



## LCA-Eksempel udført på en Kaffemaskine

Dette dokument er et udpluk fra dokumentet: ” [Håndbog til miljøvurdering af produkter](#) ”. hvor der er gennemgået et eksempel på LCA på en kaffemaskine.

Sidst i dokumentet er der en række datatabeller, der kan bruges som kilde for relevante data.

Dokumentet skal opfattes som foreløbigt. Der sker – som altid - løbende forandringer og rettelser!!

Efter indledningen her er der en disposition til dokumentet med hyperlinks, og den kan samtidig bruges som disposition til en LCA over et andet produkt.

Bemærk, at et MEKA-skema vises flere gange i en LCA-rapport, med stadig flere og flere data indskrevet i felterne. Eller med hver deres type informationer i hver MEKA-Skema.

/ Valle

## Disposition og link til dette dokument, LCA over kaffemaskine:

[Skab overblik / lav flowdiagram](#)

[Beskriv Pligttegenskaber og positionsegenskaber i tilfælde af sammenligning af produkter](#)

[Definer funktionel enhed](#)

[Lav beskrivelse af livsforløb, og afgrænsning](#)

[Skriv scenarie, hvis livsforløbet ikke kendes](#)

[Udfyld Planlægningsskema](#)

Indsaml data for: [Livsforløbet](#), [For materiale og fremstillingsfasen](#), [Brug](#), [Bortskaffelse](#), [Transport](#), [Evt. godskrivning](#)

[Lav indledende miljøvurdering](#), [Lav indledende MEKA-skema](#)

Find data og lav opgørelse af: [Materialeforbrug](#), [Råstofforbrug](#), [Forbrug i brugsfasen](#), [Evt. genvinding ved bortskaffelse](#)

[Indskriv data i MEKA-skemaet](#)

[Lav opgørelse af energiforbrug i: Materialefasen, Produktionsfasen, Brugsfasen / primær energi, Brugsfasen / Materialer, Bortskaffelsesfasen, Oparbejdning og Transport](#)

[Beregn energiforbrug samlet](#),

[MEKA Andet](#)

[Indskriv Energiforbrug i MEKA-skemaet](#)



Fortolkning af MEKA-skemaet: [Materialer](#), [Energi](#), [Konklusion](#)

[Skriv Rapport](#) over LCA'en

## **Bilag:**

Sidst i dette dokument, i bilag, findes en samling data, der burde kunne hjælpe:

[Formelsamling](#)

[Opslagstabeller](#)

[Ressourceforbrug og materialeforbrug i mPR](#)

[Energiforbrug](#)

[Energiforbrug ved oparbejdning](#)

[Energiforbrug ved processer](#)

[Energiindhold](#)

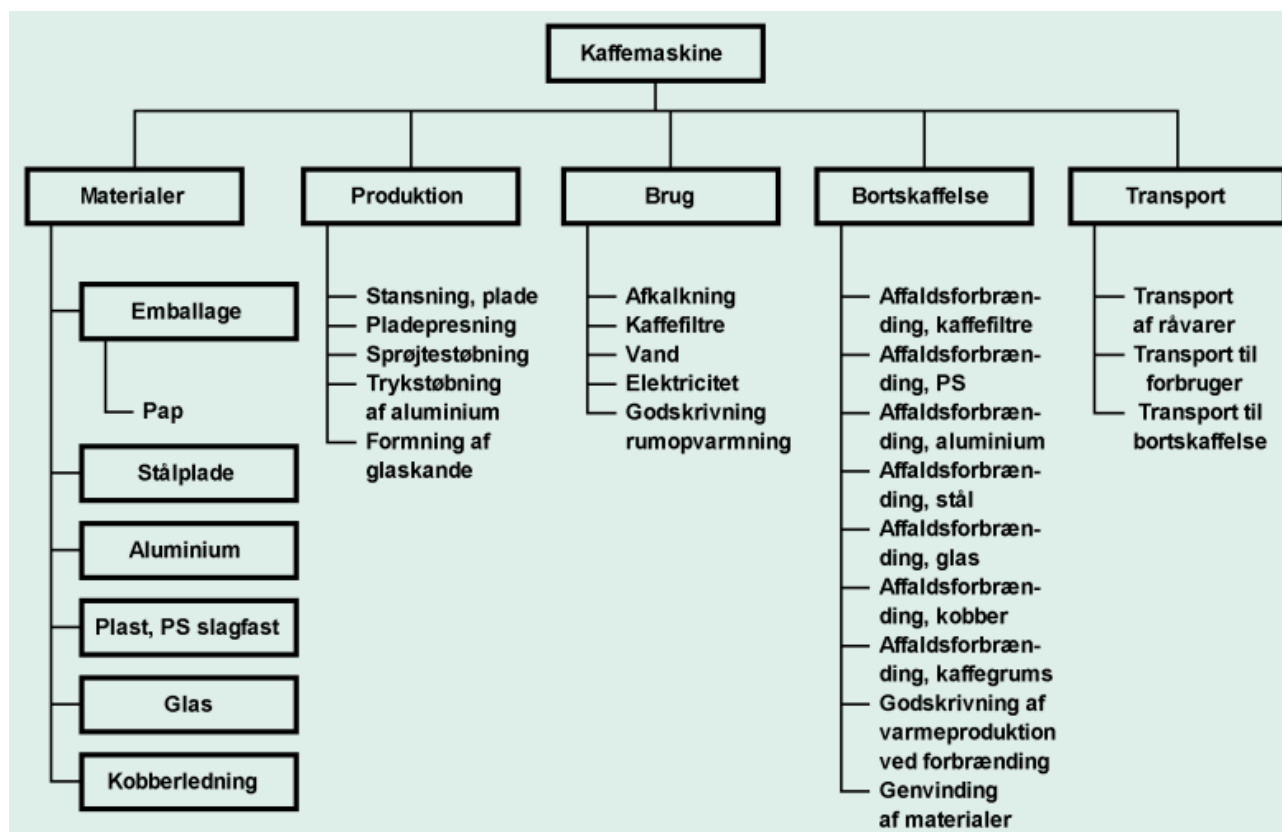
[Bortskaffelses-tommelfinger-regel](#)



## Skab Overblik, brug fx et Oversigts-diagram.

Når der skal arbejdes med LCA for et produkt, er det vigtigt fuldstændigt at forstå hele forløbet for produktet! Så man starter med at undersøge produktet, og beskrive det, og fx også at lave en grafisk fremstilling, så undersøgelsen kan formidles.

Her er vist et oversigts-diagram:

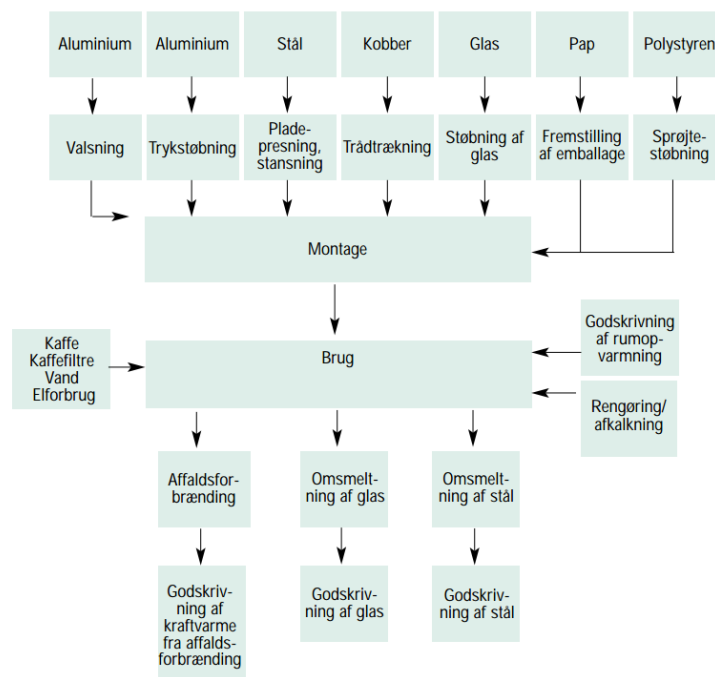


Og her et diagram stillet op på en anden måde. Det viser materiale-flowet:



Overblik over kaffemaskinens materiale-flow.

