

Osteklokke eller flowpack?

- en livscyklusvurdering af Malteost

11. juni 2004

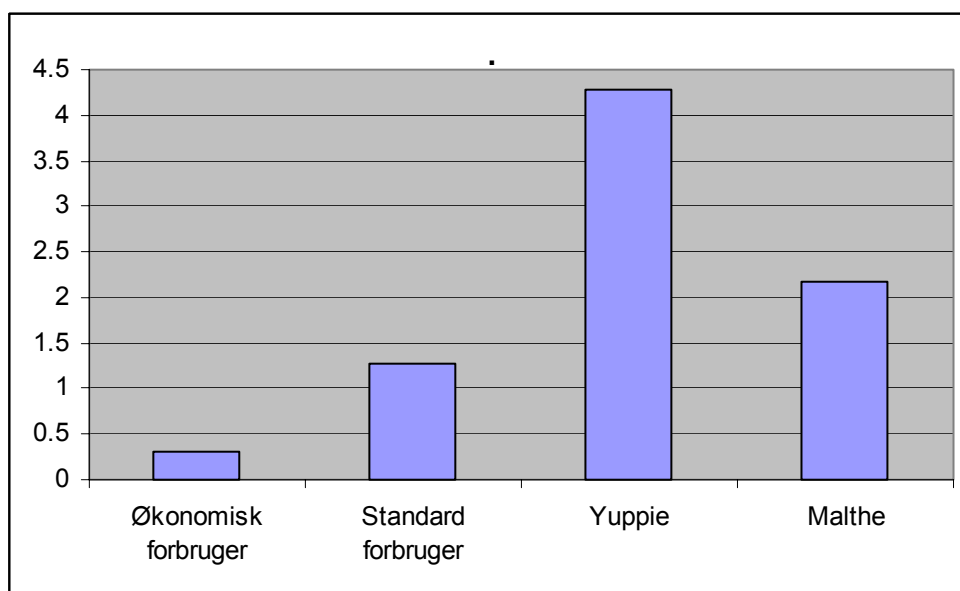
Af Carsten Fricke, Arla Foods, Carsten Nielsen, Arla Foods, og Anne Merete Nielsen, 2.-0 LCA consultants

0. Resumé

Convenienceprodukter bliver udviklet fordi der er et marked for dem. De bruger mere emballage end traditionelle produkter, og industrien står for størstedelen af tilberedning, hvis ikke den hele. Der er et stigende marked for disse produkter – men hvad betyder det for miljøet?

I denne rapport har vi beregnet forbruget af hovedmaterialer og primær energi for alle de processer, der bliver påvirket ved at en forbruger skifter fra at købe traditionel danbo-ost i flowpack til at købe convenienceproduktet Malthe. Resultatet viser, at for nogle grupper af forbrugere kan skiftet føre til miljøforbedringer.

Emballage har negative miljøpåvirkninger ved dets produktion og bortskaffelse. Men disse forhold kan opvejes ved at industrien har et stabilt lavt spild (afskæringsprocenter), og at spildprodukter (som osteafskær) kan udnyttes som råvare i industrien, mens det hos forbrugeren oftest blot er affald.



Figur 0.1. Samlet forbrug af primær energi (MJ) ved forbrug af 250 g danbo-ost. Forbruget vises for tre typer forbrugere.

Figur 0.1 viser den samlede ændring i forbrug af primær energi ved skift til fra traditionel danbo-ost i flowpack til Maltheost for tre typer forbrugere (se afsnit 4.1). Forbrugertyperne er opstillet ud fra egne erfaringer om forbrugeres omgang med ost, og vi kan ikke sige noget om, hvor repræsentative de er.

God smag i holdbarhedsperioden.
Emballagen har de rigtige barriereegenskaber i forhold til osten.

Positionering: Convenience – ingen osteskorper (Maltheklokke).
Blikfang (Maltheklokke)
Affald/miljøsignal - Maltheklokken fylder mere end alu- eller plastfolie.

2. Markedssegment: Private forbrugere. Ostespisere. I en efterfølgende følsomhedsvurdering (afsnit 4) sammenlignes miljøpåvirkningen fra tre forbrugergrupper med forskellige spildprocenter og emballeringsvaner:

- standardforbruger
- økonomisk forbruger
- yuppie forbruger

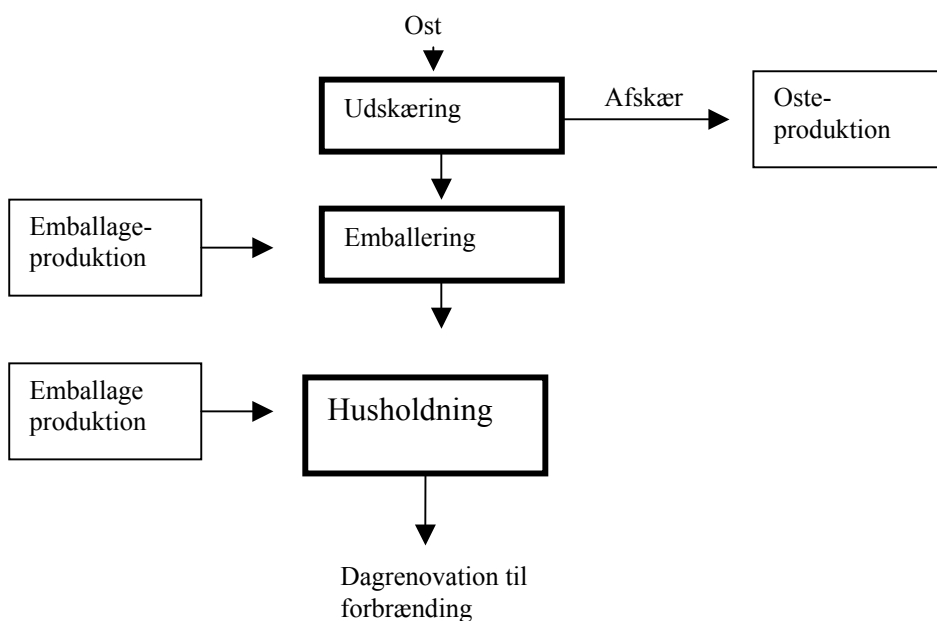
3. Produktalternativer: A. Danbo-ost solgt i flowpack.
B. Malthe-ost solgt i osteklokke.

