.eks. er der grænser for, hvor stort et kobberindhold metalværker vil acceptere i skrot. Ligeledes vil maling og andre plasttyper kunne spolere en genbrugsplasts materialeegenskaber, se figur 56.



		Add matenal											
Engineering materials		PE	PVC	PS	PC	PP	PA	POM	SAN	ABS	PETP	PETP	PMMA
Matr. material	PE	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	PVC	○	●	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○
	PS	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PC	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
	PP	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	PA	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
	POM	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
	SAN	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○
	ABS	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
	PBT	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PETP	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	PMMA	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

I litteraturen kan man finde oversigter over, hvilke plaster, der i forbindelse med genanvendelse, kan blandes i en shredder. Lister af denne art opdateres løbende, se f.eks. Beitz, 1993.

- compatible
- compatible within limits
- compatible in small quantities
- non-compatible

Figur 56.

Brug materialer, hvor energindholdet kan indvindes ved forbrænding.

Både træ og plast kan afbrændes i kraft/varmeværker, hvor energindholdet kan indvindes. Desuden er træ CO₂-neutralt, dvs. den CO₂, der udsendes under forbrænding, svarer til den CO₂, som træet har optaget under vækst.

Brug materialer, der kan deponeres problemfrit.

Der findes lister, hvor f.eks. elektriske komponenters miljøegenskaber i produktion og bortskaffelse er angivet. Ved hjælp af disse lister kan der vælges komponenter, der er mere miljøvenlige end de, der sidder i det eksisterende produkt, se figur 57.



Zachariassen og Rønsberg, 1995 har gennemført en undersøgelse af elektronik og "grønne alternativer". Herunder gives et udsnit af resultatet:

Component family	Substance/materials	"Green" alternative	Guidelines
Transistors:			
Bipolar transistors	Exposed nickel/nickel-phosphide plating may be present on heat sink.	"Green" alternatives to exposed nickel/nickel-phosphide plating exist.	Qualified selection of existing "green" alternative can be recommended. In parts with exposed nickel/nickelphosphide, care must be taken to avoid nickel allergic contact diseases during manual assembling, rework, etc.
FET transistors, power	Exposed nickel/nickel-phosphide plating may be present.	"Green" alternatives to the use of exposed nickel/nickelphosphide plating exist.	Qualified selection of existing "green" alternative can be recommended. In using parts with exposed nickel/nickelphosphide, care must be taken to avoid nickel allergic contact during manual assembling, rework etc.
RF transistors	Use of gallium arsenic technology may be applied.	"Green" alternative is not likely to exist with similar electrical characteristics.	Avoid use if practically possible. In the case of parts based on gallium arsenic technology, care must be taken to avoid any inhalation/skin contact with gallium arsenic in the full life cycle of the component.

Figur 57.

Fastlæggelse af overflader:



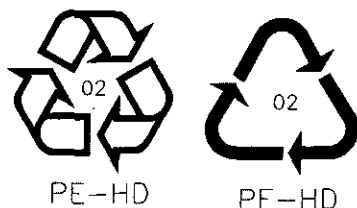
Undgå overflader, der kræver miljøproblematiske efterbearbejdning.

For en række materialer er det muligt at skabe den rette overflade i fremstillingsprocessen, det gælder f.eks. plast. Der kan også vælges en overfladebehandling, der f.eks. ikke omfatter lakering eller maling, f.eks. anodisering af aluminiumsflader.



Identifikation af komponenter.

Mærk komponenter med materialetype, hvis det kan sandsynliggøres, at materialet da genanvendes eller frasorteres. Når plast skal sorteres, kan det være svært at identificere den korrekte materialetype, derfor kan mærkning komme på tale, se figur 58.



Mærk komponenter med materialetype, hvis det kan sandsynliggøres, at materialet da genanvendes

Figuren viser mærkning til emballage. Mærkning til plastkomponenter findes i DIN 54840.

Zusatzbezeichnung	01	02**)	03	04**)	05	06	07
Kunststoffart *)	PET	PE-HD	PVC	PE-LD	PP	PS	D***)

*) Kurzzeichen nach DIN 7728 Teil 1
 **) Bei der Verwendung der Zusatzbezeichnung 02 und 04 ist die Angabe des Kurzzeichens PE ausreichend.
 ***) O steht für andere (engl.: Others)

DIN 6120

Figur 58.

Gengivet med DANSK STANDARDS til-ladelse. Eftertryk forbudt.

Principper for skabelse af produktets livsforløb og ruter

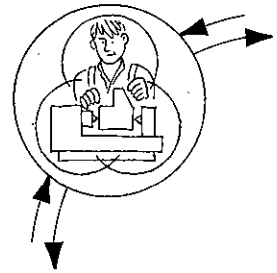
Hvis der i stedet for at tage udgangspunkt i produktet fokuseres på livsforløbet, kan man overveje følgende principper:

Fastlæg livsforløb og ruter, der ligner de eksisterende, så sandsynligheden for at få produktets udvekslinger under kontrol øges.

Der kan skabes effektivitet i udviklingsprocessen, og risikoen for fejl reduceres, hvis der vælges kendte referencer for livsforløbet og for møderne, og hvis man lader produkter følge samme rute. Desuden kan sandsynligheder og fordelinger på alternative ruter lettere estimeres, da der findes referencer på markedet, der kan undersøges.

Skab nye livsforløb og ruter, hvis udvekslingerne derved kan minimeres.

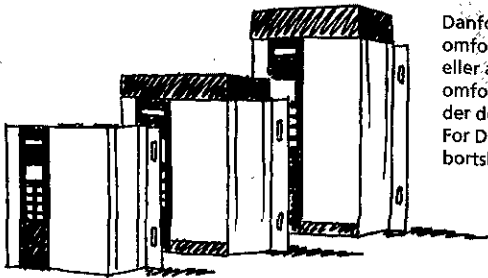
Der er store gevinster at hente, hvis der satses på nye ruter i livsforløbet, f.eks. ved at genbruge produktet eller genanvende materialer, se figur 59.



Se figur 45



Skab nye livsforløb/ruter, hvis udvekslingerne derved kan minimeres



Danfoss tilbyder i Danmark en returordning for gamle VLT-frekvensomformere. Kunden kan vælge enten at lade den gamle reparere eller at købe en ny mod nedslag i prisen, hvis den gamle frekvensomformer afleveres til Danfoss. Danfoss skiller den ad, genanvender dele af den og sender resten til bortskaffelse. For Danfoss giver det et mersalg af de nye frekvensomformere og bortskaffelse foregår kontrolleret.

Figur 59.

Skab genbrugssløjfer, så materialer og stoffer udnyttes optimalt, og så miljøforhold, der allerede er bragt under kontrol, bevares.

Alt andet lige vil det miljømæssigt set være mest optimalt, hvis materialet ikke skal gennem en nedbrydning og opgradering mellem dets anvendelse i to eller flere forskellige produkter. Det vil også øge sandsynligheden for, at materialerne rent faktisk genbruges ganske betragteligt:

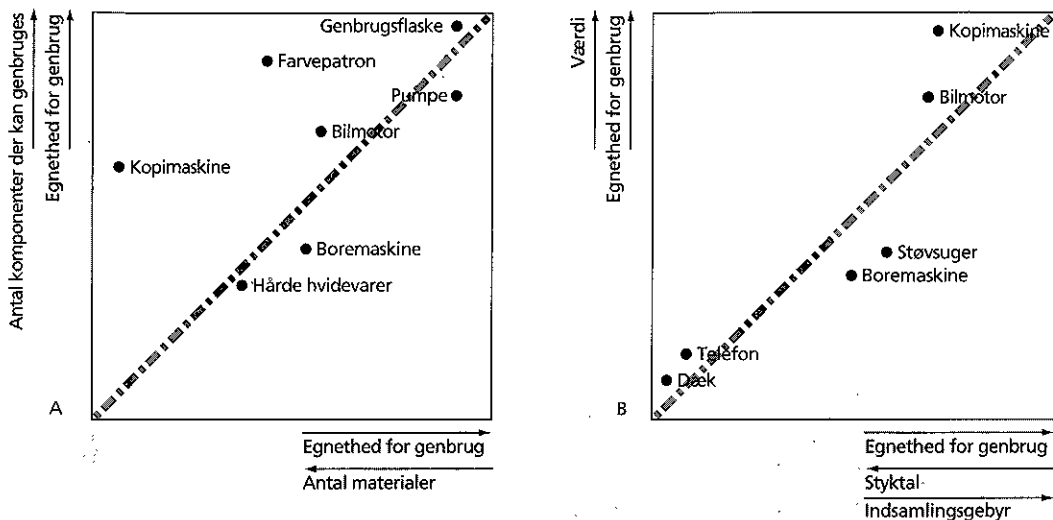
- Genbrug udtjente produkter på markedet.
- Genbrug delsystemer fra udtjente produkter på markedet.
- Genbrug komponenter fra udtjente produkter på markedet.

hvis de allerede er forberedt til det, eller hvis de er egnede til det, se figur 60.



Brinkmann et al., 1995 har formuleret en række kriterier, som kan overvejes i forbindelse med genbrug og genanvendelse:

- Tekniske, dvs. art og antal af komponenter og materialer, egnethed for oparbejdning, osv. (se figur A)
- Mængde, dvs. styktal, efterspørgsel, indleverede mængder, osv. (se figur B)
- Værdi af materialer, fremstilling, montage
- Tid, dvs. levetid af produkt, hvor længe produktet produceres, osv.
- Innovation, dvs. tekniske nyskabelser mens produktet er på marked
- Bortskaffelse, dvs. indhold af råstoffer, miljøfarlige stoffer, osv.
- Øvrige, dvs. image, garantiordninger, osv.



Figur 60.

Man kan også forberede *nye* produkter eller deres delsystemer til senere at kunne genbruges:

- Gør produktet genbrugeligt.
- Gør delsystemer genbrugelige.
- Gør komponenter genbrugelige.



Skab genanvendelsessløjfer, så materialer og stoffer udnyttes optimalt, og så miljøforhold, der allerede er bragt under kontrol, bevares.

Producenter vil ikke altid kunne garantere en funktionsduelighed og levetid af et produkt, der genbruges, da produktets hidtidige liv ofte vil være ukendt for bortskafferen, og fordi elektriske og mekaniske produkter har en vis maksimal levetid. Derfor kan man i stedet satse på at genbruge materialer. Det gælder især i de tilfælde, hvor det er sjældne materialer eller materialer med begrænset forsyningshorisont:

- Sats på genanvendelse af materialer, hvis det er sandsynligt, at der er så store mængder, at genanvendelse finder sted, som det f.eks. gælder for plastemner på personbiler.
- Brug materialer, der har attraktiv og sandsynlig genanvendelse, som det f.eks. gælder for aluminium.

Fastlæg livsforløb, der giver produktet optimal levetid.