Transport er ikke medtaget i dette diagram!



Uanset hvad der laves af diagram, er det vigtigt at give læseren en forståelse af produktet og dets sammensætning / opbygning / fremstilling.

## Pligtenskaber / beskrivelse af ydelsen.

Beskrivelse af ydelsen fra en kaffemaskine ved dens pligtenskaber og positionerende egenskaber.

Hvis LCA-en skal bruges til at sammenligne to produkter på deres "kvalitetsniveau", kan man opdele ydelsen ved dens pligt-egenskaber og dens positions-egenskaber.

<u>Pligtenskaber</u>	<u>Positionerende egenskaber</u>
Brygge kaffe	Bryggetid
Holde kaffen varm	Bryggevolumen
Opfyldte krav til CE-mærkning, herunder brandsikring	Bryggetemperatur
	Stand-by temperatur
	Stand-by tid/automatisk slukfunktion
	Rengøringsvenlighed
	Design
	Svingbar filterindsats
	Gennemsigtighed af kande
	Kaffens aroma
	Mængdemarkering på kanden
	Vandstandsmarkering på kaffemaskinen
	Pris Holdbarhed/levetid
	Programmerbarhed

## Definering af den funktionelle enhed for kaffemaskinen



Det er ikke nok at beskrive ydelsen kvalitativt. Mængden eller omfanget og kvaliteten af ydelsen skal også defineres.

Når man sætter tal på omfanget af ydelsen, kan man opdele i:

1. en kvantitet (mængde, volumen eller omfang),
2. en varighed
3. kvaliteter/egenskaber

Det er disse egenskaber, som af kunderne skal opfattes som sammenlignelige for produkter, der indgår i miljømæssige sammenligninger. Det er her, pligteegenskaberne og de væsentlige positionerende egenskaber indgår.

Et eksempel på, hvordan den funktionelle enhed kan beskrives for kaffemaskinen:

### **Funktionel enhed for kaffemaskine.**

Her er vist en funktionel enhed for en kaffemaskine, primært solgt til private.

	Pligteegenskaber	Positionerende egenskaber
Kvantitet	Brygge 2 gange 1 liter kaffe om dagen	
Varighed	7 dage om ugen i 5 år	
Kvaliteter/ egenskaber	Brygge kaffe  Holde kaffen varm - temperatur ( 82°C )  CE-mærkning	Bryggetemperatur ( 94°C ) Holde på aromaen Bryggetid ( 8 minutter ) Pris ( 500 - 600 kr. ) Smart design Lang levetid

### **Beskrivelse af produktets livsforløb og afgrænsning**

Når der er styr på, hvad det er, produktet leverer til brugeren, skal der findes ud af, hvor miljøpåvirkningerne ligger. Det første der skal gøres, er at danne sig et overblik over produktets livsforløb.



Livsforløbet har fem hovedfaser, nemlig materialefaser, produktionsfasen, brugsfasen, bortskaffelsesfasen og transportfasen. Transporten kan enten behandles separat eller den kan fordeles på de andre faser.

Start med at fastlægge produktets livsforløb. Prøv at danne dig en holdning til, hvad der er stort og småt, væsentligt og uvæsentligt i produktets livsforløb. Vurdér produktets samlede vægt og typen af materialer. Overvej, om fremstillingen af produktet kan tænkes at medføre særligt problematiske processer eller kemikalier. Det kan f.eks. være lakering, som afgiver opløsningsmidler eller en særligt energikrævende proces som f.eks. emaljering.

Tænk på produktets levetid: For de fleste produkter er brugsfasen meget længere end de øvrige faser. Den samlede arbejdstid, der går til at fremstille en kaffemaskine med dagens teknologi, er væsentligt under en time, mens levetiden er 5 år eller måske mere.

Prøv at sætte proportioner på brugsfasen.

Vurdér, hvilken bortskaffelsesvej produktet mest sandsynligt vil følge, og hvilke materialer der vil blive genbrugt eller brændt med energigenvinding

## **Scenarie:**

Hvis man ikke kender dele af produktets liv, kan man selv skrive et scenarie, der så kan bruges som grundlag for LCA-en.

## **Planlægningskema**

For overskuelighedens skyld bør man lave et skema til at samle og vise indsamlet overblik for livsforløb og afgrænsningen for kaffemaskinen.



Et skema som kan give overblik og vise grundlaget for overvejelser og planlægning.

Fase	Beskrivelse	Hvor kan data findes?
Materialefasen	Samlet vægt af produkt: et par kg Materialeindhold: plast, glas, stål, aluminium, kobber i ledninger, materiale til varmelegemet (?) Emballage: pap, sandsynligvis genbrugspap	Produktionsafdelingen, materiale- og proceslisten.
Produktionsfasen	Væsentligste produktionsprocesser: Formgivning af materialerne, f.eks. trykstøbning af aluminium. Overfladebehandling af stål. Særlige processer/kemikalier: tungmetaller til overfladebehandling. Eventuelt andre – undersøges	Produktionsafdelingen, materiale- og proceslisten. Kemikaliedata tillige miljøafdelingen/BST
Brugsfasen	Levetid: skønnet til 5 år i gennemsnit Salgsfordeling på markeder/lande (>80%): Danmark, Sverige, Norge og Tyskland <u>Drift</u> Driftsdata: i alt 2 x 7 x 52 x 5 = 3640 kaffebrygninger à en liter. Bryggetid ca. 12 minutter. Kaffen holdes varm (80°C) i ca. 30 minutter i gennemsnit. Energiforbrug: 3640 kg kaffe opvarmes fra ca. 10°C til kogning. Varmetab fra 1 kg meget varmt vand i 1820 timer i alt. Materialeforbrug: 3640 kaffefiltre og en del kaffe Hjælpestofforbrug: nej <u>Vedligehold</u> Energiforbrug: afkalkning, det vil sige opvarmning til kogning à 2 liter 1 gang pr. måned (?). Rengøring af kande og maskine m. lunkent (?) vand – hvor ofte? Materialeforbrug: nej Hjælpestofforbrug: eddike (til afkalkning), sæbe/opvaskemiddel (til rengøring)	Salg & markedsafdelingen Forhandlerne Produktudviklingsafdelingen



Bortskaffelsesfasen	<u>Bortskaffelsesveje, skønnet gennemsnit (%)</u> Bortskaffes via genbrugsstation eller skraldespanden. Deponi: skønnet 0% Forbrænding: skønnet 100% af maskinen og 50% af kanden. Energiindhold udnyttes Shredding: skønnet 0% Adskillelse: skønnet 0% Genbrug: 50% af kanden skønnes at gå til glasgenbrug Andet: skønnet 0%	Eventuelt Salg & marketing afdelingen samt produktudviklingen Eventuelt kommunen, f.eks. genbrugsstationen Eventuelt videninstitutter
Transportfasen	Kaffen transporteres 10000 km. Råmaterialerne til kaffemaskinen transporteres 2000 km til producenten. Den færdige kaffemaskine transporteres 100 km til forbrugeren hvorefter den efter endt brug transporteres 5 km til bortskaffelse.	Eventuelt Salg & marketing afdelingen

For bortskaffelse og transport kan det være vanskeligt at finde konkrete tal. Affald fra private husholdninger bortskaffes enten via dagrenovationen eller til en genbrugsstation.