4. Funktionel enhed: 250g fortæret Danbo 45+ ost (svarende til indholdet i en typisk Maltheklokke).

5. Referencestrøm: For at levere den funktionelle enhed til fortæring, skal der produceres 294 g danbo-ost.

1.4 Processer i ostens livscyklus

Som nævnt i afsnit 1.1 skal denne livscyklusvurdering informere Arla og/eller forbrugeren om alle påvirkninger bagud i værdikæden, som er konsekvenser af forbrugeren valg af ost i Maltheklokke eller flowpack. I dette afsnit identificeres, hvilke processer der påvirkes af dette valg, og som derfor medtages i livscyklusvurderingen.



Figur 1. Afgrænsning af en osts livscyklus.

Figur 1 viser de processer, der påvirkes. **Udskæring** foregår på mejeriet, hvor skorper skæres af ost til Malteklokken, mens ost i flowpack blot skæres i stykker. Ved **emballering** pakkes osten i hhv. malteklokken og flowpack. I **husholdningen** har ost i flowpack behov for ekstra emballage ved opbevaring i køleskab, og skorper skal skæres fra.

Landbrugets mælkeproduktion påvirkes ikke af valget mellem Malteklokke eller flowpack. Mælkeproduktionens *størrelse* er bestemt af mælkekvoter, der fastsættes politisk. *Produktionsformen* og dens miljøpåvirkninger kan ændres gennem politisk regulering, eller hvis forbrugere begynder at efterspørge produkter, der stiller specifikke krav til landbrugets produktion, f.eks. økologisk drikkemælk.

Mejeriernes osteproduktion påvirkes af forbrugernes spildprocenter, og hvorvidt der sendes industrielt osteafskeer til smelteosteproduktion eller ej. Den påvirkes derimod ikke af produktionen af de 250 gram ost, der fortæres, da de er identiske i de to systemer.

Distribution og butikssalg påvirkes, da Maltheosten og flowpacken har forskelligt rumfang. Denne forskel antages dog ikke at være betydende, og de to processer er derfor udeladt.

Valget mellem ost i flowpack eller ost i Malteklokke har konsekvenser for nogle produktioner uden for ostens livscyklus vist i figur 1. Biprodukterne fra udskæringen og husholdningen vil nemlig påvirke yderligere processer. Figur 2 og 3 viser det samlede system af påvirkede processer for de to produktalternativer, inklusiv udvidelsen som følge af biprodukterne.

Når forbrugeren køber ost i Malteklokken, skæres skorperne af på mejeriet, der bruger dem som input til **produktion af smelteost**. Ved at bruge afskeeret kan Arla spare mælk til fremstilling af smelteost, og stadig få produceret den mængde smelteost, der er efterspørgsel efter. Den mælk, der hermed frigøres, bliver brugt til **produktion af mælkepulver**.

Produktionen af mælkepulver er mindst rentabel, og står derfor bagerst i køen, når råmælken fordeles mellem de forskellige produktioner. Produktionen af frisk mælk, ost etc. er bestemt af, hvor meget forbrugerne vil købe, hvorimod produktionen af mælkepulver er bestemt af, om der er mælk

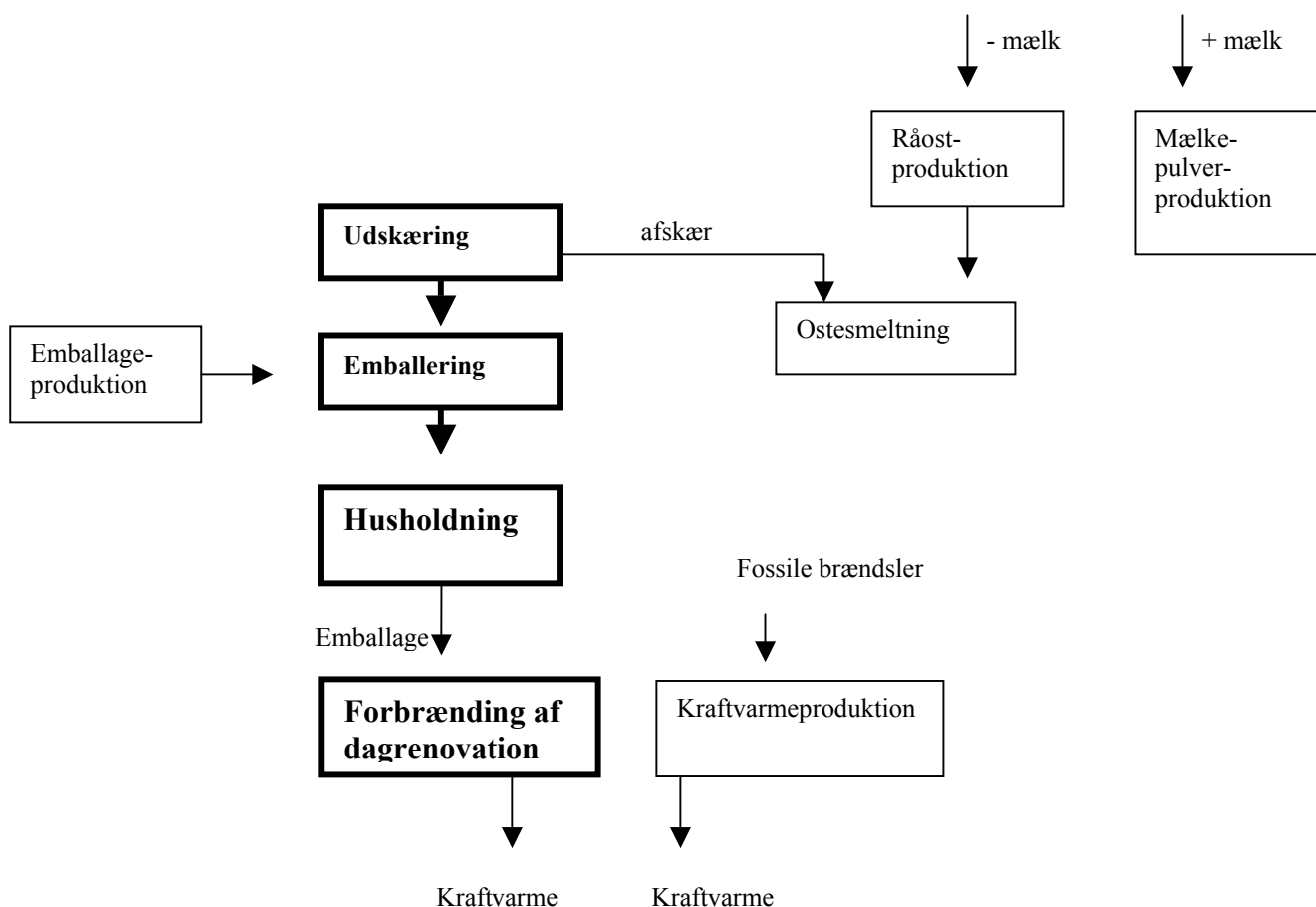
tilbage. Derfor vil netop produktionen af mælkepulver øges, hvis mængden af råmælk øges, hvad enten denne øgning sker ved en øgning af mælkekvoterne, eller som hér ved en besparelse i osteproduktionen (Weidema, under udg.).