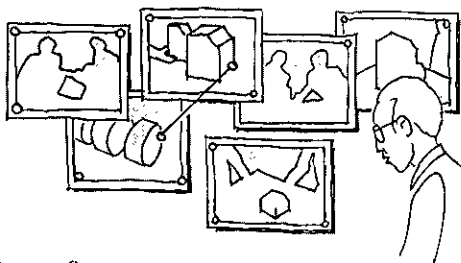
Der er ikke en entydig sammenhæng mellem produktets levetid og dets miljøvenlighed. Både kort og lang levetid kan være optimal afhængig af produktet og den forventede teknologiske udvikling. En række principielle anvisninger kan opstilles:

- Brug teknologier med lang teknologisk levetid, hvis produktet ikke bruger energi eller hjælpestoffer. F.eks. haveredskaber eller møbler.
- Brug teknologier med lang teknologisk levetid, hvis det vurderes, at der ikke er substitutter på vej, der har færre miljøeffekter, som f.eks. køleprocesser baseret på Rankineprocessen, som det kendes fra køleskabe i dag.
- Brug teknologier med kort teknologisk levetid, hvis det vurderes, at substitutter med færre miljøeffekter er på vej.
- Giv produktet et attraktivt design, så levetiden maksimeres, som f.eks. Bang & Olufsens produkter.

Overvejelser af totale livsforløb er et centralt element i Miljørigtig Konstruktion. Det er derfor en god idé at "tvinge sig selv" til at visualisere det eller de tiltænkte livsforløb og at skaffe sig indsigt i livsforløbene for virksomhedens eksisterende produkter, se figur 61.

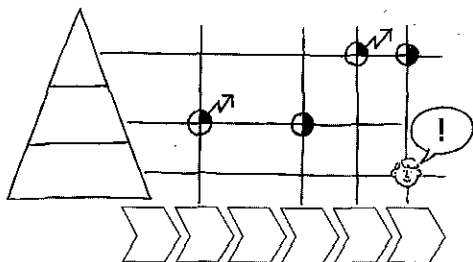
Figur 61: Teknikker til modellering af livsforløb.

Undervejs i udviklingsprojektet kan der benyttes forskellige teknikker til at skabe modeller af produktets livsforløb. Hvilken teknik der skal benyttes, afhænger af, hvad modellen skal bruges til, og om produktet er kendt eller under udvikling.



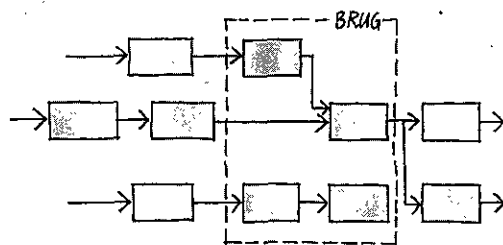
Fotografier

Gå ud og fotografér det eksisterende produkt, f.eks. referenceproduktet, i alle dets livsfaser. For den, der skal udvikle det nye produkt, vil der være mange overraskelser og oplysninger i disse billeder.



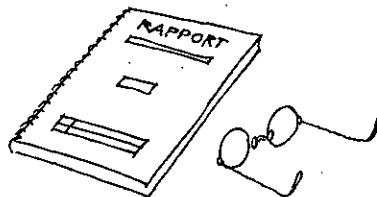
Produktet og livsforløbet

Optegn møderne, og angiv udvekslinger og interessenternes forventninger og motivation for deres adfærd. Brug en stor opslagstavle, så overblikket bevares.



Blokdiagrammer

Optegn produktlivets processer vha. blokdiagrammer. Hvis det gøres vha. computerprogrammer, er det lettere at holde styr på input/output og afgrænsning af faser samt at forme nye alternative forløb.



Rapport

Skriv rapporter efter besøg. Rapporten kan fastholde vigtige oplevelser og erkendelser, også for efterfølgende udviklingsprojekter.

Miljømæssige konstruktionsprincipper

1. Miljømæssige principper på konceptniveau

Fastlæggelse af hoved-og delfunktioner:

- undlad funktioner og features i produktet, hvis de kræver energi eller hjælpestoffer under drift
- indbyg "miljøfunktioner" i produktet, så udvekslingerne minimeres

Fastlæggelse af produktteknologier:

- benyt miljøvenlige teknologiske principper
- lad funktionen udføres manuelt, hvis aktøren er bedst til at agere miljøbevidst
- lad funktionen udføres af produktet, hvis det er den bedste måde at sikre miljøvenligheden på

Fastlæggelse af totaldesign:

- signaler, hvilke miljøegenskaber produktet har, og hvorledes produktet håndteres, så disse egenskaber optimeres

2. Miljømæssige principper på strukturniveau

Fastlæggelse af opbygningsstruktur:

- forbered en opbygningsstruktur, der giver optimale miljøegenskaber
- skab et sammenklappeligt eller stabelt produkt, så transportvolumen minimeres

Fastlæggelse af delsystemer:

- afgræns og fordel produktets delsystemer, så der opnås optimale miljøegenskaber

3. Miljømæssige principper på komponentniveau

Udformning af komponenter:

- udform komponenter, så miljøproblematisk efterbearbejdning overflødiggøres

Valg af materialer:

- minimer materialeforbruget, så træk på råstoffer minimeres
- undgå at blande materialer, der spolerer materialegenskaberne for begge materialer
- brug materialer, hvor energiindholdet kan indvindes ved forbrænding
- brug materialer, der kan deponeres problemfrit

Fastlæggelse af overflader:

- undgå overflader, der kræver miljøproblematisk efterbearbejdning
- identifikation af komponenter
- mærk komponenter med materialetype, hvis det kan sandsynliggøres, at materialet da genanvendes

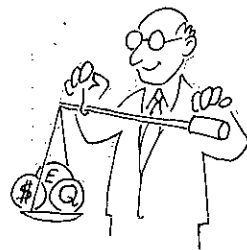
4. Principper for skabelse af produktets livsforløb og ruter

- fastlæg livsforløb og ruter, der ligner de eksisterende, så sandsynligheden for at få produktets udvekslinger under kontrol øges
- skab nye livsforløb og ruter, hvis udvekslingerne derved kan minimeres
- skab genbrugssløjfer, så materialer og stoffer udnyttes optimalt, og så miljøforhold, der allerede er bragt under kontrol, bevares
- skab genanvendelsessøjfer, så materialer og stoffer udnyttes optimalt, og så miljøforhold, der allerede er bragt under kontrol, bevares
- fastlæg livsforløb, der giver produktet optimal levetid

I hver fase af udviklingsprojektet opstiller produktudvikleren alternative løsninger, som ofte gennem flere sløjfeforløb fravælges eller udvælges til yderligere optimering eller detaljering. Sidst i hver fase i udviklingsprojektet vælges den eller de løsninger, der i forhold til både ProjektGrundSpecifikationen og til GrundSpecifikationen er bedst. Disse løsninger detaljeres i næste fase, og igen udvælges løsninger, indtil den endelige løsning detaljeres i sidste projektfase.

Da alle detaljer på de øvre niveauer ikke er kendt, kan der ikke gennemføres absolut måling af løsningens godhed i forhold til en specifikation. Derfor arbejdes der under vurdering og valg med sammenligning af de skabte løsningsalternativer og eksisterende løsninger. Vurderingen foregår dels i forhold til målsætningen for det konkrete produkt, men også i forhold til virksomhedens eksisterende og planlagte produktprogram.

Undervejs i projektet vil vurdering ofte forekomme mellem løsningsalternativer. Sammenligningen mellem alternativerne vil være relativ og ofte kun omhandle udvalgte udvekslinger, effektpotentialer og produktlivsfaser, se figur 62.



To alternative løsninger for montering af kompressoren i et køleskab fra Gram A/S blev vurderet i forhold til hinanden. I dette tilfælde gav sammenligningen ikke et entydigt svar: Hvert alternativ havde sine fordele. Men ved at sammenholde dette resultat med de prioriteringer, der var angivet i projektets målsætning, kunne den ene løsning udpeges som den bedste.

Gældende for:

Genbrugsstation
Dansk cfc-genv.
Førhandler
Container

Råvarer	Produktion	Distribution	Brug	Bortskaffelse
Mængde +7	Antal komponenter +8	Transport +2	Energiforbrug +3	Tunge løft +2
Typer +3	Logistik +8	Tunge løft +2	Løvetid prod. +1	Demon. kompr. +6
Pris +2	Tunge løft +4	Transport skader +2		Mair. sortering +4
Logistik +8	Energiforbrug -1			
Skadelige stoffer +6	Prod. takt +3			
	Prod. varianter +5			
	Procestid +4			
	Layout -9			
	Maskinindkøb -8			
	Investering -8			
	Intern transport +8			

+ = forbedring total set

- = forringelse total set

0 = uforandret

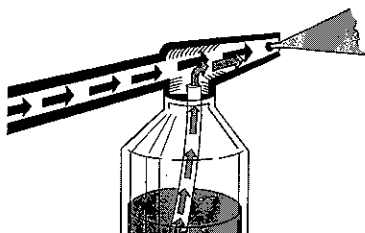
Vektor skala 0 → 10 + 8 = kraftig forbedring

Brommann, 1994

Figur 62: Relativ vurdering mellem forskellige løsningsalternativer.

I projektets tidlige faser er vurderingerne grove og omhandler udvekslingernes eller effektpotentialernes art og størrelsesorden, se figur 63. Vurderingerne i de senere faser har mere kvantitativ karakter. Kvantitative miljøanalyser som Miljøvurdering af Produkter er derfor mest velegnede, når produktets delsystemer og komponenter har nået et niveau, hvor detaljer kan fastlægges enten forsøgsvist eller endeligt.

Figur 63: Vurdering af alternative løsningskoncepter.



Skumsystem til kemikalier

KEW har udviklet et nyt kemikconcept, der bevirker, at blandingen af kemikalier og vand skummer væsentligt mere op end i den tidligere løsning. Opblanding sker nu helt ude ved dysen, og der tilsættes luft. Herved opnås en kraftig skumdannelse. Ved udlægning på en bil giver den visuelle effekt en klar fornemmelse af, at der anvendes rengøringsmidler til opgaven, hvor det tidligere var svært rent visuelt at se nogen effekt ved anvendelse af rengøringsmidler. Samtidig er rengøringsmidlet mere effektivt, når det er forskummet, idet skummet klæber til overfladen i længere tid, som det kendes i den professionelle sektor.

Konceptet har medført, at koncentrationen halveres.

Kemikalier: Reduktion af kemikalieforbruget med 50%.

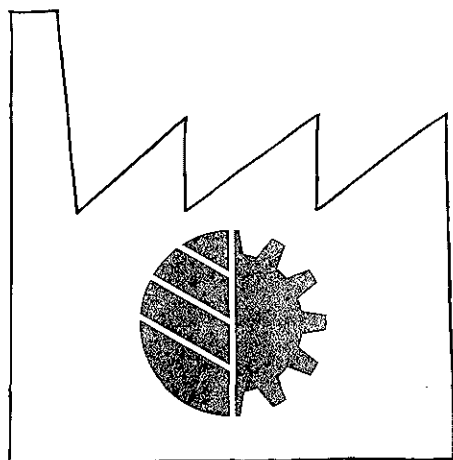
7. Implementering af Miljørigtig Konstruktion

Hvordan vurderes behovet for Miljørigtig Konstruktion ?