For affald, som afleveres til genbrugsstation, kan der findes værdier i bilag B.6:

## Indsamling af data for livsforløbet

Der skal nu samles data om produktet for hver del i hele dets livsforløb. Saml f.eks. data i tabeller, så de er overskuelige for andre. Herved er det også nemmere at vise, hvad der er med i miljøvurderingen.



**Saml data for  
Materiale og  
Fremstillingsfasen:**

Kaffemaskinens  
sammensætning med  
tilknyttede  
fremstillingsprocesser.

Komponenter	Antal	Materiale	Vægt (kg)	Fremstillings- processer	Hjælpestoffer
Kabinet	1	Plast, slagfast polystyren	1,1	Sprøjtstøbning	Slipmiddel
	1	Aluminium	0,1	Trykstøbning?	Smøring?
	1	Stål	0,3	Pladepresning Stansning	?
Ledning	1	Kobber	0,02	Trådtrækning	
	1	Blødgjort PVC	0,02	Coatning	
Glaskande	1	Glas	0,34	Støbning af glas	
Hank	1	Plast, slagfast polystyren	0,02	Sprøjtstøbning	Slipmiddel
Spændebånd	1	Aluminium	0,01	Valsning	?
Emballage	1	Pap	0,39	-	?

**Saml data for brug af kaffemaskinen**

Man kan eventuelt få data for brugsprocessen fra marketingsafdelingen, men ofte kan det være nødvendigt at foretage nogle beregninger ud fra specifikationer og mærkeplader.

Eks: Kaffemaskinens varmelegeme har en effekt på 600 W, og tidsforbruget til at brygge 1 liter kaffe er ca. 12 minutter. Det vil sige at energiforbruget til brygning er 0,660 kW gange 0,2 timer gange 3640 brygninger svarende til omkring 440 kWh, når der brygges 3640 liter kaffe i maskinens levetid. Varmepladens effekt kan fx aflæses til 55 W. Hver kande holdes varm i 30 minutter efter brygning (som gennemsnit), hvilket svarer til 0,5 timer gange 0,055 kW gange 3640 brygninger = 100 kWh.

Herved fås et energiforbrug på  $100 + 440 = 540$  kWh.



Husk også, at kaffen og kaffefiltrene er en del af brugsfasen. Man kan spørge sig, om disse ting virkelig skal med, når det er kaffemaskinen, vi studerer, og når det kun er den, virksomheden fremstiller. Da valg af koncept og konstruktion af kaffemaskinen kan påvirke både forbruget af filtre og kaffebønner, er det klart, at de må med i vurderingen, så vi kan se miljøkonsekvenser af eventuelle ændringer.

Hjælpestoffer medtages ikke her!!!

### Saml data for bortskaffelse af kaffemaskinen

Bortskaffelsen kan stilles op som i denne tabel. I dette eksempel sendes hele produktet via dagrenovationen til forbrænding undtagen glaskanderne, hvor vi antager at 50% går til genbrug.

Andelen til affaldsforbrænding er derfor 0,5 for glaskanden og 0,5 til genbrug. For den del, der går til genbrug (omsmeltning), godskrives en tilsvarende mængde materiale.

Stålet antages at gå til affaldsforbrænding, men halvdelen antages her opfanget magnetisk på et sorteringsbånd og sendt til stålgenbrug.

I tabellen fremgår begrebet godskrivning – det forklares senere

(Ps: I dag vil man ikke brænde en kaffemaskine !!)

Materiale/ Komponent	Proces			Hjælpestoffer
	Navn	Enhed	Mængde	Navn
Hele produktet	Kaffebrygning			
	• elforbrug	kWh	540	
	• kaffefiltre	kg	7,3	Blegemidler
	• kaffe	kg	290	Pesticider/ gødning
	• vand	kg	3640	
	Rengøring (mask. og kande)	kg	50	Vand (varmt/lunket)
		ml	25	Opvaskemiddel
	Afkalkning	kg	15	Eddikesyre
Godskrivning af rumopvarmning	kWh	+360		

Komponent	Proces			
	Andel	Navn	Enhed	Mængde
Aluminium	1	Affaldsforbrænding, aluminium	kg	0,1
Polystyren	1	Affaldsforbrænding, polystyren	kg	1,1
	1	Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding	kg	+1,1
Glas	0,5	Affaldsforbrænding, glas	kg	0,17
	0,5	Omsmeltning, glas	kg	0,17
	0,5	Godskrivning af glas	kg	+0,17
Stål	1	Affaldsforbrænding, stål	kg	0,3
	0,5	Omsmeltning af stål	kg	0,15
	0,5	Godskrivning af stål	kg	+0,15
Kobber	1	Affaldsforbrænding, kobber	kg	0,02
Kaffefiltre	1	Affaldsforbrænding, kaffefiltre	kg	7,3
	1	Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding	kg	+7,3
Kaffegrums	1	Affaldsforbrænding, organisk materiale	kg	290
	1	Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding	kg	+290
Emballage	1	Affaldsforbrænding, pap	kg	0,39
	1	Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding	kg	+0,39



## Indsaml data for transport af kaffemaskinen.

Transportform	Afstand, km	Mængde, kg
Transport af kaffe, skib	10000	90,0
Transport af råvarer til kaffemaskine, bil	2000	2,3
Transport af kaffemaskine til bruger, bil	100	2,3
Transport af kaffemaskine til bortskaffelse, bil	5	2,3

I de fleste tilfælde betyder transporten ikke ret meget, og optimeringer på transportsiden kan ofte overlades til logistikafdelingen.

Tabellerne vist her for kaffemaskinen, er udgangspunktet for miljøvurderingen. De specificerer alle de oplysninger, der behøves om produktet og dets livsforløb.

Man vil tit mangle nogle data, især for processer og hjælpe-stoffer. Dem er man i givet fald nødt til at lade hvile i første omgang, men medtage i oplægget til det videre arbejde. ( Eller estimere! )

## Indsaml data for godskrivning:

De godskrivninger, man typisk vil komme ud for, er:

- ▶ Spildvarme fra el-forbrugende apparater
- ▶ Udnyttelse af el- og varmeproduktion fra affaldsforbrænding
- ▶ Genbrug af materialer

Spildvarmen findes normalt i brugsfasen og figurerer som et negativt bidrag. Det er vigtigt at have den med separat, fordi det netop er spildvarmen, der kan gøres noget ved. For kaffemaskinen er det her, det største forbedringspotentiale ligger

I Danmark udnyttes varmen fra forbrændingsanlæggene. Den varme, der kan udnyttes, svarer til brændværdien af materialet. Plast og papir har en høj brændværdi, mens metaller ikke har nogen brændværdi. Værdierne kan findes i tabeller.