Fra husholdningen sendes den brugte emballage med dagrenovationen til produktion af **kraftvarme**. Samfundets efterspørgslen efter kraftvarme ændres ikke af, om folk køber ost i Malteklokke eller flowpack. Produktionen af kraftvarme fra en anden energikilde må altså indskrænkes som følge af forbrændingen af emballagen.

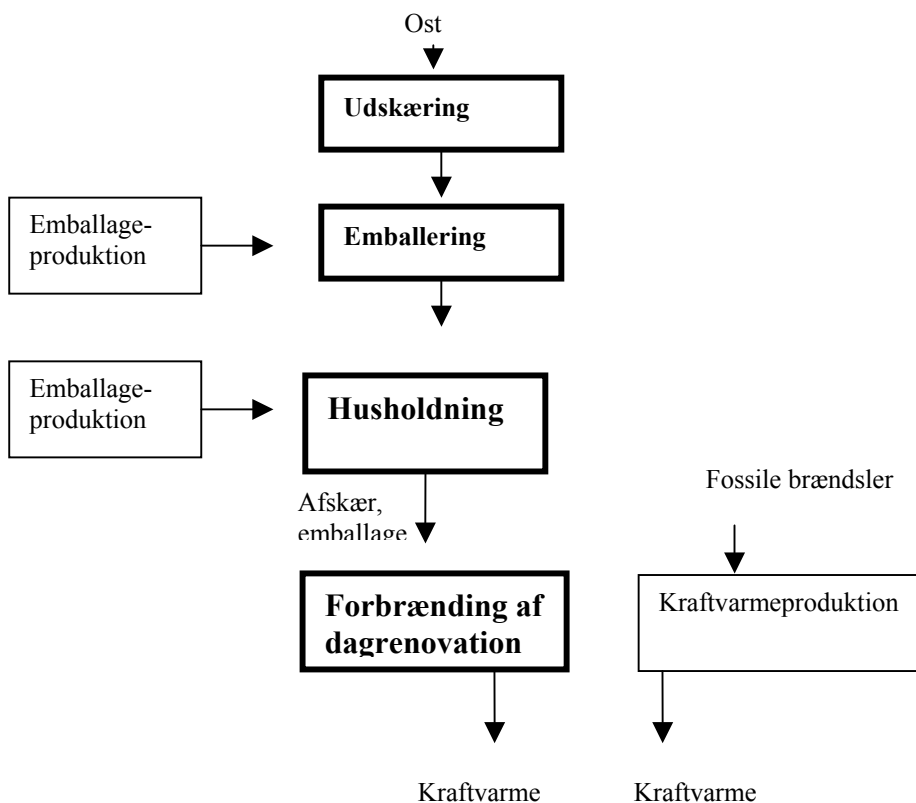
Når forbrugeren køber ost i flowpack, ryger skorper og endestykker i skraldespanden sammen med emballagen. Produktion af kraftvarme fra anden energikilde skal også inkluderes hér.

Mængden af transport med bil og lastbil antages at være identisk i de to systemer og udelades derfor.

Spildevandsrensning er ikke medtaget. Alle opgjorte emissioner udledes til rensningsanlæg, hvor de forårsager et energiforbrug. Dette energiforbrug er minimalt set i forhold til forbruget til produktionsprocesserne, og er derfor udeladt. Emissioner fra spildevandsanlægget til vandmiljøet er bestemt af politisk regulering, og er derfor ikke medtaget.



Figur 2. Flowdiagram for Malteost i osteklokke.



Figur 3. Flowdiagram for Malteost i flowpack.

1.5 Fordelingsprincipper (allokering)

Fordeling / allokering er undgået ved at benytte proceduren som beskrevet i standarderne ISO 14040 og 14041. Det betyder, at i de tilfælde hvor én proces har flere outputs er systemet udvidet til at omfatte alle de processer, som reelt bliver påvirket. Disse processer omfatter både hovedproduktets processer samt de processer, der skyldes biprodukterne. Systemudvidelserne er beskrevet i afsnit 1.4.

1.6 Vurderingsmetode: MEKA-princippet

Denne forenkede livscyklusvurdering er gennemført efter MEKA-princippet. Det betyder, at man samler data over alt, der går **ind** i et produkts livscyklus, opdelt i kategorierne

- Materialer
- Energi
- Kemikalier
- Andet

1.6.1 Materialer

Kategorien ”materialer” anvendes som indikator for forbruget af ressourcer. ”Materialer” dækker både forbruget af råstoffer, materialer og evt. hjælpestoffer. Råstoffer hentes op fra jorden (f.eks. jernmalm), mens materialer er bearbejdede (f.eks. stål, pap, plast). Hjælpestoffer er f.eks. tilsætningsstoffer og rengøringsmidler. Forbruget af materialer skal anføres som råstoffer, hvis det er muligt.