Hvordan skabes der sammenhæng fra top til bund i virksomhedens miljøtænkning ?

Hvordan kan man bringe miljøtænkningen ind i produktudviklingen ?

Hvordan implementeres Miljørigtig Konstruktion ?



Virksomhedens behov for Miljørigtig Konstruktion

Hvad skal få en virksomhed til at tage fat på Miljørigtig Konstruktion? Impulsen vil nok komme fra virksomhedens ledelse og udspringe af den generelle udviklings- og fornyelsesplanlægning. Men virksomhedens ledelse er afhængig af signaler internt fra virksomheden og fra omgivelserne for at kunne træffe de rigtige beslutninger. Det er op til enhver i virksomheden at medvirke til at identificere behovet for Miljørigtig Konstruktion samt de løsningsmuligheder, der tegner sig for virksomheden på baggrund af den personlige indsigt, hver især har. Derfor kan alle være med til at være opmærksomme på de tegn, der kan vise behovet for miljøtænkning i produktudviklingen.

Uddrag fra Rank Xerox Environmental Policy and Practice

RANK XEROX ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY POLICY

Rank Xerox is committed to the protection of the environment and the health and safety, primarily, of its employees, customers and neighbours. This commitment is applied worldwide in developing new products and processes.

- *Environmental health and safety concerns take priority over economic considerations.*
- *All Rank Xerox operations must be conducted in a manner that safeguards people's health, protects the environment and conserves valuable materials and resources.*
- *Rank Xerox is dedicated to the continual improvement of its performance in environmental protection and resource conservation.*
- *Rank Xerox is dedicated to designing products for maximum conservation of resources, and to taking every opportunity to recycle or reuse waste materials generated by its operations.*

THE MOST ADVANCED STANDARDS ARE USED TO SET THE MINIMUM REQUIREMENT FOR ALL RANK XEROX OPERATIONS, REGARDLESS OF THE STAGE OF LEGISLATIVE DEVELOPMENT IN INDIVIDUAL COUNTRIES.

FROM CONCEPTION TO END OF LIFE

At every stage in the lifecycle of Rank Xerox products, from conception and design to end of life and reclamation, the company is working towards fulfilling the objectives of sustainable development and the minimisation of waste.

The main corporate programmes which support the Rank Xerox environmental strategy focus on:

DESIGN FOR MINIMUM ENVIRONMENTAL IMPACT, WASTE MINIMISATION, RECLAMATION AND RECYCLING.

RESOURCE CONSERVATION.

REDUCTION OF WASTE AT SOURCE

EMPLOYEE INVOLVEMENT AND EDUCATION THROUGH INTERNAL COMMUNICATION

The company is trying to be both farsighted and detailed in establishing how its products should be built in the future. Comprehensive environmental design criteria have been prepared by a specially formed international, multi disciplinary team. These criteria ensure that all Rank Xerox products are engineered using materials and methods which will lead to a reduction of waste at source, offer maximum opportunities for recycling, allow the disposal of waste in an environmentally sound manner, and avoid hazardous waste.

DETAILED CRITERIA IDENTIFY THE PLASTICS, METALS AND CHEMICALS WHICH ARE ACCEPTABLE IN USE ACCORDING TO STRICT EVALUATION OF THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

These criteria identify the plastics, metals and chemicals which are acceptable in use according to strict evaluation of their impact on the environment.

They also specify the principles of manufacturing that must be followed to create products whose components can be efficiently processed for remanufacturing and recycling. The criteria covers, for example,

THE SELECTION AND IDENTIFICATION OF RECYCLABLE PLASTIC.

THE SELECTION OF BATTERY TYPE.

SELECTION OF MATERIALS WHICH ARE COMPATIBLE WITH WATER BASED CLEANING.

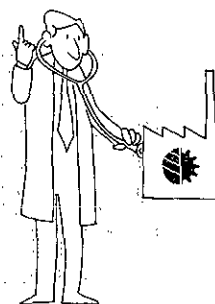
THE LIMITATION OF METALS TO A COMMON FEW.

THE USE OF STANDARDISED, REUSABLE PACKAGING MATERIALS.

RANK XEROX HAS ELIMINATED THE USE OF CFC'S FROM ITS MANUFACTURING PROCESSES

Nogle af tegnene findes inde i virksomheden. Det er sandsynligt, at der er opstået et behov for miljøtænkning i produktudviklingen, når og hvis:

- formuleringen af virksomhedens mission indeholder miljøelementer
- der optræder miljøelementer i virksomhedens strategier
- medarbejderne handler på egen hånd ud fra personlig miljøbevidsthed
- arbejdet med reduktion af effektpotentialer i produktionen er dyrt eller svært gennemførligt på grund af produkternes sammensætning.



Andre af tegnene skal findes i virksomhedens omgivelser. Der er grund til at arbejde bevidst med Miljørigtig Konstruktion, når:

- konkurrerende produkter sælges med fordel på grund af miljøorienterede salgsargumenter
- brugerundersøgelser viser, at brugerne lægger vægt på produkternes miljøegenskaber
- der optræder direktiver og regler for processer, komponenter, stoffer eller materialer i produkterne
- der optræder normer og lovgivning for produkterne og deres anvendelsesområder.

Hvis virksomheden ikke i dag oplever et miljødrevet pres på produkterne, hvornår vil det så komme? Der er øget sandsynlighed for, at virksomhedens produkter vil blive berørt af lovgivning, normer eller kundeholdninger omkring miljø, hvis produkterne:

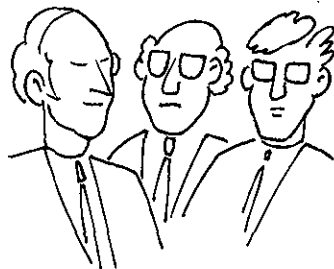
- er stærkt energiforbrugende i én eller flere af livsfaserne
- indeholder flere forskellige materialetyper i større mængder
- indeholder miljøfarlige stoffer
- er stærkt materialeforbrugende, f.eks. engangsprodukter
- tilhører en af de store grupper af konsumentprodukter
- har en omkostnings-, volumen- eller vægtnæssig stor emballageandel
- fremstilles ved stærkt energiforbrugende eller forurenende processer
- fremstilles i lande, der har en svagere miljøbevidsthed, end vi har i Danmark.

Med hvilken styrke, der skal sættes på Miljørigtig Konstruktion, må afhænge af virksomhedens ydre vilkår og af, om virksomheden ønsker og evner at optræde reaktivt, receptivt eller proaktivt, se side 49.

Virksomhedens langsigtede miljøbeslutninger

Virksomhedens fastholdelse og kommunikation af de langsigtede miljøbeslutninger kan knyttes til det kendte langsigtede planlægningsarbejde, nemlig formulering af: idegrundlag, politik, mål, strategier og handlingsplan, se de mørke pile i figur 64. Nogle virksomheder vælger at holde den miljøorienterede del af planlægningen i separate dokumenter, mens andre virksomheder integrerer miljøaspekterne i eksisterende politikker, strategier, handlingsplaner osv.

Ledelsens rolle i Miljørigtig Konstruktion



Virksomhedsledelsen ...

Sætter mål:

- fastlægger virksomhedens miljømæssige ambitionsniveau
- opstiller Miljøpolitik og Miljøstrategi

Overvåger omgivelserne:

- fastlægger niveau og form på overvågning af miljøforhold hos kunder, konkurrenter og i lovgivningen
- identificerer og følger overordnede trends i miljøholdningen hos kunder, konkurrenter og i lovgivningen
- identificerer væsentlige teknologiske og markedsmæssige parametre af betydning for produkternes effektpotentialer og miljøvenlighed og reagerer på tærskeloverskridelser

Formidler i virksomheden:

- kommunikerer virksomhedens miljømæssige ambitioner til resten af organisationen, og hvorfor de skal opfyldes
- tolker politik og strategi og giver input til:
 - produktplanen; justering af eksisterende og udvikling af nye produkter
 - initiering af beredskabsopbygning på miljøområdet; kompetenceopbygning, informationsindsamling, ansættelse af personer med særlig kompetence

Skærper miljøudviklingsevnen:

- sikrer, at produktudviklingen får den rette rolle i virksomhedens miljøarbejde
- indfører og overvåger brugen af Miljørigtig Konstruktion i produktudviklingsarbejdet
- fastlægger rammer i form af procedurer, eksempelvis indbygning af miljøspørgsmål i nøglepunktsplanen
- fastlægger rammer i form af ressourcetildelinger, eksempelvis budgetlægning af udgifter til miljøanalyser eller ansættelse af miljømedarbejder
- fastlægger overordnet metodeniveau, eksempelvis anvendelse af Miljørigtig Konstruktion eller anvendelse af miljø-QFD
- sikrer opstilling af konstruktionsnormer og nøgletal for miljøområdet
- sikrer erfaringsopsamling på miljøområdet

Støtter projekterne:

- sikrer Miljøpolitikens og -strategiens indbygning i konkrete projekters ProjektGrundSpecification, PGS'en
- kommunikerer med projektledere om ændringer i omgivelser eller vilkår
- godkender valg af referenceprodukt(-er)
- overvåger den miljømæssige resultatskabelse i projektets nøglepunkter
- sikrer erfaringsopsamling på miljøområdet
- går forrest og lægger niveauet for miljøtænkning og formulerer miljømæssige ledestjerner

Laver måling og lukker "sløjfer":