Ved genbrug af materialer, angives det genbrugte materiale med negativt fortegn i bortskaffelsesfasen. Husk også at lægge energiforbruget for genbrugsprocessen (f.eks. omsmelting) til.

## Indledende miljøvurdering

Når selve miljøvurderingen går i gang, bruges et MEKA-skema.



MEKA-skemaet er en hjælp til på en overskuelig måde at vise data på en systematisk form. Det er med til at skabe overblik over miljøbelastningerne fra produktet.

Ved anvendelse af principperne i MEKA-modellen lægges der mest vægt på de materialer, hjælpestoffer og den mængde energi, der forbruges gennem produktet livsforløb. De strømme i form af emissioner til luft og vand samt affald, der fremkommer gennem et produkts livsforløb, er vanskelige at opgøre. De kan tages med, men kan også udelades. Bare det beskrives.

## Opstilling af et MEKA-skema

Ved opstilling af MEKA-skemaet tages udgangspunkt i den funktionelle enhed og det livsforløb, der er opstillet.

MEKA-skemaet udfyldes vha. beskrivelsen af produktet og ud fra tabeller.

Der arbejdes med skemaet ved at udfylde en række ad gangen. Først udfyldes rækken med materialer for alle produktets livscyklusfaser, dernæst energi og så videre.

I MEKA-skemaet angives materialeforbruget dels i mængder i kg (eller anden passende enhed).

Energiforbruget opgøres i **primær energi**\* og i den tilsvarende mængde ressourcer brugt til at fremstille denne energi.

For rækkerne 'Kemikalier' og 'Andet' er der én opgørelse for hver.

		Materiale-fase	Produktions-fase	Brugs-fase	Bortskaffelses-fase	Transport-fase
Materialer	Mængde					
	Ressourcer					
Energi	Primær					
	Ressourcer					
Kemikalier						
Andet						

\* *Primærenergi er et udtryk for hvor meget energi, der benyttes til at producere energibærerne. For eksempel vil en primærenergifaktor på 1,9 indikere, at der i gennemsnit benyttes 1,9 kWh energi i produktionsfasen til at producere 1,0 kWh el til slutkunderne.*

## Opgørelse af forbrug af materialer:

Materialer opgøres som de materialer, der anvendes til at fremstille produktet samt til brug og vedligeholdelse af produktet.

Sidste trin, bortskaffelsen, kan omfatte genvinding af materialer som for eksempel genbrug af plast eller papir.

Begynd med at opgøre materialeforbruget for hver fase opdelt på materialetyper.



Produktet skilles ad, og der laves en liste over materialeforbruget for kaffemaskine:

Plast, slagfast polystyren (PS): 1,1 kg + 0,02 kg =	1,12 kg
Blødgjort PVC	0,02 kg
Glas	0,34 kg
Pap	0,39 kg
Aluminium (Al): 0,1 kg + 0,01 kg =	0,11 kg
Kobber	0,02 kg
Stål	0,3 kg

Kaffefiltre (papir)	7,3 kg
Kaffe	290 kg
Vand: 3640 kg + 50 kg =	3690 kg

Glas, genvinding 50%	- 0,17 kg
Stål, genvinding 50%	- 0,15 kg
Øvrige materialer sendes 100 % til affaldsforbrænding.	
Transportfase: Intet materialeforbrug	

## Opgørelse af forbrug af råstoffer:

Nogle materialer består af flere bestanddele, og der laves nu en liste over dem. Hvilke ressourcer/råstoffer forbruges der for hvert materiale.

For nogle materialer vides antagelig hvilke råstoffer, der anvendes. For andre kan der fås hjælp ved at slå op i tabel.

Forbrug af ressourcer til fremstilling af et givent materiale

<i>Materiale</i>	<i>Ressource</i>
Polystyren	Råolie og gas
PVC	Råolie og gas
Glas	Kalk, kaolin og sand
Aluminium	Aluminium
Kobber	Kobber
Stål	Jern og mangan

I tabel 1 i Bilag B er der ligeledes ud for nogle materialer anført bemærkninger. Disse bemærkninger omhandler betydelige emissioner eller andre vigtige forhold ved fremstilling af materialet. Overfør disse bemærkninger til MEKA-skemaet. Drejer det sig om affald, anføres bemærkningerne i rækken "materialer". Drejer det sig om emissioner, anføres bemærkningerne i



rækken “kemikalier”. Øvrige bemærkninger, som for eksempel forhold relateret til arbejdsmiljø anføres under “andet”.

Kan der ikke findes oplysninger om et eller flere materialer, som produktet består af, må man anføre materialet i MEKA-skemaet og så senere overveje, om der skal gøres mere ved det.

Anvendes der materialer i produktionsfasen eller i brugsfasen, skal råstofferne til disse materialer også opgøres.

I brugsfasen bruges der ikke så mange råstoffer, - men nok mest energi.

## **Opgørelse af forbrug af ressourcer i brugsfasen**

Opgørelse af de ressourcer/råstoffer, som indgår i kaffemaskinens brugsfase

I brugsfasen anvendes 7,3 kg kaffefiltre og 290 kg kaffe. Disse “materialer” er fremstillet af fornyelige ressourcer og skal ikke tages med i opgørelsen af råstoffer.

Til rengøring anvendes opvaskemiddel og eddikesyre.

Opvaskemiddel ses der her bort fra på grund af den lille mængde. Eddikesyren vurderes under kemikalier.

I brugsfasen forekommer der et vandforbrug på i alt 3690 kg. Vand regnes som en fornyelig ressource og medtages ikke.

Dette betyder, at der ikke kommer bidrag til opgørelse af råstofforbrug fra brugsfasen.

## **Opgørelse af Genvinding af ressourcer ved bortskaffelsen**

Genvinding af materialer ved bortskaffelse af kaffemaskinen

I eksemplet for kaffemaskinen er det forudsat, at 50% af stålet og glasset kan genvindes.

## **Præsentering af data i MEKA-Skema**

Resultatet af beregningerne præsenteres nu i MEKA-skemaet, summeret for hver af de opgjorte ressourcer.



Materialeforbrug  
og  
ressourceopgørelse  
for materialer i  
MEKA-skemaet.

mPR bruger vi  
ikke.

Brug i stedet kWh  
eller Joule.

	Materiale fase	Produktions- fase	Brugs- fase	Bort- skaffelsefase	Trans- portfase
<b>Mæng- der</b>	PS: 1,12 kg PCV: 0,02 kg Glas: 0,34 kg Pap: 0,39 kg Aluminium: 0,11 kg Kobber: 0,02 kg Stål: 0,3 kg	Slipmiddel Smøremiddel	Papir: 7,3 kg Kaffe: 290 kg Vand: 3690 kg	Genvinding Glas: -0,17 kg Stål: -0,15 kg Affalds forbræn- ding 299,23 kg	
<b>Res- source- forbrug</b>	Råolie: 0,0222 mPR Naturgas: 0,0222mPR Al: 0,165 mPR Cu: 0,33 mPR Fe: 0,024 mPR Mn: 0,015 mPR			Fe:-0,012 mPR Mn:-0,008 mPR	

### Opgørelse af Energiforbrug:

Energi omfatter det energiforbrug, der er i form af el, varme og andet samt energi til transport.

Det omfatter også den energi, som visse materialer indeholder. Plast indeholder f.eks. meget energi, - det kan brændes og energien udnyttes.