For elektriske og elektroniske produkter vil der under ”materialer” typisk stå en række metaller (jern, aluminium, kobber). For fødevarer vil der typisk være en liste over forbruget af vand, tilsætningsstoffer og andre hjælpestoffer, råfosfatmalm (til fremstilling af fosforgødning) og emballagematerialer (bemærk dog, at plast og papir er placeret under ”energi”, se nedenfor) etc.

Kategorien ”Materialer” er også indikator for de affaldsmængder, der kommer fra brug af ressourcerne.

Forbruget bør opgøres som ”netto-forbrug”, i hvert fald når de lægges sammen til sidst. På den måde vil det samtidigt være indikator for affaldsmængderne og de miljøeffekter, håndtering og bortskaffelse af affald giver.

1.6.2 Energi

Energiforbrug er i langt de fleste tilfælde den væsentligste bidrager til drivhuseffekten, forsurening og dannelsen af smog. Endvidere bidrager energiproduktion til næringssaltbelastning i kraft af den NO_x, der dannes (Hauschild 1996, side 301). Energiforbruget anvendes derfor som indikator for disse miljøeffekter. Energiforbruget er samtidig indikator for forbruget af energi-ressourcer (råolie, naturgas, kul).

Under dataindsamlingen er der indsamlet data om den energi, der anvendes i produktionen, dvs. som måles som ”kilowatttimer elektricitet”, ”kubikmeter naturgas”, ”liter olie”, ”liter diesel til transport” eller ”kubikmeter varmt vand til fjernvarme”. Dette omregnes til ”primær energi”. Fremstilling af energi kræver energi. Der er tab i alle fremstillingstrinene, f.eks. er der typisk et tab på omkring 50-70% af energien ved fremstilling af elektricitet. Den energi, der skal udvindes fra jorden, er derfor væsentligt større end den energi, forbrugeren i sidste ende kan udnytte. Den energi, der skal udvindes, kaldes ”**primær energi**”, og kan opgives som MJ energi, eller kan omregnes til de mængder af energiressourcer (kul, olie, naturgas), der er taget op af jorden.

I denne livscyklusvurdering er al energi omregnet til primær energi og opgives i MJ. Som groft estimat antager vi følgende omregningsfaktorer:

1 kWh el = 10 MJ primær energi
1 MJ naturgas = 1 MJ primær energi
1 MJ olieprodukter = 1 MJ primær energi

1.6.3 Kemikalier

Kategorien ”kemikalier” anvendes som indikator for kemiske stoffers påvirkning af mennesker og miljø. Det drejer sig f.eks. om stoffer, man ved eller tror kan være giftige. For fødevarer vil det typisk være pesticider, medicin (til dyrehold) og rengøringsmidler. Tilsætningsstoffer til fødevarer skal ikke stå her, men under ”materialer”, da vi forudsætter, at man ikke tilsætter giftige stoffer til fødevarer.

Kategorien ”kemikalier” er udvidet til også at omfatte væsentlige emissioner til luft og vand (dog ikke emissioner fra forbrændingsprocesser (kuldioxid, CO₂, nitrogenoxider NO_x etc.).

Under ”Kemikalier” kan det f.eks. være relevant at inkludere:

- Tungmetaller (f.eks. spredning af tungmetaller med handelsgødning)
- Lattergas (giver et væsentligt bidrag til drivhuseffekten. Emission fra fremstilling af handelsgødning).
- Pesticider (nogle kan f.eks. give grundvandsforurening).
- Næringssalte (bidrager til næringssaltbelastning af søer og vandløb. Kan være relevant i form af udvaskning fra landbrug og evt. fra spildevand)

- Metan (giver et væsentligt bidrag til drivhuseffekten. Metan produceres bl.a. af køer)
- Partikler, støv. (partikler fra f.eks. biler mistænkes for at være årsag til bl.a. kræft).

I denne vurdering medtages dog kun udledning af N og P til spildevandsrensning. Da udledningen til vandmiljøet fra renselanlæggene af disse stoffer er politisk bestemt, kan disse størrelser derfor kun tages som indikatorer på et lille ekstra energiforbrug til spildevandsrensningen.

1.6.4 Andet

Kategorien ”Andet” opsamler det, der ikke umiddelbart kan relateres til ”input” eller ”output” (dvs. det, der går ind i processerne som materialer, energi eller kemikalier, eller ud som emissioner og affald). Det kan f.eks. være at der anvendes store arealer (jordens areal bliver på sigt en begrænset ressource, set ud fra et globalt perspektiv), arbejdsmiljø eller dyrevelfærd.

I denne vurdering indføres de øgede produktioner af smør, vallepulver og smør hér.

1.7 Tidsmæssig og teknologisk afgrænsning

Det er intentionen, at data skal være repræsentative for det eksisterende teknologiniveau de kommende 5 år, dvs. for perioden 2001-2006. Da det ikke er muligt at indsamle data fra fremtiden, er der indsamlet data fra eksisterende, anvendt teknologi. Det er vurderet, at disse data er repræsentative for de næste 5 års teknologiniveau.

1.8 Krav til datakvalitet og usikkerhed

Denne livscyklusvurdering gennemføres på screenings-niveau, dvs. at vi anvender eksisterende tilgængelige data. Livscyklusvurderingen vil på screeningsniveau give et overblik over miljøkonsekvensernes størrelse, men usikkerheden vil generelt være stor, og konklusionerne behæftet med usikkerhed.

1.9 Udeladelser

Følgende forhold er ikke medtaget i de følgende beregninger, men kun behandlet kort og kvalitativt i afsnit 4.3.