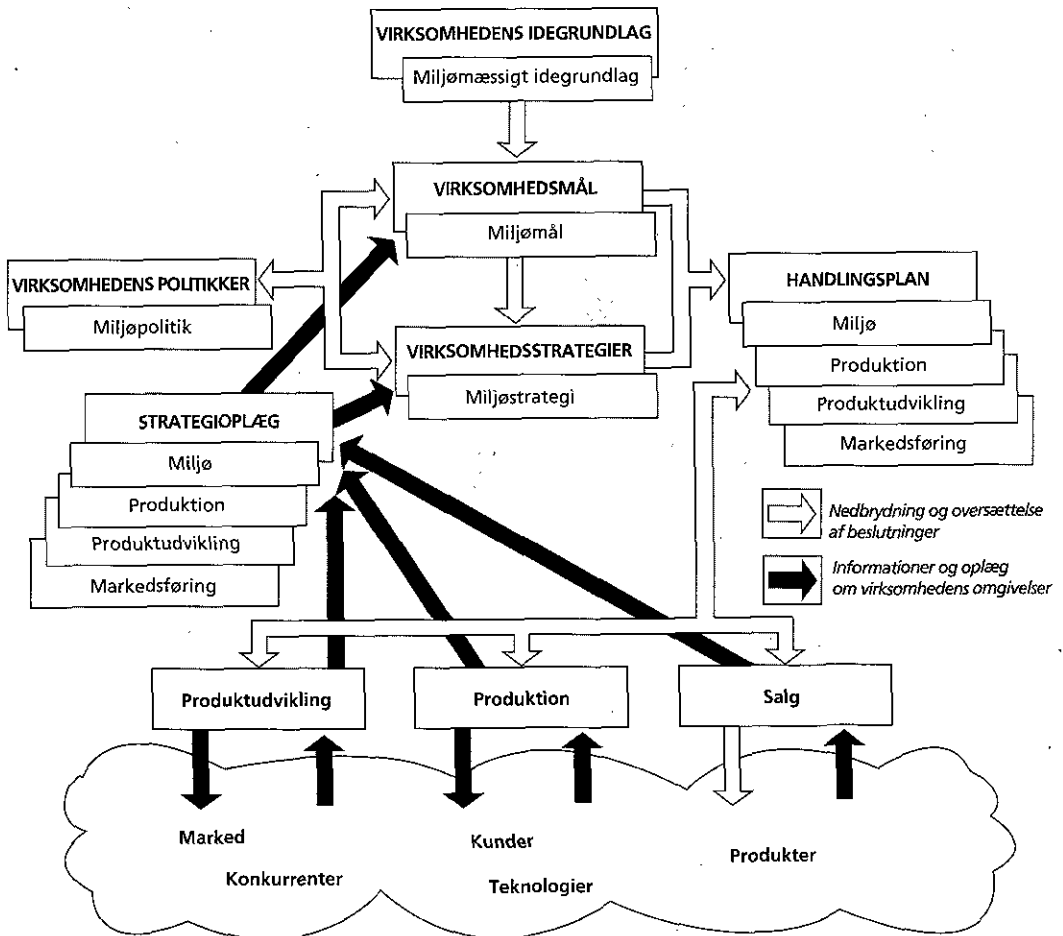
- initierer resultatmåling på produkternes effektpotentialer og miljøvenlighed
- initierer måling af virksomhedens evne til miljøtænkning

Idegrundlaget er virksomhedens formulering af dens eksistensberettigelse eller dens formål. Når bevidstheden omkring miljøforhold bliver stærkere, bør virksomheden stille sig selv disse spørgsmål:

- Hvilken rolle skal miljø have i virksomhedens forretningskæbe?
- Skal miljøaspektet artikuleres og gøres synligt i virksomhedens idegrundlag?
- Er miljødimensionen i virksomhedens idegrundlag realiserbar og troværdig?

Organisationen har brug for artikulerede synspunkter og beslutninger vedrørende det overordnede *mål* med miljøarbejdet i virksomheden, ikke mindst til brug for målsætningen af produktudviklingsprojekterne.

Figur 64: Virksomhedens langsigtede miljøbeslutninger omfatter skabelse af strategi og mål baseret på udspil fra funktionsområderne samt nedbrydning af handlingsplan til funktionsaktiviteter.



Projektgruppens rolle i Miljørigtig Konstruktion



Projektlederen...

Former projektet:

- lægger projektplan under hensyntagen til de miljømæssige opgaver og udfordringer i projektet
- sikrer relevante miljøforholds indplacering i ProjektGrundSpecifikationen
- bemander projektet med de nødvendige miljøkompetencer

Styrer projektet over for ledelsen:

- kommunikerer med virksomhedens ledelse om overordnede miljøopgaver eller -beslutninger i projektet
- varsler, når der opstår væsentlige problemer med den miljømæssige målopfyldelse
- varsler, når der opstår nye teknologiske muligheder for miljømæssige forbedringer

Styrer projektet over for projektgruppen:

- tildeler miljømæssige opgaver og anviser metoder til løsningen
- overvåger den miljømæssige resultatskabelse og foretager korrektioner
- overvåger niveau på kompetencer og laver justeringer

Styrer projektet over for underleverandører:

- overvåger niveauet på miljødata og skifter om nødvendigt kilde
- sikrer at miljøkrav og -hensyn kommunikeres til underleverandører

Tænker forretningsmæssigt:

- forstår, hvordan håndteringen af miljøforhold påvirker forretningskabelsen i produktet

Kender virksomhedens miljødimension:

- kender miljødimensionen i virksomhedens mission, strategier og politik så godt, at der kan træffes beslutninger i projektet ud fra hensynet til disse
- kender til de beredskabsopbyggende udviklingsopgaver med miljøindhold, som gennemføres i virksomheden
- kender til de særlige miljøkompetencer (og deres placering), som virksomheden råder over eller har adgang til

Produktudvikleren ...

Har miljøtankemønster:

- kender til helheden i Miljørigtig Konstruktion
- behersker metoderne i Miljørigtig Konstruktion
- kender til de begreber, der knytter sig til miljøområdet
- forstår disponeringstankegangen
- adskiller miljøtænkning (det at overveje miljøkonsekvenser) fra miljøhensyn (det at afveje andre egenskaber i produktet over for bedre miljøegenskaber og at indbygge miljøhensyn)



Har miljøsynspunkt:

- sætter sig ind i virksomhedens Miljøpolitik og Miljøstrategi (hvor sådanne findes på skrift, ellers i en dialog med ledelsen)
- kender de ruter, som den væsentligste del af virksomhedens produkter gennemløber
- kender de produktlivssystemer, der er miljømæssigt mest kritiske for produktet
- afklarer hvilke handleparametre, der styrer miljøegenskaberne i virksomhedens produkter
- kender de områder i virksomhedens produkter, der er eller vil blive særligt "ømme" miljømæssigt
- finder og bruger (og husker) de løsninger, der har positiv effekt på miljøområdet, og som er neutrale eller har ringe omkostninger på andre områder
- interesserer sig for miljødimensionen i konkurrentens produkter

Miljøspecialisten...

- gennemfører miljøvurderinger, der lever op til kvalitetskrav fra myndigheder og tredjepersoner
- gennemfører miljøvurderinger og -diagnoser, der lever op til behov i produktudviklingsafdelingen og produktudviklingsprojekter
- vedligeholder og videreudvikler sin miljømæssige kompetence og sit netværk
- kender til virksomhedens fremgangsmåde i produktudviklingen: Holdninger, normer, procedurer, faser og nøglepunkter
- kender til udviklingsarbejde og rollen som aktivt medlem
- kan optræde som samspilspartner, idégenerator og problemløser (frem for som "opslagsværk" for data)
- kender for den konkrete virksomhed de vigtigste sammenhænge mellem miljøforhold og forretningsskabelse



... og alle skal fungere sammen
i en projektgruppe!



Følgende spørgsmål kan støtte målformuleringen:

- Hvor gode vil vi være på miljøområdet ?
- Hvilke miljøgodkendelser vil vi opnå for processer eller produkter ?
- Hvilken position vil vi have i forhold til lovgivningen og andre miljøpolitiske virkemidler ?
- Hvilken position vil vi have i forhold til konkurrenterne ?
- Hvilket billede skal kunderne have af vores miljøbevidsthed ?
- Til hvilke tidspunkter skal disse mål nås ?

Miljøstrategien indeholder virksomhedens beslutninger om, hvordan de overordnede miljømål skal nås:

- Hvilken del af miljøproblematikken skal vi rette opmærksomheden imod ?
- Hvilken rolle skal miljø have i virksomhedens fremtidige kompetenceopbygning ?
- Hvilke midler og hvilke ressourcer vil vi anvende ?

Formulering af en *miljøpolitik* skal understøtte samspillet mellem funktionsområderne i virksomheden. Miljøpolitikken udgør en rettesnor, der bringer overensstemmelse mellem adfærd i Produktudviklingen, Marketing/Salg, Produktion, Service osv, se side 108.

Miljøpolitikken afspejler virksomhedens ambitionsniveau, og ofte vil det være miljøpolitikken, som omverdenen vil tage som udtryk for virksomhedens miljøbevidsthed. Set fra et produktudviklings-synspunkt bør miljøpolitikken besvare følgende spørgsmål:

- Hvordan prioriteres miljøaspektet i forhold til andre aspekter ?
- Hvordan vil vi kommunikere om vores miljøforhold, -aktiviteter og -resultater ?
- Hvor i organisationen skal miljøbevidstheden være synlig ?
- Hvordan ønsker vi at påvirke miljødelen af branchestandarden ?
- Hvad vil vi kræve miljømæssigt af vore underleverandører ?
- Hvordan vil vi omgås og anvende interesseorganisationer ?
- Hvor stor "tilbagebetaling" kræver vi af vore miljøinvesteringer ?
- Hvilke midler skal sikre gennemførelse af miljøpolitikken ?
- Vil vi være reaktive, receptive eller proaktive over for udviklingen af miljøkrav?

Miljørigtig Konstruktion på ledelsesniveau

Ledelsen på funktionschefniveau har ansvaret for, at virksomhedens overordnede miljøbeslutninger, som de kommer til udtryk i mission, politik, mål og strategier, gøres operationelle for miljøarbejdet i produktudviklingen, se de lyse pile i figur 64. Dette har karakter af en nedbrydning, hvor indholdet tolkes sammen med informationer vedrørende marked, teknologi, konkurrence osv. Herudfra træffes beslutninger vedrørende Produktplanens og Udviklingsopgavens miljøindhold, se side 46. Nedbrydningen benyttes også som input til målsætningen for forretningen (ProjektGrundspecifikation) og produkt (GrundSpecifikation) i de enkelte udviklingsprojekter.

En miljøorienteret *produktplan* skal vise den takt, hvori miljømæssige egenskaber indbygges i virksomhedens produkter. Det

betyder, at der for de enkelte produkter eller produktgrupper er angivet deres miljømæssige kendetegn, og hvilke materialemæssige, teknologiske eller opbygningsmæssige virkemidler, der skal bygges på. Produktplanen kan også benyttes til at tydeliggøre sammenhænge mellem produkternes materialer, teknologi og struktur.

Miljødimensionen i *Udviklingsopgaven* kommer til udtryk i formuleringen af:

- *Forretningsorienterede opgaver*, f.eks. markeds- og kunderettede udviklings- og vedligeholdelsesprojekter som udtrykt i produktplanen
- *Beredskabsudviklende opgaver*, f.eks. udvikling af miljøorienterede materialer eller teknologier, gennemførelse af kunde- og markedsundersøgelser om miljøholdninger
- *Produkttværgående opgaver*, f.eks. udvikling af produktmoduler eller -koncepter med særlige miljøegenskaber, udvikling af virksomhedsintern miljøstandard
- *Supportopgaver*, f.eks. fremskaffelse af miljødata for produkterne til understøttelse af salgs- og/eller produktionsarbejdet
- *Fornylsesopgaver*, f.eks. etablering af ny eller forbedret miljødata-tilgang, indbygning af de miljøorienterede nøglepunktsspørgsmål i virksomhedens udviklingsprocedure.