Den procesenergi, der anvendes, kan være i form af elektricitet eller olie, gas og benzin

Det energiforbrug samt den energiform, der er aktuelt for produktet skal opgøres for hver livscyklusfase. Dertil kommer energiforbruget ved fremstilling af materialerne

De ovennævnte energiforbrug kaldes primær energi og skal omregnes til forbrug af ressourcer. I denne metode er valgt at opgøre alle energiforbrug som forbrug af råolie-reserver.

### Opgørelse af Energiforbrug i materialefasen

Energiforbruget til at udvinde en ressource og bearbejde den til et materiale er givet for en række materialer i **bilag B, tabel B.2.**

Beregn energiforbruget for de materialer, der indgår i produktet. Energiforbruget opgøres som primær energi ved at beregne:



Primært energiforbrug [MJ] = Mængde af materiale[kg] x Primær energi for materialet [MJ/kg]

Primært energiforbrug for  
materialefremstilling

Polystyren	1,12 kg x 90 MJ / kg	= 100,8 MJ
PVC	0,02 kg x 65 MJ / kg	= 1,3 MJ
Glas	0,37 kg x 10 MJ / kg	= 3,7 MJ
Pap	0,39 kg x 40 MJ / kg	= 15,6 MJ
Aluminium	0,11 kg x 170 MJ / kg	= 18,7 MJ
Kobber	0,02 kg x 90 MJ / kg	= 1,8 MJ
Stål	0,3 kg x 40 MJ / kg	= 12,0 MJ
Samlet		= 153,9 MJ

### Opgørelse af Energiforbrug i Produktionsfasen

Opgør procesenergien for produktionsfasen opdelt på energiformer. Som en hjælp ved opgørelse af energiforbrug til processer kan **bilag B, tabel B.3** anvendes. I denne tabel er anført energiforbruget for udvalgte processer

Har man ikke data for produktionsfasen kan energiforbruget sættes til 30% af materialefasen.

For energitunge processer, hvor der f.eks. er tale om opvarmning eller nedkøling af store mængder vand, kan procesenergien være meget stor.

Ved afbrænding af gas eller olie og udnyttelse af den fremkomne varme udnyttes energiråstofferne helt.

Ved fremstilling af el sker der et relativt stort tab på el-værket. Kun 40% af den energi, der tilføres el-værket, kan udnyttes som elektricitet.

Er energiforbruget opgjort i form af el, skal energiforbruget omregnes til primær energi opgjort i MJ efter formlen:

$$\text{primært energiforbrug [MJ]} = \text{Elforbrug [MJ]} \times 2,5 \quad (\text{se Note } ^1)$$

Eller:

$$\text{primært energiforbrug [MJ]} = \text{Elforbrug [kWh]} \times 9$$

Er energiforbruget opgjort i form af energiressourcer, skal der omregnes til MJ efter formlen:

---

<sup>1</sup> Primærenergi er et udtryk for hvor meget energi, der benyttes til at producere energibærerne. For eksempel vil en primærenergifaktor på 1,9 indikere, at der i gennemsnit benyttes 1,9 kWh energi i produktionsfasen til at producere 1,0 kWh el til slutkunderne.





$$\text{Primært energiforbrug [MJ]} = \text{Mængde af energiressource [kg]} \times \text{Brændværdi [MJ/kg]}$$

Brandværdien af energiressourcer kan slås op i **bilag B, tabel B.4**

I **bilag B, tabel B.4** er angivet et energiforbrug til trykstøbning af aluminium på 20-50 MJ/kg.

For de øvrige processer kan der ikke findes data. Forarbejdningen af materialer antages at forbruge 20 MJ/kg.

Da der skal forarbejdes 1,91 kg, bliver energiforbruget 38,2 MJ i form af el. Elforbruget omregnes til primær energi:  $38,2 \times 2,5 \text{ MJ} = 95,5 \text{ MJ}$

## Opgørelse af Energiforbrug i Brugsfasen

Energiforbruget til brugen af produktet kan være ubetydeligt eller meget stort. Energiforbruget skal opgøres fordelt på energiformer og omregnes til MJ.

Energiforbrug i brugsfasen for kaffemaskinen

Kaffemaskinen har et energiforbrug i form af el på 540 kWh.  
 $540 \text{ kWh} \times 9 \text{ MJ/kWh} = 4.860 \text{ MJ}$  primær energi.  
Det angives i kapitel 2, at varme fra kaffemaskinen godskrives. Derved spares 360 kWh i form af rumopvarmning. Rumopvarmning sker almindeligvis ved forbrug af olie.  
 $360 \text{ kWh} \times 3,6 \text{ MJ/kWh} = 1.296 \text{ MJ}$ .  
Der spares således 1.296 MJ primær energi.  
Det samlede primære energiforbrug i brugsfasen bliver derfor  $4.860 \text{ MJ} - 1.296 \text{ MJ} = 3.564 \text{ MJ}$ .

Overvej ligeledes, om der forbruges energi ved vedligehold af produktet i form af rengøring. Foretag et skøn over energiforbruget, da det sjældent kendes eller kan opgøres nøjagtigt. Husk at notere forudsætningerne for skønnet.

Der kan forbruges materialer i brugsfasen, som ligeledes skal medregnes. Disse opgøres på samme vis som for energiforbrug til materialer i materialefasen

**Opgørelse af Energiforbrug  
til materialer i brugsfasen**

Papir (kaffefiltre)	7,3 kg x 40 MJ / kg	= 292 MJ
Kaffe	290 kg x 20 MJ / kg*	= 5.800 MJ
I alt		= 6.092 MJ
*Værdien er anslået		

**Opgørelse af Energiforbrug / Bortskaffelsesfasen**

Når man ved, hvordan produktet bortskaffes, kan man beregne energiforbruget eller energiudviklingen.

Plast, papir, pap og andre brændbare kasserede dele af et produkt vil blive bortskaffet enten ved genanvendelse eller ved forbrænding.

Sker bortskaffelsen ved forbrænding, skal den varme, der udvikles godskrives i energiregnskabet. I denne indledende miljøvurdering tages der ikke hensyn til varmetab og lignende.

Varmeudviklingen beregnes ved at anvende brændværdien.

Opgør energiindholdet for hvert materiale og anfør den samlede mængde udviklet varme i MEKA-skemaet. Brug **bilag B, tabel B.2**, kolonnen mærket brændværdi og beregn:

$$\text{Varmeudvikling [MJ]} = \text{Mængde materiale [kg]} \times \text{Brændværdi [MJ/kg]}$$

Varmeudvikling ved  
bortskaffelse af kaffemaskinen

Varmeudvikling ved forbrænding i bortskaffelsesfasen:		
Polystyren	1,12 kg x 40 MJ/kg	= 44,8 MJ
Pap	0,34 kg x 20 MJ/kg	= 6,8 MJ
Papir (kaffefiltre)	7,3 kg x 20 MJ/kg	= 146 MJ
Kaffegrums	290 kg x 15 MJ/kg*	= 4.350 MJ
Samlet energiindhold		= 4.548 MJ
*Værdien er anslået		

I tilfælde, hvor bortskaffelsen omfatter en speciel behandling, skal der søges for at få energiforbruget opgjort og medregnet i den samlede opgørelse. Det kan f.eks. dreje sig om oparbejdning af materialer.

Har man ikke oplysninger, om energiforbruget til oparbejdning, kan man anvende 50% af den energimængde, der anvendes ved fremstilling af materialet



Energiforbrug til oparbejdning for kaffemaskinen

I eksemplet med kaffemaskinen er det angivet, at 50% af stålet og glas- set oparbejdes. Hertil forbruges energi. I bilag B, tabel B.3 findes energi- forbrugene ved oparbejdning.