- Valle produceret fra osteproduktionen vil erstatte andre produkter i produktionen af dyrefoder. Denne er ikke medtaget.
- Maltheosten har en højere pris en traditionel danbo ost. Derfor vil forbrugeren få færre penge til alternativt forbrug ved at købe den.
- I nogle tilfælde vil Maltheosten bidrage til, at der bliver mere mælk tilgængelig for produktionen af tømælk. Dermed øges eksporten af mælkepulver til den tredje verden. Effekten af denne eksport er ikke medregnet.
- Landbrugets mælkeproduktion er i dag styret af kvotesystemet, og påvirkes derfor ikke af mejeriernes eller forbrugernes forbrug af mælk, hvorfor de heller ikke er medregnet i denne vurdering. Hvis kvoterne ophæves, vil forbrugernes og mejeriernes forbrug af mælk kunne påvirke landbrugets processer, hvorfor de vil skulle medregnes. Et sådant scenarie er ikke beregnet i denne vurdering.

Disse forhold kan undersøges i en egentlig livscyklusvurdering ud fra lcafood-databasen (www.lcafood.dk).

2. Opgørelse af processernes miljøpåvirkning

I dette afsnit gennemgås processerne vist i figur 2 og 3. De vigtigste miljøpåvirkninger fra processerne identificeres og kvantificeres så vidt muligt. Data for de industrielle processer kan findes i lcafood-databasen på www.lcafood.dk.

2.1 Udskæring/emballering

På Vejle Ostepakkeri (VOP) skrælles ostene og pakkes i folie og opbevares omkring 1 dag på kølelager før ostene udskæres og emballeres. Til Maltheklokken afskæres ca 15 %. Dette går til produktion af smelteostene Birkum eller Cremo. Hvis der fra aftageren af oste i Flowpack er ønske om afskæring af hjørner, kan der også være afskær fra denne osteproduktion (ca 0,35 %). Hér ser vi kun på flowpackoste helt uden afskær. De færdige oste opbevares på kølelager inden de pakkes og distribueres til forretningerne.

Forbruget af emballage til hhv. Maltheklokken og flowpacken er vist i tabel 2.1.

Miljøpåvirkningerne fra selve udskæringsprocessen antages at være ens for de to systemer og udelades derfor.

Tabel 2.1. Emballageforbrug og afskær ved udskæring og pakning af én ost. 1) angiver normalt afskær. Ved yderligere afskær af skorper kan procenten stige til 0,35 %. Kilde: Hansen (pers.kom.).

	Emballage	Afskær	Afskær pr 250 g fortæret ost
Maltheklokken	32 g A-PET	15 %	44 g
Flowpack	5 g OPA/12/LLPE 45	0 % ¹	0 g

2.2 Husholdning

Når ost i Maltheklokken er kommet hjem til husholdningerne, kan den stilles direkte i køleskabet og spises som den er. På grund af designet antager vi, at spildprocenten er 0, dvs al osten spises.

Forbrugeren vil derimod bruge ekstra emballage til at pakke flowpackosten ind, mens den opbevares i køleskabet. Vi antager hér, at flowpackosten indpakkes i 15 g plasticfolie. Spildprocenten antages at være 15 %, svarende til mængden af afskær til produktion af Maltheklokken. Det svarer til at skære ½ cm fra som skorpe på et ostestykke med overfladen 7 * 10 cm. Energiforbruget til opbevaring i køleskab antages at være ens for de to systemer, og udelades derfor.

Miljøpåvirkningerne ved opbevaring af 1 kg ost hos forbrugeren er vist i tabel 2.3. Plastikfolien følges tilbage til produktionen af emballagen i afsnit 2.3. Da energiforbruget fra husholdningen (køleskabet) er ens i begge systemer, er processen "husholdning" udeladt af MEKA-skemaerne tabel 3.1 og 3.2.

Tabel 2.2. Miljøkonsekvenser ved opbevaring og emballering af 1 stk ost i husholdning.

	Materialer	Energi	Kemi	Andet
Husholdning (osteklokke)				
Husholdning (flowpack)	15 g plasticfolie (LD-PE)			

2.3 Emballageproduktion

Miljøpåvirkningen ved fremstilling af emballager er vist i tabel 2.3. Energiforbrug er grove estimater baseret på Pommer og Bech (2001), og dækker over energi til fremstilling, såvel som fossilt brændsel, der indgår som materiale.

Tabel 2.3. Miljøpåvirkninger ved produktion af emballagematerialer.

	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
1 g PET		0,08 MJ		
1 g LD-PE		0,08 MJ		
1 g LLPE		0,08 MJ		

I afsnit 2.1 og 2.2 er defineret, hvor meget emballage der bruges ved de to produktalternativer. I MEKA-skemaerne tabel 3.1 og 3.2 er miljøpåvirkningerne i tabel 2.3 omregnet til disse mængder.

2.4 Kraftvarmeproduktion

Efter osten er spist i husholdningerne, indsamles emballagen og osteafskær (dette kun fra flowpackosten) med husholdningsaffaldet og bruges som brændsel i produktionen af kraftvarme.

Den energi, der produceres, når materialerne forbrændes på et affaldsforbrændingsanlæg er beregnet som brændværdien * effektiviteten på affaldsforbrændingsanlægget. Det antages, at effektiviteten på affaldsforbrændingsanlægget er 50%. Brændværdien beregnes fra værdierne vist i nedenstående tabel.

Tabel 2.3. Husholdningsaffald produceret ved forbrug af ost i Malteklokke og flowpack.¹

Data fundet i Frees og Weidema, 1998.² Osts brændværdi beregnet ud fra bestanddelenes brændværdier (Fluck, 1992), og ostens indhold (angivet på arlafoods.dk).