Herudover har virksomhedens ledelse i form af en projektstyregruppe den opgave at gennemføre nøglepunktshandlingerne omkring de enkelte udviklingsprojekter: gennemgå nøglepunktsoplæg med projektlederen, drøfte projektets forretningskæbelse, tage stilling til mulige kursændringer og tage beslutning om projektets videreførelse. En oversigt over ledelsens rolle i Miljørigtig Konstruktion ses på side 110.

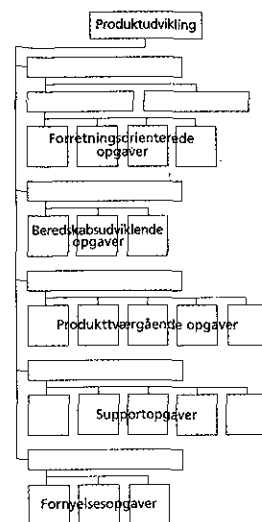
Miljørigtig Konstruktion i projektet

Miljøarbejdet i udviklingsprojektet bør føre til, at der indføres miljøelementer i projektets målsætningsdokumenter.

I GrundSpecifikationen indføres de miljømæssige krav og egenskaber, der er kendte ved projektets start, se side 74. I Projekt-GrundSpecifikationen indføres den forretningsorienterede del af projektets miljømålsætning, eksempelvis:

- hvor i produktet eller produktlivsforløbet skal opmærksomheden sættes ind ?
- hvilke miljømæssige forhold er kritiske for produktets forretningsmæssige succes ?
- hvilke miljømæssige argumenter skal produktet sælges på ?
- hvilke normer, lovgivninger og holdninger bør have særlig opmærksomhed

Udviklingsprojektet kan indledes med en iscenesættelse af projektet, der har til formål at kommunikere startbetingelser, mål og planer til projektgruppen. Samtidig skal den bidrage til, at udviklingsgruppens medlemmer med deres forskellige erfaringer og kompetencer får mulighed for at påvirke projektets rammer og dermed øge både mål og planers troværdighed. Iscenesættelsen former sig ofte som et projektstartsseminar,



Se side 46.

Miljø-workshoppen som metode

Som optakt til et udviklingsprojekt kan der gennemføres en workshop over en, to eller tre dage, hvor de miljøforhold, der forudses at gælde for produktet, undersøges. I workshoppen deltager ud over projektgruppen også repræsentanter fra ledelsen og miljøspecialister.

Som grundlag for flere af øvelserne forbereder miljøspecialisten en grov miljøvurdering af produktet, mens projektgruppen opstiller et antal nye koncepter. Efter workshoppen kan projektlederen og den øvrige projektgruppe planlægge og dimensionere den miljøopgave, udviklingsprojektet ventes at stå overfor.

Program for miljø-workshop



Formål:

At sætte udviklingsholder ind i grundlæggende viden om produkters miljøforhold.
At simulere udviklingsprojektets miljøorienterede aktiviteter og dermed sætte projektgruppen i stand til at dimensionere opgaverne.

Deltagere:

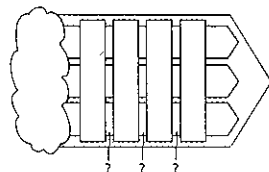
Christian Svarre, Adm. direktør. Sven Nielsen, Chefkonstruktør. Bent Christensen, Udviklingsingeniør.
Hanne Buhl, Udviklingsingeniør. Arne Pihl, Miljøspecialist. Per Sommer, Produktionsplanlægger.
Ann Eriksen, Product Line Manager

Program

- 08.30 - 08.40 **Introduktion af workshoppen**
- 08.40 - 09.30 **Præsentation af deltagerne og udviklingsprojektet**
- 09.30 - 10.00 **Hvad er Firma A/S' strategi på miljøområdet**
Formål: at sætte overliggeren for projektet
Øvelser: tolke miljøpolitikken
Resultat: projektspecifikt tolket miljøpolitik og -strategi
- Pause**
- 10.15 - 10.45 **Hvad ved vi om miljøproblemerne?**
Formål: at skabe overblik over miljøområdet
Øvelser: miljø-screening af den nye ide/det nye produkt
Resultat: definition af terminologi og begreber
- 10.45 - 12.15 **Hvad er der af miljøproblemer/potentialer for PG'en?**
Formål: at opnå kendskab til miljøforhold for den pågældende produkttype
Øvelser: tolke miljøpolitikken
Resultat: projektspecifikt tolket miljøpolitik og -strategi
- 12.15 - 13.15 **Frokost**
- 13.15 - 14.15 **Hvordan oplever omgivelserne miljøproblemer og -egenskaber?**
Formål: vise det konkurrencemæssige aspekt af miljø
Øvelser: gennemgang og diskussion af lovgivningen og trendsammenligning med andre områder
Resultat: projektspecifikt tolket politik/strategi
- 14.15 - 15.00 **Hvilke nye strategielementer ser vi i projektet?**
Formål: definere projektets strategi
Øvelser: diskussion med ledelsen om at tolke miljøstrategier fra alle funktionsområder
Resultat: projektspecifikt tolket politik/strategi
- Pause**
- 15.15 - 16.30 **Hvilke miljøbeslutninger træffes i et udviklingsprojekt?**
Formål: at skabe overblik over den udviklingsmæssige udfordring
Øvelser: diskussion af miljøets forretningsværdi - diskussion af nøglepunkter og dokumentation
Resultat: projektets nøglepunktsspørgsmål og mål
- 16.30 - 17.00 **Opsummering og diskussion af dagens forløb**

hvor projektlederen (og eventuelt udvalgte medlemmer af ledelsesgruppen) fremlægger projektet for gruppen, dels i form af de formelle plan- og målsætningsdokumenter, dels som mere "bløde" aspekter af forventninger og ambitioner, som kan være svære at fastholde skriftligt.

Projektlederen står for valg af *fremgangsmåde* og plan i overensstemmelse med virksomhedens udviklingsprocedure samt for det overordnede *valg af metoder* i projektet (se kapitel 5 og 6). I styringen af den miljømæssige resultatskabelse spiller nøglepunkterne en central rolle; gennem gruppens besvarelse (eller manglende besvarelse) af nøglepunktsspørgsmålene får projektlederen og derigennem projektstyregruppen et direkte udtryk for den miljømæssige afklaring og resultatskabelse i projektet. En oversigt over projektgruppens rolle i Miljørigtig Konstruktion ses på side 112 og 113.



Miljøtænkning i virksomheden

Forudsætningen for effektiv og målrettet indbyggelse af miljøhensyn i produkterne er, at der hos medarbejderne eksisterer en generel forståelse for miljøforhold. Denne form for viden og indsigt kaldes generelt for medarbejderens *miljøtankemønster*. Det er de mønstre eller baner, som produktudvikleren tænker i, når der i projektet træffes dispositioner vedrørende miljøhensyn.

Hvilket miljøtankemønster, virksomheden vil basere sin miljøindsats på, bør være en bevidst beslutning. Der eksisterer altid et spontant miljøtankemønster hos en medarbejder, men det kan være både mangelfuldt og skævt i forhold til den opgave, det er at indføre miljøhensyn i virksomhedens produkter.

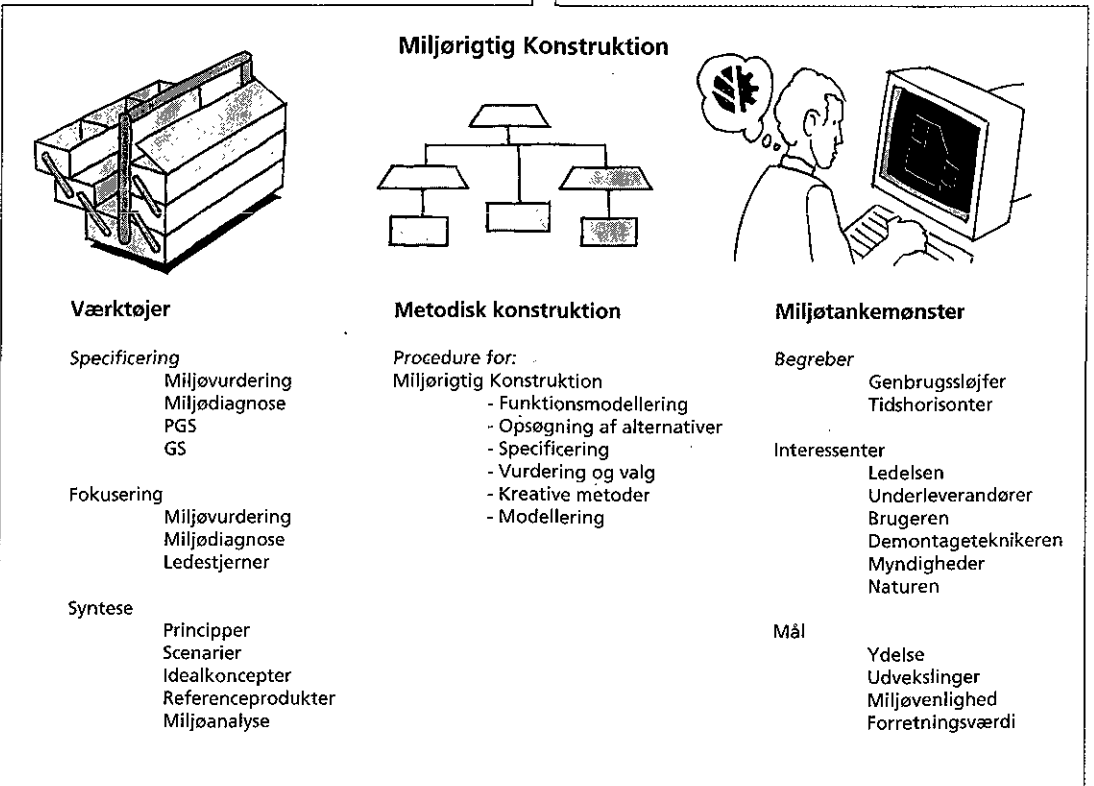
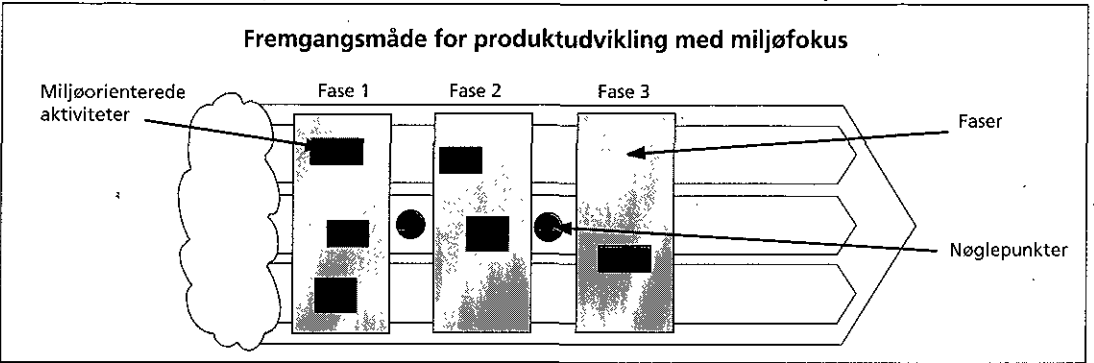
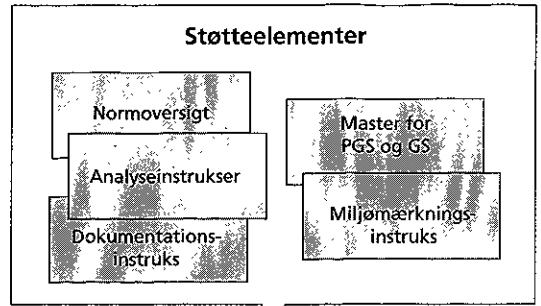
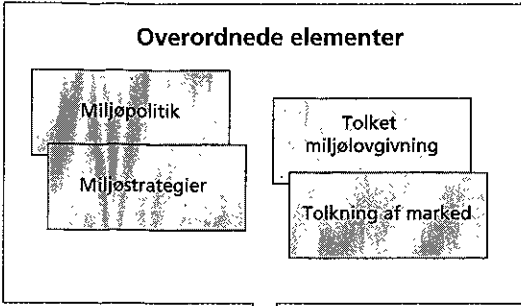
Miljøtankemønsteret bør have generel gyldighed på tværs af virksomheden, det kan for eksempel beskrive:

- fortolkningen af begreber som: Miljø, udvekslinger, effektpotentialer, møder, livsforløb, ruter og miljøtænkning
- sammenhæng mellem miljøindsats i produkterne og forretnings-skabelsen
- miljømæssigt stærke/svage sider ved virksomhedens produktprogram
- interessenters forventninger til virksomhedens indsats for miljøet
- virksomhedens "værktøjskasse" og fremgangsmåde for miljøvurdering og for Miljørigtig Konstruktion.

Tilegnelse af miljøtankemønster hos medarbejderen kan ske gennem:

- *Undervisning.* Medarbejderen tilegner sig konkret viden om bl.a. begreber, metoder, sammenhænge mellem miljø og andre produktparametre.
- *Træning.* Medarbejderen afprøver, tilegner sig metoder og udvikler færdighed i metodens anvendelse og får indsigt i metodens styrker og svagheder. Når virksomheden står ved indførelsen af Miljørigtig Konstruktion, bør træningen ske ved gennemførelse af et pilotprojekt med særlig støtte og opmærksomhed.
- *Motivation.* Medarbejderen tilskyndes til at anvende Miljørigtig Konstruktion ved, at han oplever, at indsatsen værdsættes af projektleder og chefer, ud over at han bidrager til et bedre miljø.

Miljøsystemet i virksomhedens produktudvikling

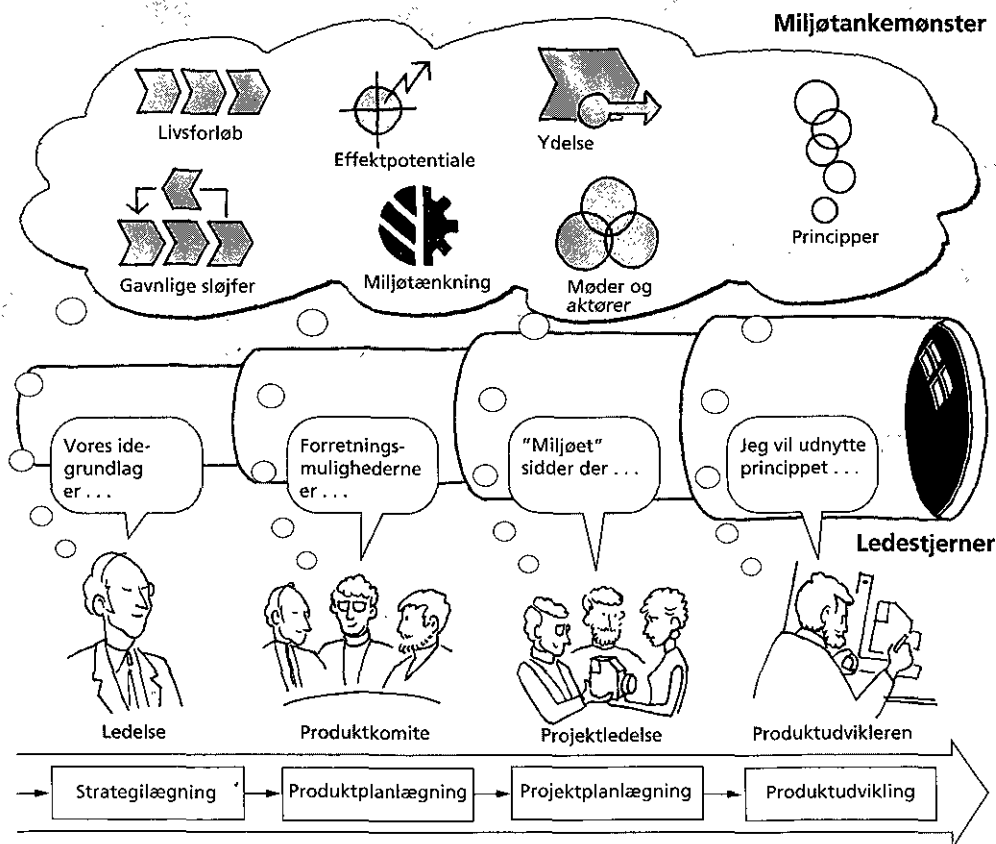


Ud over den generelle viden om miljø, som er indeholdt i miljøtankemønsteret, har projektteamet brug for en projektspecifik, operationel idé, der knytter alle bestræbelser i projektet sammen. Denne idé kan udtrykkes ved ledestjerner, dvs. løsninger eller mål, som i det aktuelle projekt vil sikre høj miljømæssig performance. Det bør også fra projektets start fastholdes i PGS'en, hvad der er de overordnede miljømæssige løsninger (også kaldet "miljømæssige ledestjerner") for produktet i det omfang, de er kendte:

- et materiale, en proces, et opbygningskoncept el.lign., som produktet baseres på
- dele af tidligere produkters løsninger, der "genbruges" i dette produkt
- et produkt og livsforløb, der skal bruges som reference.

Såvel miljøtankemønstre som ledestjerner skal findes på alle niveauer i virksomheden for, at virksomhedens indsats på miljøområdet bliver sammenhængende og målrettet, se figur 65.

Figur 65: Miljøtankemønstre og miljømæssige ledestjerner skal være overensstemmende for alle niveauer i virksomheden.



Indførelse af Miljørigtig Konstruktion

Indførelse af Miljørigtig Konstruktion kan ske på forskellige ambitionsniveauer. Afhængigt af det behov, virksomheden ser for miljø-tænkning i produktudviklingen og for indbygning af miljøhensyn i produkterne, vælger den enkelte virksomhed sin satsning ved at tage udgangspunkt i et af følgende punkter:

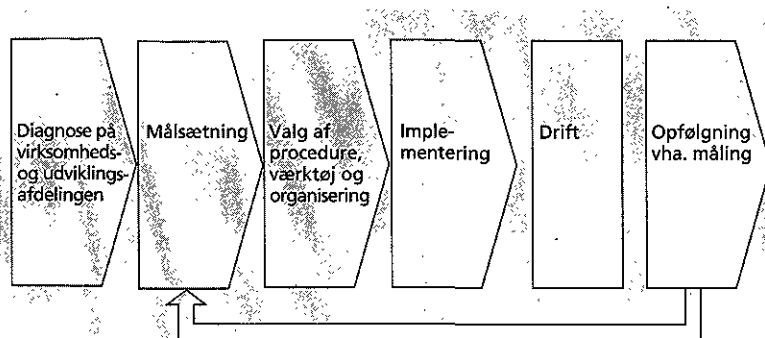
- Formuler miljøelementerne i idegrundlaget, og opsæt miljømål, -strategi og -politik. Vælg derefter de relevante elementer fra Miljørigtig Konstruktion, og indfør dem i produktudviklingen.
- Formuler pragmatiske mål for miljøforholdene omkring virksomhedens produkter, eventuelt i relation til referenceprodukter, vælg relevante elementer fra Miljørigtig Konstruktion, og indfør dem i produktudviklingen.
- Gennemfør udviklingsarbejdet som hidtil, men søg bevidst at skabe og vælge løsninger, der er miljømæssigt gode.
- Gennemfør udviklingsarbejdet som hidtil, men når alle andre forhold er lige i to mulige løsninger, vælg da den løsning, der er miljømæssigt bedst.

I virksomheder, der på grund af miljøproblemerne sværhedsgrad og/eller organisationens sammensathed, har behov for en struktureret fremgangsmåde for produktudvikling og projektarbejdsformer, er Miljørigtig Konstruktion løsningen. Det fremgår af de foregående afsnit, at det samlede "miljøsystem" i en sådan virksomhed omfatter de elementer, der er vist på side 118:

- Overordnede organisatoriske elementer, der håndterer strategi, politik og tolkninger af markedets og lovgivningens miljøforhold.
- Støtteelementer i stabsorganisationen, der etablerer og vedligeholder procedurer og instrukser for miljøorienterede forhold (certificering, GS, PGS, mærkning, miljøanalyser, dokumentation osv.).
- En fremgangsmåde for produktudvikling, hvori miljørelaterede aktiviteter er indplaceret, f.eks. i form af nøglepunktsspørgsmål.
- Værktøjet Miljørigtig Konstruktion, der omfatter:
 - teknikker og værktøjer til løsning af miljøopgaver i de fem bånd, se figur 27 side 51: Målformulering, fokusering, syntese af produkt, fastlæggelse af livsforløb og verificering
 - generelle metodemæssige forløb, en fremgangsmåde for Miljørigtig Konstruktion, i produktudviklingen
- Miljøtænkning, der omfatter miljømæssige fænomener og begreber, der vedrører miljøområdet og produktrelateret miljøtænkning.

Implementering af et sådant miljøsystem, dvs. skabelse af og anvendelse i det daglige arbejde af disse teknikker og dokumenter, er en ledelsesopgave. Implementeringen vil indeholde de samme problemer som andre fornyelsesaktiviteter. Indførelse af CAD eller indførelse af andre x-rigtige konstruktionsværktøjer som Montagerigtig Konstruktion. Her kan der være problemer med: Ændring af de etablerede tankemønstre, oplæring i metoder, opfølgning fra ledelsens side og dermed også etablering af tankemønstre og metodeviden hos ledelsen og sikring af de implicerede teknikkers vedligeholdelse.

Implementering af Miljørigtig Konstruktion kan foregå i flere skridt, afhængig af virksomhedens behov og evne til fornyelse. Figur 66 viser et generelt forløb i implementering med udpegning af to vigtige elementer: Diagnose, dvs. afklaring af virksomhedens nuværende state og behov, samt måling, dvs., opfølgning på virksomhedens evner til at skabe produkter med mindre miljøeffekter.



Figur 66: Forløbet i implementering af Miljørigtig Konstruktion kan ske gradvist, men bør omfatte diagnose og måling.