Primært energiforbrug:

0,17 kg glas x 7 MJ/kg	= 1,2 MJ
0,15 kg stål x 40 MJ/kg	= 6,0 MJ
Samlet energiforbrug til oparbejdning	= 7,2 MJ

### Opgørelse af Energiforbrug / Transport:

Energiforbruget til transport er baseret på en opgørelse af den mængde gods, der skal flyttes gennem hele produktets livsforløb og den afstand, det drejer sig om.

Energiforbruget pr. kilometer afhænger af transportformen. I denne tabel er energiforbruget vist for 3 transportformer.

Energiforbrug ved transport.

	Energiforbrug
Tog	0,0008 MJ/(kg x km)
Skib	0,001 MJ/(kg x km)
Lastbil	0,005 MJ/(kg x km)

Ud fra skemaet med transporterede mængder og afstande samt **tabel 3.2** kan man beregne det samlede energiforbrug til transport ved:

Summen af:

Samlet energiforbrug [MJ] = {flyttet materiale [kg] x afstand [km] x energiforbrug [MJ]/(kg x km)}

Energi til transport for kaffemaskinen

Råmaterialer, bil	2.000 km x 2,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	= 23 MJ
Kaffe, skib	10.000 km x 290 kg x 0,001 MJ/(kg x km)	= 2.900 MJ
Kaffefiltre, bil	1.000 km x 7,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	= 36,5 MJ
Til bruger, bil	100 km x 2,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	= 1,2 MJ
Bortskaffelse, bil	5 km x 299,6 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	= 7,5 MJ
I alt til transport		2.968 MJ

### Opgørelse af Energiforbrug / Samlet:

Der kan nu opstilles en samlet opgørelse over alle energiforbrugene.

For produkter, hvor transporten ikke er væsentlig, kan det anbefales at tilpasse MEKA-skemaet og fjerne kolonnen "transport".



Opgørelse af primært energiforbrug

	Materialefase	Produktionsfase	Brugsfase	Bortskaffelse	Transport
Primær energi	154 MJ	96 MJ	6.092 MJ 4.860 MJ	7 MJ	2.968 MJ
Godskrivning		-1.296MJ	-4.548 MJ		
<b>Sum</b>	<b>154 MJ</b>	<b>96 MJ</b>	<b>9.656 MJ</b>	<b>-4.541 MJ</b>	<b>2.968 MJ</b>

Nettoforbruget af primær energi er 8.333 MJ.

Kemikalier, findes på side 86 i kildematerialet! Er ikke medtaget her!

### **Andet:**

Under rubrikken “andet” skal noteres de forhold, der er vigtige for miljøet, og som ikke er kommet med under materialer, energi eller kemikalier

Relevante forhold kan være arbejdsmiljøforhold eller specielle forhold omkring støj eller lugt, som ikke er kommet med under de andre rubrikker

Øvrige forhold (eksempler)

#### *Materialer:*

Her kan det dreje sig om arbejdsmiljøforhold ved udvinding og forarbejdning af metallerne. Det kan ligeledes være relevant at se nærmere på kaffeproduktionen.

#### *Produktionen:*

Under fremstilling af kaffemaskinen støbes f.eks. polystyren. Dette kan give arbejdsmiljøproblemer. Visse arbejdsprocesser kan give anledning til støj.

#### *Brug:*

Ved afkalkningen af kaffemaskinen anvendes eddikesyre. Opvarmning af eddikesyre giver anledning til en stærk lugt.

#### *Bortskaffelse:*

Sortering af affald giver ofte anledning til arbejdsmiljøproblemer. Shredding af metalholdige produkter giver anledning til støj.

#### *Transport:*

Særlige forhold ved for eksempel transport af farlige stoffer.



Nu kan man indsætte alle udregnede data i et helt MEKA-skema med alle informationerne i hver deres afsnit og felt.

Samlet MEKA-skema for kaffemaskinen

mPr fjernes

Men mPr siger jo noget om, hvor meget dette produkt "stjæler" af de ressourcer, vi alle skal dele!

Et samlet MEKA-skema for kaffemaskinen ser ud som nedenfor:					
	Materiale-fase	Produktions-fase	Brugs-fase	Bortskaffelses-fase	Transport-fase
Materialer Mængder	PS: 1,12 kg PVC: 0,02 kg Glas: 0,34 kg Pap: 0,39 kg Aluminium: 0,11kg Kobber: 0,02 kg Stål: 0,3 kg	Slipmiddel Smøre-middel	Papir: 7,3 kg Kaffe: 290 kg Vand: 3690 kg		
Res-source-forbrug	Råolie: 0,022 mPR Naturgas: 0,022 mPR Al :0,17 mPR Cu: 0,33 mPR Fe: 0,0024mPR Mn: 0,015 mPR			Fe: -0,012 mPR  Mn: -0,008 mPR	
Energi Primær	154 MJ	96 MJ	9.656 MJ	-4.541 MJ	2.968 MJ
mPR (råolie)	0,15 mPR	0,09 mPR	9,42 mPR	-4,43 mPR	2,90 mPR
Kemikalier	Fluorider ved fremstilling af aluminium.  Tungmetaller ved fremstilling af kobber. Vinylchloridmonomer ved PVC-fremstilling.	Råoliedestillater (uønskede ?)  Hydrogenperoxid (C, R34)	Eddikesyre (C, R34)		
Andet	Udvinding af metaller, arbejdsmiljø	Sprøjtetøbning af PS, afdampning	Afkalkning, lugt af eddike-syre	Kendes ikke	Ingen bemærkninger

### Fortolkning af MEKA-skema /materialer



Alle materialeforbrug i denne indledende miljøvurdering er opgjort som nye ressourcer.

Det giver en konservativ vurdering, hvis der for det aktuelle produkt er mulighed for at anvende genvundne materialer. Til f.eks. en kaffemaskinen kan der godt være brugt genvundet aluminium.

Materialeforbruget for kaffemaskinen

Det ses af MEKA-skemaet at materialefase og brugsfase er de væsentligste.

I mængdeopgørelsen fremgår det at der bruges de største mængder til brugsfasen (kaffe og vand).

Af den vægtede opgørelse fremgår det at materialefase er den miljømæssigt mest belastende. Forbruget af kobber og aluminium er her det væsentligste.

## **Fortolkning af MEKA-skema / energi**

Energiforbruget er opgjort i procesenergi og energiindhold i materialer.

Husk at det primære energiforbrug er omregnet til forbrug af olie.

Dette er en meget konservativ vurdering. Energi kan fremstilles ud fra andre mindre miljøbelastende råstoffer.

I MEKA-skemaet for kaffemaskinen ses, at energiforbruget i produktionsfasen (96 MJ) ligger på niveau med forbruget i materialefase (154 MJ). Energiforbruget til brugsfase er det største (9.656 MJ), men en stor del genvindes ved affaldsforbrænding (4.541 MJ). Det store energiforbrug kan primært henføres til kaffe og maskinens el-forbrug.

Energiforbruget til transport (2.968 MJ) er meget stort i forhold til materiale- og produktionsfasen. Da energiforbruget til transport almindeligvis er olie, ligger der ikke her nogen væsentlig overvurdering af ressourceforbruget.

Sammenlignes energiforbruget opgjort som ressourcer er det væsentligt større end ressourceforbruget til materialer.

