

Oversigt over miljøpåvirkninger fra rundstykker

29. maj 2002

Charlotte Feldvoss, Cerealia Danmark A/S, Mette Kann, Cerealia Unibake A/S, Lone Rosing, Cerealia Unibake A/S, Karen Dahlslund Leth, Aggers Selskab, Peter Mundt, Aggers Selskab, Holger Pedersen, Økonomaforeningen, Kirsten Skovsby, Økonomaforeningen, Anne Merete Nielsen, 2.-0 LCA consultants.

1. Formål og afgrænsning

1.1. Formål

Formålet med vores projekt er at lave en livscyklusvurdering (LCA) for brugen af rundstykker i et storkøkken. Med livscyklusvurderingen vil vi gerne undersøge, om der er forskel på miljøbelastningen ved brug af rundstykker:

- A) fremstillet i et storkøkken, og
- B) fremstillet i et industribageri, der leverer rundstykkerne frosne til et storkøkken, som efterfølgende opvarmer dem.

Et håndværksbageri kunne alternativt levere rundstykkerne, men da det viste sig umuligt at skaffe data på bageprocessen i et sådant, er dette udeladt.

Denne LCA af rundstykker skal ses som en ”indledende LCA”. Den er gennemført efter MEKA-princippet, som er en forenklet metode, der er baseret på at anvende forbruget af **M**aterialer, **E**nergi, **K**emikalier og **A**ndet som indikatorer for en lang række miljøeffekter.

Det er hensigten, at denne forenkledede LCA efterfølgende skal udbygges med flere data og gennemføres som en grundigere LCA, hvor energiforbrug og emissioner omregnes til miljøeffekter som f.eks. drivhuseffekt, nærings saltbelastning og forsuring.

Formålet med at lave en ”indledende, forenklet LCA”, før vi fortsætter med en grundigere LCA, er at få et overblik over hvor de væsentlige miljøbelastninger er, så vi efterfølgende kan koncentrere dataindsamlingen om de ingredienser og/eller processer, der har størst betydning.

Brugen af MEKA-princippet vil give os et godt indtryk af om der er forskel på miljøbelastningen ved brug af rundstykker fremstillet hhv. i et storkøkken eller i et industribageri. Man kan dog sjældent anvende MEKA-princippet som ”bevis”, fordi metoden er meget forenklet.

Vi forventer, at den forenkledede LCA vil give os et godt indblik i rundstykkernes livsforløb, og et godt grundlag for det videre arbejde med en grundigere livscyklusvurdering.

Det er endvidere hensigten, at livscyklusvurderingen skal danne grundlag for en senere udbygning, hvor vi med mindre ændringer vil kunne besvare nye spørgsmål om f.eks. brug af rundstykker i

private hjem, konsekvenser af forskelle i opskrift hos håndværksbagere og om anvendelse af økologiske contra konventionelle produkter.

1.2 Projektudførende og interessenter

Livscyklusvurderingen er udført i forbindelse med projektet: ”Livscyklusvurderinger af Basislevnedsmidler”, som er støttet af Direktoratet for FødevareErhverv. Projektet er startet i sommeren 2000 og forløber over 3 år. Denne livscyklusvurdering af rundstykker er gennemført i maj-oktober 2001.

Livscyklusvurderingen er gennemført af
Charlotte Feldvoss, Cerealia Danmark A/S,
Mette Kann, Cerealia Unibake A/S
Lone Rosing, Cerealia Unibake A/S
Karen Dahlslund Leth, Aggers Selskab
Peter Mundt, Aggers Selskab
Holger Pedersen, Økonomaforeningen
Kirsten Skovsby, Økonomaforeningen

Anne Merete Nielsen, Bo Weidema og Marianne Wesnæs fra 2.-0 LCA consultants har vejledt. Lene Møller Christensen, Fødevaredirektoratet har bistået som projektmedarbejder.

Da livscyklusvurderingen udelukkende skal anvendes til internt brug i arbejdsgruppen, vil der ikke blive gennemført eksternt kritisk gennemgang af livscyklusvurderingen.

1.3 Definition af produkt, egenskaber og funktionel enhed

Livscyklusvurderingen udføres på 100 stk. hvederundstykker drysset med birkes, hvilket vi har antaget svarer ca. til én persons årsforbrug. Indhold af ingredienser ses under afsnittet ”referencestrøm” på næste side.