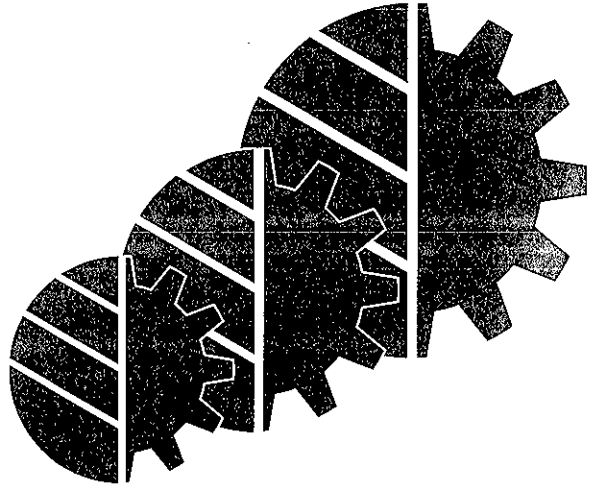
I diagnosen analyserer en person eller en gruppe med reference til ledelsen de kompetencer, arbejdsmønstre, normer og holdninger, der eksisterer i udviklingsfunktionen og holder disse op over for de ambitioner og udfordringer som udviklingsfunktionen skal leve op til. De forhold, der hæmmer resultatskabelsen, eller som gør, at udviklingsfunktionen er for svag til at leve op til kravene, trækkes frem. Herefter sættes målene for præstation på miljøområdet op, og der vælges, hvilke procedurer, værktøjer og organisering der skal forstærke ydeevnen.

Om skærpelsen har effekt ses, når virksomheden efter ændringernes indførelse løbende foretager målinger på reduktionen af produktens miljøeffekter, og holder disse målinger op over for målsætningen.

8. Miljøområdetets udvikling

Hvad bringer fremtiden ?

Hvordan ændrer Miljørigtig Konstruktion sig ?



Miljøområdet vil udvikle sig i flere retninger i fremtiden:

- Lovgivningen og andre miljøpolitiske initiativer, baseret på ny indsigt i miljømæssige nødvendigheder og tekniske muligheder, vil udvikles og skærpe kravene og forventningerne til produktudviklende virksomheder.
- Den teknologiske udvikling vil dels give nye teknologiske muligheder i produktets livsforløb, dels give nye konstruktive løsninger med stor miljømæssig gennemslagskraft.
- Brancheforeninger vil tage udfordringen op og fremskaffe viden på tværs af virksomheder og vil søge at påvirke både forbrugere, politikere og virksomheder.
- Det vil stille krav til udviklingsfunktionens "gate keepere" og til robustheden af de metoder og fremgangsmåder, som produktudviklerne benytter.

Der har i arbejdet med bogen "Miljørigtig konstruktion" været lagt vægt på dels at identificere "state-of-the art" viden og resultater inden for miljøområdet, dels at formulere et rammeværk så Miljørigtig Konstruktion kan lægges ind i det arbejdsmønster, produktudvikleren kender fra sin hverdag.

Miljøområdet ekspanderer kraftigt, og der er intet tegn på, at den udvikling vil vende - tværtimod. Derfor må det forventes, at bogens "videnindhold" om effektpotentialer, holdninger, konstruktive principper, eksempler fra industrien osv. ikke vil have samme holdbarhed som rammeværket: metodernes principielle indhold, disciplinerne, begreber, måden hvorpå de konstruktive principper formuleres og anvendes.

Det er forfatterens og udgiverens håb, at denne bog både kan motivere til en kreativ, konkurrencekraftig og bæredygtig miljøindsats og til anvendelse af arbejdsmønstre, der indbefatter miljøovervejelser i produktudviklingen.

Det er tanken, at rammeværket vil gøre det muligt for produktudvikleren i fremtiden hurtigere og lettere at følge med i miljøområdets udvikling og selv vil være i stand til at "føje de nye elementer ind i bogen".

For produktudviklingen vil fremtiden stille krav om dynamisk opfølgning af nye muligheder og konkurrenternes tiltag samt krav om hurtig skabelse og udnyttelse af egne ideer - og det er jo netop udviklingsarbejds naturen og udfordring.

Referencer

Andreasen, M.M., S. Kähler, T. Lund: Montageteknik - monterig konstruktion. Dansk Industri, København, 1982.

Andreasen, M.M. og T. Ahm: Flexible Assembly Systems. IFS Publications/Springer Verlag, London, 1988.

Andreasen, M.M., L. Hein, L. Kirkegård og K. Sant: Udviklingsfunktionen - basis for fornyelse. Dansk Industri, København, 1988.

Beitz, W.: Designing for Ease of Recycling. Journal of Engineering Design, Vol. 4, No. 1, 1993.

Bergendahl, C.G., P. Hedemalm, T. Segerberg: Handbok i miljöanpassad konstruktion av elektronikprodukter - Et hjälpmedel för konstruktörer. IVF-skrift 95819. IVF, Göteborg, 1994.

Bignert, A. et al: Factors influencing the concentrations of sDDT and sPCB in Baltic. Guillemot 1961-1989. Manuscript, 1992.

Bogue, D. J.: Principles of Demography. John Wiley & Sons, New York, 1969.

Brinkmann, T., G.W. Ehrenstein, R. Steinhilper: Umwelt- und recyclinggerechte Produktentwicklung. WEKA, Augsburg, 1995.

Brommann, B.: Diagnoseprojekt for Gram A/S. Gram A/S, Vojens, 1994.

Callesen, H.: Bortskaffelse af termostater. Danfoss A/S, Silkeborg, 1995.

Cameron, E. N.: At The Crossroads: The Mineral Problems of the United States, John Wiley & Sons, New York, 1986.

Christensen, N., H. Paaby og J. Holten-Andersen (red): Miljø og samfund - en status over udviklingen i miljøtilstanden i Danmark. Danmarks miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 93, 1993.

DIN 6120: Kennzeichnung von Packstoffen und Packmitteln und deren Verwertung; Packstoffe und Packmittel aus Kunststoff. Teil 1: Bildzeichen. Teil 2: Zusatzbezeichnung. Beuth Verlag, Berlin, 1990.

EDC News (1993): Product and environment: Life-Cycle Design - a matter of determining goals. European Design Centre, Eindhoven, Vol. 1.

Fabricius, F.: Design for Manufacture (DFM) - guide for improving the manufacturability of industrial products. Institutet for Produktudvikling, Lyngby, 1994.

Hein, L. og M.M. Andreasen: Integreret Produktudvikling. Jernets Arbejdsgiverforening, København, 1985.

Houghton, R.A., G.M. Woodwell: Global Climate Change, Scientific American, April, 1989.

Jern- og Maskinindustrien: Danfoss køber gamle frekvensomformere. Jern og Maskinindustrien, uge 25, 1994.

Jorden, W.: Recyclinggerechte Produktgestaltung als Grundlage für ein Optimales Stoffrecycling. Resources and Conservation. Vol. 14, 1987.

Kano, N., N. Seraku, F. Takahashi, S. Tsuji: Attractive Quality and Must Be Quality. Quality, Vol. 14, No. 2, 1984.

Keldmann, T.: Miljømæssige tiltag i produktudviklingen. Institutet for Konstruktionsteknik, DTU, Lyngby, 1995.

Levnedsmiddelstyrelsen: Overvågningssystem for levnedsmidler - Næringsstoffer og forureninger 1983-87, 1990.

Levnedsmiddelstyrelsen: Overvågningsprogram for sporelementer i levnedsmidler, 1988-92: Cadmium, bly, nikkel og selen i danske samt udenlandske grønsager. Rapport nr. CL-B 1992.8, Levnedsmiddelstyrelsen, 1992.

Meadows, D., D.L. Meadows og J. Randers: Hinsides Grænser for vækst. Nordisk Forlag A.S., 1993.

Miljøministeriet: Drifhuseffekt og klimaændringer - hvad kan det betyde for Danmark. Miljøministeriet, København, 1992.

Mørup, M.: Design for Quality. Dissertation. Institutet for Konstruktionsteknik, DTU, Lyngby, 1993.

Nadel, B.: The Green Machine. PC-Magazine. Maj 1993.

Olesen, J.: Concurrent Development in Manufacture - based on dispositional mechanisms. Dissertation. Institutet for Konstruktionsteknik, Lyngby, 1992.

Palmgren Jensen, F., K. Kemp og O.H. Mancher : The Danish Air Quality Monitoring Programme (LMP II). Annual data report 1991. NERI, Technical Report No. 60. Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde, 1993.

Palsbjørn, J. og P. Nielsen: Bærbart audioprodukt: Center 2. Eksamensprojekt, Institutet for Konstruktionsteknik, DTU, 1994.

Pedersen, F.M., R. Nedermark, J. Legarth og J. Olesen: Bortskaffelse af underholdningselektronik - Rapport fra studietur til tyske elektronikbortskaffere. Bang & Olufsen A/S, Struer, 1994.

Rank Xerox: Environmental policies and practice. Ingen årstal.

Thierry, M., M. Salomon, J. van Nunen og L. van Wassenhove: Strategic Issues in Product Recovery Management. California Management Review. Vol. 37, No. 2, 1995.

United Nations: The Future Growth of World Populations. Population Studies no. 28. Population Reference Bureau, New York, 1958.

United Nations: Industrial Statistic Yearbook. Population Reference Bureau, New York, 1988.

United Nations: Long Term Range Population Projection: Two Centuries of Population Growth 1950-2150, 1992.

VDI Nachrichten: Skandinavische Automobilzulieferer vertrauen dem Leichtmetalltrend. Nr 15, 16. april 1993, 1993.

VDI-2243: Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1991.

Wenzel, H., M. Hauschild, E. Rasmussen: Miljøvurdering af produkter. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København, 1996.

Wenzel, H. (red.): Miljøvurdering i produktudviklingen, - 5 eksempler (1996). Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

World Commission on Environment and Development: Vores fælles fremtid - Brundtland-kommissionens rapport om miljø og udvikling. FN-Forbundet og Mellemlfolkeligt Samvirke, 1987.

Zachariassen, K. og H. Rønsberg: Electronics and the Environment - A guide to the Selection of Components. Miljøprojekt nr. 289, Miljøstyrelsen, 1995.

Supplerende litteratur

Amtsrådsforeningen, Energistyrelsen, Indkøbs Service A/S, Kommunernes Landsforening og Miljøstyrelsen: Bedre miljø gennem indkøb. Håndbog til miljø- og energibevidst indkøbspolitik i det offentlige: Amtsrådsforeningen, Energistyrelsen, Indkøbs Service A/S, Kommunernes Landsforening og Miljøstyrelsen, 1995.

Brezet, H. et al: Handleiding voor milieugerichte produkt ontwikkeling. NOTA, Den Haag, 1994.

Grandjean, F.: Ti danske miljøprofiler. Erhverslivets Ledelsesforum for Miljøfremme (E.L.M.), 1995.