	Emner til forbrænding	Brændværdi (MJ/kg)	Brændværdi (MJ)	I alt, inkl. effektivitetstab (MJ)
Malteklokke	32 g A-PET	23,6 ¹	0,76	0,38
Flowpack	5 g OPA/12/LLPE 45	32,4 ¹	0,16	0,64
	15 g LDPE	32,4 ¹	0,49	
	44 g osteafskær	14,3 ²	0,63	

2.5 Ostesmelteri

Når osten skæres ud til Malteklokken, produceres noget osteafskær, som bruges til fremstilling af smelteost. Når forbrugeren køber ost i flowpack, går skorper og spild i forbrugers skralsdespand. Når forbrugeren køber Malteost, går spildet til produktion af smelteost. Dermed kan Arla spare noget af det råmælk, som ellers ville have været brugt til produktion af smelteost.

Derfor er et fald i produktionen af smelteost fra råmælk også en konsekvens af forbrugers valg mellem ost i flowpack eller ost i Malteklokke, og skal derfor også med i miljøvurderingen.

Hér antager vi, at afskæret erstatter ost produceret som Danbo ost, og at ostesmeltningsprocessen i øvrigt ikke påvirkes af dette skift i råvare. Derfor udelades data for denne proces.

2.6 Produktion af råost til smeltning

Når en forbruger vælger ost i Malteklokke, vil Arla fremstille mere smelteost af afskær. Til gengæld antager vi, at den råmælksbaserede produktion af smelteost til falde. Denne ost fremstilles på basis af råmælk, salt og osteløbe. Osteløben skønnes ikke at have nogen miljømæssig betydning og er derfor udeladt. Miljøpåvirkningerne fra denne proces stammer fra forbrug af energi til

opvarmning og nedkøling af mælken, forbrug af vand og forbrug af emballage. Emissionerne til luft stammer fra forbrænding af naturgas.

Miljøpåvirkningerne ved produktion af 1 kg ost til smeltning er vist i tabel 2.6. Energiforbruget er omregnet til primær energi som forklaret i afsnit 1.6.2.

Tabel 2.4. Miljøkonsekvenser ved produktion af 1 kg Danbo ost til smeltning.

Materialer	Energi	Kemi	Andet
12 kg mælk	0.60 kWh el	Emission til vand: 2.40 g N 0.80 g P Rengøringsmidler	
24 g salt	4.8 MJ naturgas		
15 l vand			

Ved produktion af Malteklokken bruges 44 g afskær til produktion af smelteost. Det antages at erstatte 44 g gul ost produceret som vist i tabel 2.6. I MEKA-skemaerne tabel 3.1 og 3.2 er tallene i tabel 2.4 omsat til disse mængder og energien er omregnet til primær energi som beskrevet i afsnit 1.6.2.

2.7 Produktion af vallepulver

Når Malteklokkens osteafskær erstatter råost, vil der ikke alene blive produceret mindre råost, men også mindre valle, som er et biprodukt i osteproduktionen. Valle videreforarbejdes til vallepulver ved inddampning. Brug af malteklokken fortrænger derfor en produktion af vallepulver. I tabel 2.5 er vist miljøpåvirkningen fra produktionen af vallepulver.

Tabel 2.5. Miljøkonsekvenser ved produktion af 1 kg vallepulver.

Materialer	Energi	Kemi	Andet
7,8 l valle	0.35 kWh el	Emissioner til vand: 0,27 g N 0,11 g P	
4.7 l vand	7,2 MJ naturgas		

Når afskæret fra en Malteklokke anvendes til smelteostproduktion, vil der produceres 0,48 l mindre valle. I MEKA-skemaerne tabel 3.1 og 3.2 er tallene i tabel 2.5 omsat til disse mængder og energien er omregnet til primær energi som beskrevet i afsnit 1.6.2. En ekstra produktion af vallepulver vil blive solgt til dyrefoder, hvor det vil erstatte andre input. Dette er dog ikke medtaget i denne MEKA.

2.8 Mælkepulverproduktion (af mælk fra fortrængt smelteost)

Når produktionen af råost falder, faldet forbruget af mælk til ostefremstillingen også. Det er dog ingen grund til, at produktionen af mælk skulle påvirkes. Den mælk, der spares i osteproduktionen vil indgå i en anden produktion, nemlig produktionen af tømælk. En øget produktion af mælkepulver er derfor også en konsekvens, hvis forbrugeren vælger Malteklokken frem for flowpacken. Denne sammenhæng er uddybende forklaret i afsnit 1.4.

Miljøpåvirkningerne ved produktion af 1 l mælkepulver er vist i tabel 2.6. Data er estimeret ud fra samme kilde som produktionen af vallepulver, hvorfor tallene er identiske.

Tabel 2.6. Miljøkonsekvenser ved produktion af 1 l mælkepulver.

Materialer	Energi	Kemi	Andet
7,8 l valle 4,7 l vand	0,35 kWh el 7,2 MJ naturgas	Emissioner til vand: 0,27 g N 0,11 g P	

Ved produktion af Malteklokken spares 0,53 l mælk. I MEKA-skemaerne tabel 3.1 og 3.2 er tallene i tabel 2.6 omsat til disse mængder og energien er omregnet til primær energi som beskrevet i afsnit 1.6.2.

3. Vurdering

I kapitel 2 blev miljøpåvirkningerne for de enkelte processer opgjort. I dette kapitel sammenstilles disse informationer til et samlet billede af miljøpåvirkningerne ved forbrugerens køb af ost i hhv. Malteklokken og flowpack.

3.1 MEKA-skema

Tabel 3.1. MEKA for Malteklokken. Biproduktion af 70 g mælkepulver. Fortrængt produktion af 50 g vallepulver og 10 g smør.

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Produktion af emballage		2,6 MJ		
Produktion af råost (til smeltning, fortrængt produktion)	- 0,53 kg mælk - 1 g salt - 0,7 l vand	- 0,3 MJ (el) - 0,2 MJ (naturgas)	- 92 mg N - 35 mg P	
Vallepulverproduktion (fortrængt produktion)	- 0,2 l vand	- 0,2 MJ (el) - 0,3 MJ (naturgas)	- 13 mg N - 5,3 g P	Fortrængt produktion af 50 g vallepulver
Smørproduktion (fortrængt)		- 0,02 MJ (el) - 0,1 MJ (naturgas)	- 1,1 mg N - 0,6 mg P	Fortrængt produktion af 10 g smør
Mælkepulverproduktion	0,53 kg mælk 0,3 l vand	0,2 MJ (el) 0,5 MJ (naturgas)	18 mg N 7,5 mg P	Ekstra produktion af 70 g mælkepulver
Kraftvarmeproduktion (fortrængt produktion)		-0,4 MJ		
I alt	- 1 g salt - 0,6 l vand	1,9 MJ	- 89 mg N - 34 mg P	

Tabel 3.2. MEKA for flowpack.