Egenskaber

Rundstykkerne har følgende pligttegenskaber:

- Sensoriske egenskaber som smag, duft, tekstur
- Leveringssikkerhed
- Størrelse
- Næringsindhold

Derudover kan en række positioneringsegenskaber være:

- Lavt fedtindhold
- Fiberindhold
- Kulhydratindhold
- Baseret på hvede

Markedssegment

Det markedssegment, der er valgt i denne LCA er storkøkkener eller kantiner på f.eks. plejehjem og hospitaler.

Produktalternativer

Inden for det markedssegment er de produktalternativer, der kan komme på tale:

Frossent rundstykke - industrielt fremstillet,
bagerens rundstykke eller
hjemmelavet rundstykke - økologisk kontra konventionelt.

Funktionel enhed

Vi har valgt at regne på en funktionel enhed på 100 stk. almindelige Rundstykker à 60 g.

Referencestrøm

Referencestrømmen er det flow af materialer (her: ingredienser), som man baserer beregningerne på.

I praksis vil man ikke bruge helt den samme recept (opskrift) for rundstykker fremstillet industrielt og i et storkøkken. Industri-rundstykker er typisk tungere end rundstykker fra storkøkkenet eller en håndværksbager. Det betyder, at industri-rundstykker mætter bedre, fordi de er fremstillet af en større mængde ingredienser, men også at de har en større miljøbelastning end rundstykker lavet efter lettere recepter. Hvis man spiser rundstykker, fordi man er sulten, må man derfor sammenligne 2 industri-rundstykker med 2,5 rundstykker fra storkøkkenet. I vores del af verdenen er det meget muligt at spise uden sult, og i de tilfælde kan man derimod godt sammenligne rundstykkerne lige.

I denne forenkede livscyklusvurdering er vi dog begyndt med at gennemføre beregningerne ud fra en ”gennemsnitsrecept”. ”Gennemsnitsrecepten” er lavet ud fra kendskab til en recept for industrielt fremstillede rundstykker og for rundstykker fremstillet i et storkøkken.

Når vi starter med at sammenligne ud fra en ”gennemsnitsrecept” er det for at få et klart billede af de forskelle, som ikke skyldes recepten. I en grundigere LCA vil beregningerne blive gennemført med specifikke recepter for at se betydningen af recepten.

Der regnes efterfølgende ud fra ”gennemsnitsrecepten”:

4,0 kg hvedemel	(58,3%)
2,2 kg vand	(32,1%)
0,16 kg gær	(2,3%)
0,068 kg salt	(1,0%)
0,062 kg sukker	(0,9%)
0,10 kg fedtstof (rapsolie)	(1,5%)
0,27 kg birkes	(3,9%)

Vægt af ingredienser i alt før bagning: 6,840 kg

Vægttab under bagning (fordampning af vand mv.): -14%

Vægt af de færdige rundstykker: 6,00 kg per 100 stk., dvs. 60,0 gram per stk.