Keoleian, G.A. og D. Menerey: Sustainable Development by Design: Review of Life Cycle Design and Related Approaches. Air & Waste, Vol.44, May, 1994.

Ryding, S.-O., et al.: Miljöanpassad produktutveckling. Förlags AB Industrilitteratur, Stockholm, 1995.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment: Green Products by Design - choices for a Cleaner Environment. Washington, OTA-E-541, 1992.

Aktør [side 34]

En aktør er en person, f.eks. en maskinarbejder, en lastbilchauffør, en sælger, en bruger eller en skrothandler, som har en aktiv rolle i et møde, og som derfor direkte påvirker forløbet og resultatet.

Bæredygtig udvikling [side 19]

En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare, (World Commission, 1987).

DFE [side 8]

“Design for Environment” er det engelske udtryk for miljørigtig konstruktion.

Discipliner [side 51]

De fem discipliner i produktudviklingen er: fokusering af indsats, målsætning, syntese af produkt, fastlæggelse af livsforløb og til sidst verifikation.

Effektpotentiale [side 30]

En udvekslings potentiale for at udløse en given miljøeffekt. I Miljøvurdering af Produkter opdeles effektpotentialet i: ressourceforbrug, effektpotentialer for arbejdsmiljø og miljøeffekter.

Fokusering [side 72]

I en fokuseringsaktivitet udpeges de tiltag, blandt de mulige, der ud fra både miljø- og forretningshensyn skal gennemføres i et udviklingsprojekt.

Funktionel enhed [side 62]

Den enhed, som resultatet af en miljøvurdering sættes i forhold til, f.eks.: “udprinting af tekst på 1.000.000 stykker A4-papir” eller “visning af temperatur i en periode på 5 år”. Den funktionelle enhed er et kvantitativt udtryk for, hvordan et behov dækkes.

Genbrug [side 41]

Hvis hele produktet, eller hvis delsystemer og komponenter fra udtjente produkter, indgår i nye produkter, kaldes det genbrug.

Genanvendelse [side 41]

Hvis materialer eller stoffer fra udtjente produkter indgår som råmateriale i nye produkter, kaldes det genanvendelse.

GrundSpecifikation (GS) [side 53]

I GS'en fastlægges krav og egenskaber for det produkt, som bedst forventes at kunne leve op til de forretningsmæssige målsætninger. I GS'en kan specielt fastlægges de miljømæssige krav og optimeringsegenskaber:

- Krav, der angiver egenskaber, der skal være opfyldt for, at et løsningsforslag betragtes som en løsning på den stillede opgave.
- Optimeringsegenskaber, der angiver egenskaber, der karakteriserer den gode løsning, og som man forsøger at opfylde så godt som muligt.

Interessant [side 36]

Interessenter er alle, der bekymrer sig om produktet, dets livsforløb og miljøpåvirkningerne. Interessenterne kan enten aktivt gøre noget med produktet, så kaldes de aktører, eller indirekte som f.eks. en fabrikschef, en journalist eller en miljøaktivist.

Livsforløb [side 37]

Ved produktets livsforløb forstås følgen af alle møder, fra råstofindvinding til bortskaffelse, hvor der indgår et produkt, et produktlivssystem og en aktør.

Miljøanalyser [side 61]

Når der i en miljøvurdering ikke medtages alle elementer, som f.eks. udvekslinger, effektpotentialer, komponenter eller møder, kaldes det en miljøanalyse.

Miljødiagnose [side 67]

I en miljødiagnose sammenlignes resultatet af miljøvurderingen med referenceprodukter og livsforløb med kendte udvekslinger og effektpotentialer. Det overvejes, om effektpotentialerne kan reduceres, og man vurderer, om det er produktet, livsforløbet eller sandsynligheden for livsforløbet, der er den primære årsag til afvigelse. Endelig vil diagnosen angive, hvor meget et givet tiltag i produktet eller i livsforløbet reducerer effektpotentialerne.

Miljøeffekt [side 14]

En miljøeffekt er et resultat af en udveksling, som medfører skadelige ændringer i et økosystems biologiske sammensætning eller dets fysiske omgivelser.

Miljøhensyn [side 7]

Miljøhensyn er den bevidste indbygning af gavnlige miljøegenskaber i et produkt.

Miljørigtig Konstruktion [side 8]

Miljørigtig Konstruktion er et produktudviklingsværktøj, som indeholder teknikker og fremgangsmåder for miljømæssig analyse, diagnose, målsætning, fokusering, løsningsopsøgning og verificering. Det kaldes også DFE efter "Design for Environment".

Miljøtænkning [side 23]

Forudsætningen for en effektiv og målrettet indbyggelse af miljøhensyn i produkterne er, at der hos produktudvikleren eksisterer en generel forståelse for miljøforhold. Denne form for viden og indsigt kaldes generelt for produktudviklerens miljøtankemønster. Det er de mønstre eller baner, som produktudvikleren tænker i, når der i projektet træffes beslutninger vedrørende miljøhensyn.

Essensen af miljøtænkning er, at produktudvikleren:

- har overblik over alle produktets livsforløbsfaser frem for produktionsfasen alene
- har overblik over alle produktets interessenters miljømæssige forventninger frem for kun at have blik for myndighedernes
- tager hensyn til og mindsker alle miljøeffekter, ikke kun de mest synlige og ikke kun de lokale
- kombinerer indbygning af miljøhensyn og skabelse af konkurrencekraft frem for at betragte miljø som et nødvendigt onde.

Miljøvenlighed [side 25]

Når et produkt gennemfører et livsforløb med færre og lavere miljøeffekter end et andet med samme behovsdækning, er det mere miljøvenligt.

Miljøvenlighed er en produkt egenskab, som bestemmer produktets egnethed til at gennemføre et planlagt livsforløb med så få miljøeffekter som muligt. Miljøvenlighed er ikke en absolut størrelse, men en egenskab, der kun kan vurderes ved at sammenligne med alternative produkter, der måske følger et andet livsforløb, og som har andre miljøeffekter, men som dækker samme behov.

Produktets miljøvenlighed opgøres over hele livsforløbet og påvirkes af:

- produktets ydeevne i brugsprocessen og de benyttede produktteknologier
- livsforløbets art og produktets levetid
- sandsynligheden for, at det planlagte livsforløb finder sted.

Miljøvurdering [side 62]

En miljøvurdering i produktudviklingen medtager alle udvekslinger og effektpotentialer, hele livsforløbet og hele produktet samt alle trin i "Miljøvurdering af Produkter". Det kaldes også livscyklusvurdering eller LCA efter "Life Cycle Assessment".

Miljøvurdering af Produkter [side 64]

Miljøvurdering af Produkter er det værktøj, der i UMIP er udviklet til at foretage miljøvurderinger.

Møde [side 34]

Med et møde forstås den handling, der finder sted, når et produkt, et produktlivssystem og en aktør er i samspil, og der opstår effekter, hvoraf nogle er miljømæssige.

Målsætning [side 77]

Målsætning for et udviklingsprojekt bygger på samspillet mellem to typer målsætninger: forretningsmålsætning, ofte kaldet "ProjektGrundSpecifikation" eller PGS, og produktmålsætning, "Grundspecifikation" eller GS. PGS'en fastholder de forretningsmæssige mål for projektet, herunder specielt de økonomiske mål.

Nøglepunkt [side 60]

Et nøglepunkt er en fases afslutning, hvor der sker en konfrontation mellem opnåede resultater og målsætningen. I nøglepunktet møder projektet virksomhedens styregruppe, dvs. den enhed i

virksomheden, der er sat til at overvåge udviklingsprojekternes forløb og målopfølgelse.

ProjektGrundSpecifikationen (PGS) [side 53]

I PGS'en formuleres og fastholdes miljøovervejelsernes indhold, vægt og rolle i forhold til de øvrige parametre i forretningskabelsen.

Produktlivssystem [side 34]

De systemer, som produktet møder som f.eks. en drejebænk, en montagelinie, én lastbil, et serviceværksted eller en demontagearbejdsplads.

Referenceprodukt [side 68]

Referenceprodukterne er de produkter eller livsforløb, som det endnu ikke eksisterende produkt under udvikling sammenholdes med eller får data fra. Afhængigt af situationen kan det f.eks. være:

- det sidst udviklede beslægtede produkt
- et eller flere af virksomhedens øvrige produkter
- konkurrerende produkter
- lignende produkter fra andre brancher
- andre typer af produkter med lignende livsforløb.

Ruter [side 37]

Med ruter forstås alternative rækkefølger, typer eller antal møder i produktets livsforløb.

Sandsynligheden [side 43]

For et enkelt produkt kan man tale om sandsynligheden for, at det optræder i det ene eller det andet forløb. For et antal af det samme produkt vil de enkelte produkter fordele sig ud på forskellige livsforløb.

Syntese [side 55]

Skabelsesprocessen, hvor produktets form, opbygningsstruktur, teknologiske principper og materialevalg opstår. Det centrale i syntesen er opstillingen af løsningsalternativer.

Udvekslinger [side 30]

Udvekslinger fra en aktivitet er input, output eller interne vekselvirkninger med aktøren, som efterfølgende kan resultere i en miljøeffekt.

Verifikation [side 57]

I en verifikation sandsynliggøres eller bevises det, at en valgt løsning lever op til specifikationerne og ikke indeholder uønskede egenskaber eller effekter.

Ydelse [side 26]

Ydeevne eller ydelse er en primær funktionsegenskab, der er relateret til produktets formål. Eksempelvis udtrykkes en kuglepens ydeevne i antal meter streg.

Der er taget miljøsyn ved produktionen af denne bog. I den samlede vurdering har indgået oplysninger om miljøforhold på trykkeriet. Bogens indhold er trykt på 100% genbrugspapir, Cyklus Print. Omslaget er trykt på 100% genbrugskarton, Bidaflæck Paci.

Instituttet for Produktudvikling

Danmarks Tekniske Universitet

DTU, Bygning 423

2800 Lyngby

Tlf. 45 93 44 41

Fax 45 88 25 25

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen

Strandgade 29

1401 København K

Tlf. 32 66 01 00

Fax 32 66 04 79

Dansk Industri

1787 København V

Tlf. 33 77 33 77

Fax 33 77 33 00

“Miljørigtig konstruktion” er en af bøgerne fra det fireårige, udviklingsprogram UMIP - Udvikling af miljøvenlige industriprodukter. Programmet har været et samarbejde mellem Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet, Miljøstyrelsen, Dansk Industri og de fem danske virksomheder Bang & Olufsen A/S, Danfoss A/S, Gram A/S, Grundfos A/S og KEW Industri A/S.

Miljørigtig Konstruktion er det værktøj, som produktvikleren tager i anvendelse for at gøre individuelle produkter miljøvenlige. Bogen beskriver teknikker og fremgangsmåder, der understøtter produktudviklingen og viser, hvordan man udvikler produkter med indbygget miljøhensyn og miljøbaseret konkurrencekraft.



Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**

DI
DANSK INDUSTRI