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Produktion af emballage		0,4 MJ (Flowpack) 1,2 MJ (Plastfolie)		
Kraftvarme		- 0,64 MJ		
I alt		1,0 MJ		

3.2 Delkonklusion

Ved skift fra flowpack-klokken til Malteklokken:

- Mere emballage bruger mere energi (1 MJ)
- Mindre osteproduktion sparer energi (- 0,5 MJ)
- Mindre osteproduktion sparer emissioner af N og P til vand.
- Malteklokken flytter noget råmælken fra osteproduktionen til produktion af tømælk. Det giver mindre produktion af vallepulver, og større produktion af tømælk. Denne produktion er energikrævende.
- Det er ikke muligt at sige noget om forbruget af rengøringsmidler og deres påvirkning af miljøet.

4. Følsomhedsvurdering: forbrugerens adfærd

I dette afsnit vil vi undersøge, hvordan vurderingens konklusioner påvirkes, hvis forbrugeren opfører sig anderledes end antaget i afsnit 2.4.

Til det brug definerer vi to typer forbrugere: den sparsommelige, og yuppieforbrugeren. Disse sammenligner vi med standardforbrugerens forbrug af ost i hhv Maltheklokke og flowpack som defineret i kapitel 2.

Den sparsommelige forbruger skærer kun 1 millimeter af som skorpe. Det svarer til et svind på 5 %. Osten opbevares i en plastikbeholder, der vaskes op og genbruges.

Yuppieforbrugeren skærer ½ cm af som skorpe og må ofte smide osterester ud, fordi den er blevet for gammel. Derfor er spildet oppe på 25 %. Når osten opbevares i køleskabet bliver den pakket ind i 2 lag aluminiumsfolie (å 15 g).

4.1 Opgørelse

I tabel 4.1 er der sat tal på den ændring der vil ske, hvis en forbruger fra hver af disse grupper skifter til at spise Malthest. Miljødata for alle produktionsprocesser er som beskrevet i kapitel

Tabel 4.1. Referencestrømmen for levering af den funktionelle enhed (250 g fortæret ost) til forbrugeren af Malthest samt tre typer forbrugere af ost i flowpack.

	Husholdningsspild	Hvor meget ost skal produceres for at 250 g kan fortæres af forbrugeren?	Hvor meget ost smides ud med husholdningsaffaldet?	Hvor meget mælkepulver fortrænges pga produktionen af spild-ost?
Malthe	0 %	294 g	0 g	68 g
Standard	15 %	294 g	44 g	68 g
Økonomisk forbruger	5 %	263 g	13 g	20 g
Yuppie forbruger	25 %	333 g	83 g	130 g

4.2. Vurdering

Ud fra mængderne i tabel 4.1 og procesdata fra kapitel 2, kan MEKA-skemaet for de to forbrugertyper opstilles. Da produktionen af ost ikke er ens ved sammenligningen mellem disse forbrugergrupper, må MEKA-skemaerne for Maltheklokken og standardforbrugeren (som defineret i kapitel 2) også udvides.

Tabel 4.2. MEKA for Maltheklokken, produktion af osteafskær medregnet. Produktionen af spild-ost (44 g) og den fortrængte produktion af smelteost (44 g) udligner hinanden, og er derfor ikke medregnet.

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Produktion af emballage		2,6 MJ		
Kraftvarmeproduktion (fortrængt produktion)		-0,4 MJ		
I alt		2,2 MJ		

Tabel 4.3. MEKA standardforbruger af ost i flowpack. Produktion af 44 g ost. Biproduktion af 50 g vallepulver og 10 g smør. Fortrængt produktion af 70 g mælkepulver.

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Ostproduktion	0,53 kg mælk 1 g salt 0,7 l vand	0,3 MJ (el) 0,2 MJ (naturgas)	92 mg N 35 mg P	
Vallepulverproduktion	0,2 l vand	0,2 MJ (el) 0,3 MJ (naturgas)	13 mg N 5,3 g P	Ekstra produktion af 50 g vallepulver
Smørproduktion		0,02 MJ (el) 0,01 MJ (naturgas)	1,1 mg N 0,6 mg P	Ekstra produktion af 10 g smør
Mælkepulverproduktion	- 0,53 kg mælk - 0,3 l vand	- 0,2 MJ (el) - 0,5 MJ (naturgas)	- 18 mg N - 7,5 mg P	Fortrængt produktion af 70 g mælkepulver.
Produktion af emballage		0,4 MJ (Flowpack) 1,2 MJ (Plastfolie)		
Kraftvarme		- 0,6 MJ		
I alt	1 g salt 0,6 l vand	1,3 MJ	88 mg N 34 mg P	

Tabel 4.4. MEKA for økonomisk forbruger af ost i flowpack. Produktion af 13 g ost. Biproduktion af 10 g vallepulver og 4 g smør. Fortrængt produktion af 20 g mælkepulver.