## **Fortolkning af MEKA-skema, kemikalier**

Ikke med her!

## **Konklusion:**



Væsentlige forhold i livscyklus

For kaffemaskinen viser MEKA-skemaet med al tydelighed at energiforbruget er størst i brugsfasen, og at dette ressourcemæssigt betyder mere end materialefasen.

MEKA-skemaet viser endvidere, at transporten (primært af kaffe) betyder meget for det samlede energiforbrug.

Med hensyn til de materialer, der anvendes til fremstilling af kaffemaskinen udgør aluminium og kobber den største miljøbelastning. Kan mængden af disse materialer minimeres vil miljøbelastningen også gå ned.

## **Rapportering af LCA'en**

Når en miljøvurdering er gennemført af et eller flere produkter kan følgende disposition for den tilhørende rapport anvendes:

1. Introduktion                      Beskriv kort virksomheden og dens hovedaktiviteter.
2. Formål med miljøvurderingen      Anfør de spørgsmål der er opstillet under formålet og beskriv hvorfor der ønskes svar på dem.
3. Valg af produkt og funktionel enhed      Beskriv det/de valgte produkt(er) og anfør f.eks. et skema for funktionel enhed som vist i eksempel B1.4. Sammenlignes to produkter, er det vigtigt at gøre opmærksom på forskelle.
4. Forudsætninger
  - 4.1 Afgrænsning                      Beskriv hvilke forhold der ikke er taget med, - f.eks. transport og fremstilling af visse hjælpestoffer.
  - 4.2 Antagelser/udeladelser            Beskriv de forhold, hvor det har været nødvendigt at opstille antagelser eller hvor det ikke har været muligt at skaffe data.
  - 4.3 Datakvalitet                      Beskrivelse af hvor gode data er.
5. Beskriv livsforløb for produktet/produkterne      Beskriv de 5 faser i hvert produkts livsforløb. Anvend gerne diagrammer. Gør klart rede for hvilke væsentlige forhold, der er med i hver fase, og hvad der er udeladt.
6. Præsentation af MEKA-skema/skemaer            Gengiv de opstillede skemaer og giv en forklaring til hvert af dem.
7. Fortolkning af MEKA-skemaet/skemaerne            Her skal for et produkt påpeges, hvad der er væsentligt og hvorfor. Ved en sammenligning af flere produkter skal forskelle udpeges og årsagerne skal forklares. Kommenter resultaterne i forhold til punkt 2, 3, 4 og 5.



8. Forslag til videre arbejde      Beskriv hvilke aktiviteter der kan sættes i gang på baggrund af miljøvurderingens resultater, - f.eks. i form af ændringer af et produkt eller en proces.

Bilag A:                                      Indsamlede data

Bilag B:                                      Gennemførte beregninger

--- 0 ---





## Bilag A Formelsamling

### Primært energiforbrug

$$\text{Primært energiforbrug [MJ]} = \text{Mængde af materiale[kg]} \times \text{Primær energi for materialet [MJ/kg]}$$

### Omregning af energi

$$\text{Primært energiforbrug [MJ]} = \text{Elforbrug [MJ]} \times 2,5$$

### Omregning af energi

$$\text{Primært energiforbrug [MJ]} = \text{Elforbrug [kWh]} \times 9$$

### Energiindhold i energiressourcer

$$\text{Primær energiforbrug [MJ]} = \text{Mængde energiressource[kg]} \cdot \text{Brændværdi} \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right]$$

### Energiindhold ved forbrænding

$$\text{Energiindhold [MJ]} = \text{Materiemængde[kg]} \cdot \text{Brændværdi} \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right]$$

### Energiforbrug ved transport

$$\text{Summen af samlet energiforbrug [MJ]} = \text{Flyttet materiale [Kg]} \cdot \text{Afstand [Km]} \cdot \text{Energiforbrug} \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{Kg} \cdot \text{km}} \right]$$

**Bilag B. Opslagstabeller**

Her er en række opslagstabeller, der kan bruges som grundlag for beregningerne i LCA-en!!

Originalerne findes i ”[Håndbog til miljøvurdering af produkter](#)”

Materialer	Ressourceforbrug (kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Aluminium, Al - valselegering - støbelegering	Al: 1,00 Al: 0,88 Silicium 0,12	1,5 1,3	fluorider <sup>1,2</sup>
Bly, Pb	Pb: 1,00	Pb: 80,00	Tungmetaller
Bronze	Sn: 0,10 Cu: 0,90	SN: 90 Cu: 15	
Cadmium, Cd	Cd: 1,00	Cd: 4.300	Tungmetaller <sup>2</sup>
Calciumcarbonat	CaCO <sub>3</sub> : 1,0	-	
Glas	-	0	Rigelige ressourcer
Guld, Au	Au: 1,00	Au: 90.000	
Jern, Fe	Fe: 1,00	Fe: 0,08	
Kobalt, Co	Co: 1,00	Co: 1000	
Kobber, Cu	Cu: 1,00	Cu: 16,5	Tungmetaller <sup>2</sup>
Kvartssand	-	0	Rigelige ressourcer
Kviksølv, Hg	Hg: 1,00	Hg: 9.100	
Mangan, Mn	Mn: 1,00	Mn: 10,00	
Messing - valselegering - støbelegering	Zn: 0,37 Cu: 0,63 Zn: 0,33 Pb: 0,02 Cu: 0,65	Zn: 12,2 Cu: 10,4 Pb: 1,6 Cu: 10,7	

**Tabel B.1**

Omregning af materialeforbrug til forbrug af ressourcer og ( mPR. )

Fortsættes på følgende sider:



Materialer	Ressourceforbrug kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Molybdæn, Mo	Mo: 1,00	Mo: 250	
Natriumchlorid, NaCl	-	0	Rigelige ressourcer
Natriumhydroxid, NaOH, 100%	-	0	
Naturgas	Naturgas: 1,0	Naturgas: 0,06	
Naturgummi	-	0	Fornyelig ressource
Nikkel, Ni	Ni: 1,00	Ni: 106	
Olieprodukter, raffinerede	Råolie: 1,00	Råolie: 0,04	
Papir og pap	Træ: 1,00	0	Fornyelige ressourcer
Plast, ABS acryl-nitril styren- butadien	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren <sup>1</sup>
Plast, EPS, ekspanderet polystyren	Råolie: 0,60 Naturgas: 0,4	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren <sup>2</sup>
Plast, PA Polyamid	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PC Polykarbonat	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PE polyethylen - HDPE  - Lineær LDPE  - LDPE	Råolie: 0,57 Naturgas: 0,43  Råolie: 0,35 Naturgas: 0,65  Råolie: 0,55 Naturgas: 0,45	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02  Råolie: 0,01 Naturgas: 0,03  Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PET Polyethylen terephtalat	Råolie: 0,80 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,03 Naturgas: 0,01	
Plast, POM polyoximethylen	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PP polypropylen	Råolie: 0,80 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,03 Naturgas: 0,01	
Plast, PS polystyren	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren <sup>2</sup>
Plast, PUR polyurethan	Råolie: 0,34 Naturgas: 0,32	Råolie: 0,01 Naturgas: 0,02	