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Ostproduktion	0,16 kg mælk 0,3 g salt 0,2 l vand	0,08 MJ (el) 0,06 MJ (naturgas)	30 mg N 10 mg P	
Vallepulverproduktion	0,07 l vand	0,05 MJ (el) 0,1 MJ (naturgas)	4 mg N 2 mg P	Ekstra produktion af 10 g vallepulver
Smørproduktion	0,01 l vand	0,005 MJ (el) 0,003 MJ (naturgas)	0,3 mg N 0,1 mg P	Ekstra produktion af 4 g smør
Mælkepulverproduktion	- 0,16 kg mælk - 0,09 l vand	- 0,07 MJ (el) - 0,1 MJ (naturgas)	- 5 mg N - 2 mg P	Fortrængt produktion af 20 g mælkepulver
Produktion af emballage		0,4 MJ		
Husholdning				Brug af plastikboks
Kraftvarmeproduktion		- 0,2 MJ		
I alt	0,3 g salt 0,2 l vand	0,3 MJ	26 mg N 10 mg P	

Tabel 4.5. MEKA for yuppie-forbruger af ost i flowpack. Produktion af 83 g ost. Biproduktion af 90 g vallepulver og 25 g smør. Fortrængt produktion af 130 g mælkepulver. Forbrug af energi og materialer ved produktion af aluminiumsfolie er estimeret ud fra BUWAL-databasen i SimaPro (Alufoil B). Aluminiums brændværdi er fundet i Frees og Weidema (1998).

Trin i flowskema	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Ostproduktion	1,0 kg mælk 2 g salt 1,2 l vand	0,5 MJ (el) 0,4 MJ (naturgas)	174 mg N 66 mg P	
Vallepulverproduktion	0,4 l vand	0,3 MJ (el) 0,6 MJ (naturgas)	24 mg N 10 mg P	Produktion af 90 g vallepulver
Smørproduktion	0,06 l vand	0,03 MJ (el) 0,02 MJ (naturgas)	2 mg N 0,6 mg P	Ekstra produktion af 25 g smør
Mælkepulver	- 1,0 kg mælk - 0,6 l vand	- 0,4 MJ (el) - 0,9 MJ (naturgas)	- 35 mg N - 14 mg P	Fortrængt produktion af 130 g mælkepulver
Produktion af emballage		0,4 MJ (flowpack) 4 MJ (alu-folie)		
Kraftvarmeproduktion		- 1 MJ		
I alt	2 g salt 1 l vand	4,3 MJ	170 mg N 60 mg P	

4.3 Sammenstilling og diskussion

I tabel 4.6 sammenlignes resultaterne fra de fire ovenstående MEKA-skemaer. Da mange af tallene i disse beregninger har været grove skøn og på grund af de mange udeladelser nævnt i afsnit 1.9, skal der være mindst faktor 3 forskel for at forskellen kan anses for at være signifikant. Ikke desto mindre kan der alligevel drages konklusioner.

Ikke overraskende har Maltheasten et større forbrug af primær energi end den økonomiske forbruger. Mere uventet er det, at forbruget alligevel ligger i samme størrelsesorden som de andre alternativer. Dette tyder på, at man kan finde forbrugergrupper, for hvem forbrug af Maltheasten kan lede til faktiske miljøforbedringer. Der er gode chancer for at finde miljøforbedringer ved at søge viden om forbrugernes adfærd og inddrage den i produktudviklingen.

Imod Maltheklokken taler energiforbruget. For Maltheklokken taler emissioner til vand og forbrug af materialer.

Udeladelsernes betydning for konklusionerne

- Hvis vallepulverets fortrængning af andre foderkilder medregnes, vil det stille yuppieforbrugeren og i nogen grad standardforbrugeren lidt bedre ved at mindske det samlede forbrug af primær energi.
- Hvis forbrugergruppens alternative forbrug (se afsnit 1.9) er energiintensivt som f.eks. ferierejser, kan denne proces tale betydende til Maltheastens fordel.
- Vi mangler viden om, hvilken rolle den ekstra tømælk spiller på de markeder, den sælges på. Den kan være med til øge befolkningens sundhedstilstand i det omfang den sælges i lande, hvor fødevareforsyningen er dårlig. Omvendt kan den være med til at forværre befolkningens sundhedstilstand, hvis den sælges som modermælksersättning til de mindste børn, som man så i Afrika i 1970'erne. Disse forhold medregnes ikke i en traditionel miljøfaglig livscyklusvurdering, men da produkters indflydelse på folkesundhed kan have afgørende betydning for virksomheders image, var det måske værd at undersøge.
- Hvis kvotesystemet for mælkeproduktionen ophører, skal landbrugets mælkeproduktion også medregnes. Det må forventes at stille Maltheasten væsentligt bedre.

Tabel 4.6. Sammenligning af MEKA-resultater.

	Materialer	Energi (primær energi)	Kemi	Andet
Maltheklokken		2,2 MJ		

Flowpack: standardforbruger	1 g salt 0,6 l vand	1,3 MJ	88 mg N 34 mg P	+ 50 g vallepulver + 10 g smør - 70 g mælkpulver
Flowpack: økonomisk forbruger	0,3 g salt 0,2 l vand	0,3 MJ	26 mg N 10 mg P	+ 10 g vallepulver + 4 g smør - 20 g mælkpulver
Flowpack: yuppieforbruger	2 g salt 1 l vand	4,3 MJ	170 mg N 60 mg P	+ 90 g vallepulver + 25 g smør - 130 g mælkpulver

5. Referencer

- * Fluck R. (ed.). (1992). Energy in Farm Production. Elsevier.
- * Frees N, og Weidema B P. (1998). Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks. Miljøprojekt 406. Danmark: Miljøstyrelsen.
- * Hansen, Kirtsten F., Vejle Ostepakkeri. Personlig korrespondance 27/06/02.
- * Hauschild M. (red.), (1996). Baggrund for miljøvurdering af produkter. Udvikling af miljøvenlige industriprodukter. Institut for Produktudvikling, DTU, Miljøstyrelsen og Dansk Industri.
- * Nielsen PH, Nielsen AM, Weidema BP, Dalgaard R and Halberg N (2003). LCA food data base. www.lcafood.dk/
- * Pommer K, P Bech, H Wenzel, N Caspersen, S Irving Olsen (2001). Håndbog i miljøvurdering af produkter – en enkel metode. Danmark: Miljøstyrelsen. Kan hentes via publikationsdatabasen på www.mst.dk.
- * Weidema B P. (under udgivelse). Market information in life cycle assessments. Technical report. Miljøstyrelsen.