Materialer	Ressourceforbrug kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Plast, PVC polyvinylchlorid	Råolie: 0,40 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,01 Naturgas: 0,01	Vinylchlorid- monomer <sup>2</sup>
Plast, SAN styrenakrylnitril	Råolie: 0,52 Naturgas: 0,48	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren <sup>2</sup>
Plast, PB Polybutadien Syntetisk gummi	Råolie: 0,62 Naturgas: 0,41	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren <sup>2</sup>
Platin, Pt	Pt: 1,00	Pt: 125.000	
Silicium, Si	Si: 1,0	0	Rigelige ressourcer
Stål			Tungmetaller <sup>1</sup>
- maskinstål	Fe: 0,99 Mn: 0,01	Fe: 0,08 Mn: 0,05	
- støbejern	Fe: 0,99 Mn: 0,01	Fe: 0,08 Mn: 0,05	
- rustfrit stål	Fe: 0,73 Cr: 0,18 Ni: 0,09	Fe: 0,06 Cr: 2,3 Ni: 9,9	
Sølv, Ag	Ag: 1,00	Ag: 19.000	
Tin, Sn	Sn: 1,00	Sn: 900	
Træ	Træ: 1,0	0	Fornyelig ressource
Vandværksvand, dansk	Vand: 1,0	0	Fornyelig ressource
Zink, Zn	Zn: 1,00	Zn: 33	Tungmetaller <sup>1,2</sup>



Materialer	Primær energi, Fremstilling (MJ/kg)	Energiindhold, Brændværdi (MJ/kg)
Aluminium, Al <sup>1</sup>	170	0
Ammoniak, flydende <sup>2</sup>	60	25
Argon, Ar <sup>2</sup>	7	0
Bekæmpelsesmidler <sup>2</sup>	80	20
Bitumen <sup>2</sup>	50	40
Calciumcarbonat, CaCO <sub>3</sub> <sup>1</sup>	0,14	0
Glas <sup>1</sup>	10	0
Kobber, Cu <sup>1</sup>	90	0
Konserveringsmidler <sup>2</sup>	80	20
Kuldioxid, flydende <sup>2</sup>	12	0
Kvartssand <sup>1</sup>	0,4	0
Lim, opløsningsmiddelbaseret <sup>2</sup>	12	40
Magnesium, Mg <sup>3</sup>	150	0
Maling og lak, vandbaseret <sup>2</sup>	24	5
Maling og lak, opløsningsmiddelbaseret <sup>2</sup>	14	30
Messing <sup>1</sup>	80	0
Natriumchlorid, NaCl <sup>1</sup>	1,2	0

Tabel B.2

Primær energiforbrug ved fremstilling

og

Energiindhold

for udvalgte materialer.

Fortsættes:



Materialer	Primær energi, Fremstilling (MJ/kg)	Energiindhold, Brændværdi (MJ/kg)
Natriumhydroxid, NaOH, 100% <sup>1</sup>	38	0
Naturgas <sup>1</sup>	3,4	49
Nikkel, Ni <sup>1</sup>	190	0
Nitrogen, N <sub>2</sub> <sup>1</sup>	7	0
Olieprodukter, raffinerede, flydende <sup>2</sup>	50	45
Olieprodukter, raffinerede, gasformige <sup>2</sup>	45	40
Opløsningsmidler m. oxygen (f.eks. ethanol) <sup>2</sup>	80	25
Opløsningsmidler, chlorerede <sup>2</sup>	60	3
Oxygen, O <sub>2</sub> <sup>2</sup>	7	0
Papir/pap <sup>1</sup>	40	20
Plast, ABS, Akryl nitril butadien styren <sup>1</sup>	95	40
Plast, EPS – ekspanderet polystyren <sup>1</sup>	79	48
Plast, PA, polyamid <sup>1</sup>	140	30
Plast, PC, polykarbonat <sup>1</sup>	115	30
Plast, PE, polyethylen <sup>1</sup>	75	40
Plast, PET, polyethylen <sup>1</sup> terephthalat	80	30
Plast, PMMA, polymethylmetakrylat <sup>1</sup>	110	40
Plast, POM, polyoximethylen (acetalplast) <sup>1</sup>	84	45
Plast, PP, polypropylen <sup>1</sup>	80	40
Plast, PS, polystyren <sup>1</sup>	90	40
Plast, PUR, polyurethan <sup>1</sup>	110	30
Plast, PVC, polyvinylchlorid <sup>1</sup>	65	20
Plast, SAN, Styrenakrylnitril <sup>1</sup>	90	40
Plast, polybutadien		
Syntetisk gummi <sup>1</sup>	35	46
Rustfrit stål <sup>1</sup>	46	0
Silicium, Si <sup>1</sup>	220	0
Støbejern <sup>1</sup>	30	0
Stål <sup>1</sup>	40	0
Tensider <sup>2</sup>	60	30
Træ <sup>1</sup>	0,2	18
Vandværksvand, dansk <sup>1</sup>	0,001	0
Vegetabilsk olie <sup>2</sup>	80	40
Voks <sup>2</sup>	70	45
Zink, Zn <sup>1</sup>	70	0



Materiale	Primær energi, Oparbejdning MJ/kg
Aluminium, omsmelting	30
Glas, omsmelting	7
Kobber, omsmelting	50
Pap/papir, genvinding	10
Stål, omsmelting	20
Rustfrit stål, omsmelting	40
Plast, separation og granulering	6'

Tabel B.3

Energiforbrug ved oparbejdning af udvalgte materialer.

Energiforbrugene er estimeret fra UMIPdatabasen.

Enhedsproces	Kommentar	Procesenergi	Enhed
Bukning af metalplade	Energi er pr. meter plade bukket 90°C.	0,02-0,2	MJ/m
Drejning eller fræsning af aluminium	Enhed er kg fjernet materiale.	30	MJ/kg
Elektrolytisk overfladebehandling af metal	Store variationer	10	MJ/m <sup>2</sup>
Koldflydepresning, middel deformation	Forbejdsning af emner. Koldflydning incl. Emne af metal, her stål eller rustfrit stål.	30	MJ/kg
Pladepresning, lille deformation	Facon presning af stålplade.	5-15	MJ/kg
Sprøjtstøbning af plast	Små emner kræver typisk større energiforbrug end store	4-60	MJ/kg
Stansning, plade	Energi pr. m snitlængde	1	MJ/m
Svejsning	Energi pr. svejset meter i tyndplade (<2mm). Normal punktafstand 3-4 cm.	0,7	MJ/m
Trykstøbning	-	20-50	MJ/kg

Tabel B.4

Energiforbrug ved processer.



Energi	kg	m <sup>3</sup>	MJ
<b>Faste brændsler</b>			
Stenkul <sup>2</sup>	1	-	29,5
Træ (hårdt), TS <sup>2</sup>	1	-	18,3
<b>Flydende brændsler</b>			
Benzin <sup>1</sup>	1	0,0014	42,7
Diesellole <sup>1</sup>	1	0,0011	41,9
Fyringsgasolie <sup>1</sup>	1	0,0012	42,3
<b>Gasformige brændsler</b>			
Butan <sup>1</sup>	0,39	1	118,5
Flaskegas <sup>1</sup>	0,46	1	100,5
Naturgas <sup>2</sup>	1	0,833	48,5
Propan <sup>1</sup>	0,51	1	90,7

Tabel B.5

Energiindhold  
i energi-  
ressourcer

	Forbrænding	Genanvendelse	Deponi
Papir/pap (emballage)	25	75	0
Plast	85	15	0
Metal	0	100	0
Glas	0	100	0
Ikke-brændbart affald	0	0	100

Tabel B.6

Tommelfingerregler for  
bortskaffelsesveje af  
materialer, der  
bortskaffes via  
genbrugsstation.