1.4 Processer i Rundstykkets livscyklus

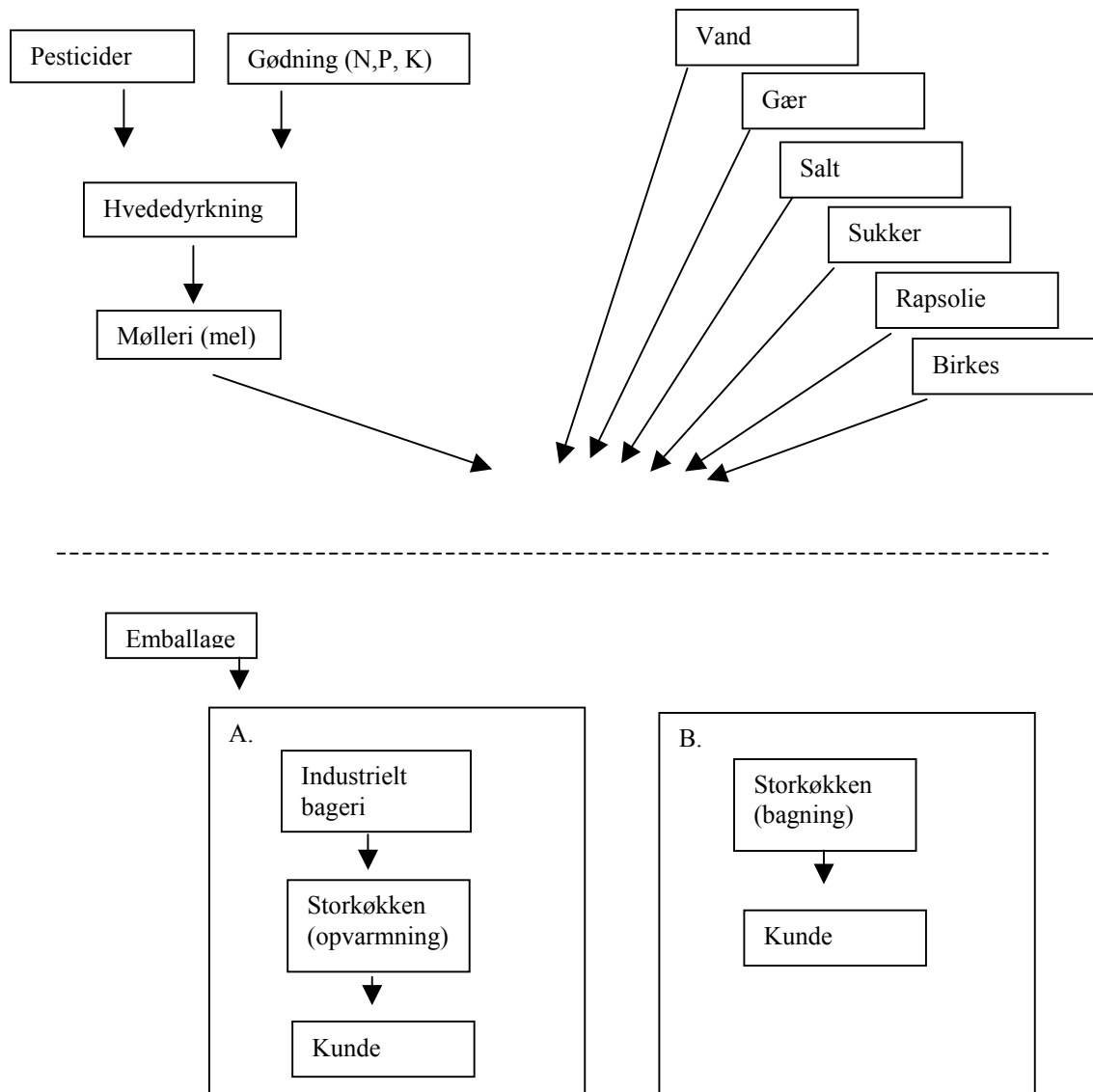
Livscyklus for et Rundstykke består overordnet af følgende processer:

- Fremstilling af gødning (som skal anvendes til gødning af hvedemarker)
- Fremstilling af pesticider (som skal anvendes til sprøjtning af hvedemarker)
- Produktion af hvede
- Produktion af vandværksvand
- Produktion af gær
- Produktion af salt
- Produktion af sukker

- Produktion af fedtstof (rapsolie)
- Produktion af birkes
- Mølleri (formaling af hvede)
- Bageri
- Emballage (både fremstilling og bortskaffelse af emballagen)
- Grossist
- Storkøkken
- Transport mellem alle ovenstående processer
- Affaldsbehandling (affaldsforbrænding mv.)

De processer, der er medtaget i denne MEKA er vist i nedenstående flowdiagram.

Figur 1. Flowdiagram der viser de produkter, hvis produktionsprocesser er medtaget i denne MEKA. Alle processer over den stiplede linje er éns for de to systemer.



Udeladelser

I livscyklusvurderinger skal alle processer i produktets "liv" principielt med. Man kan dog udelade processer, som ingen reel betydning har. I praksis betyder det, at man ofte udelader ingredienser, som kun forekommer i meget små mængder, og hvis man i øvrigt ved, at der ikke indgår særligt miljøskadelige stoffer såsom toksiske stoffer i forbindelse med fremstillingen af ingrediensen. Det gør der som regel ikke ved fødevarerproduktion: "Når mennesker kan tåle at spise produktet, så kan der ikke være særligt farlige stoffer med til at lave det. Som regel, i hvert fald."

I denne livscyklusvurdering er alle ingredienserne til produktion af rundstykket medtaget. Produktionen af disse ingredienser er i varierende grad fulgt tilbage til råstofudvinding, således at melet og rapsolien er fulgt tilbage til landbrugsproduktionen, mens kun data fra de primære leverandørers produktion er medtaget for de øvrige ingredienser. Vi har på ingen punkter behandlet miljøkonsekvenserne ved etablering af kapitalapparatet, dvs. maskiner, bygninger og infrastruktur.

Bortskaffelsen, dvs. behandling af husholdningsspildevand er ikke medtaget, da tidligere livscyklusvurderinger af fødevarer har vist, at dette ikke har væsentlig betydning set i hele fødevarens livsforløb. Tidligere tiders indsats over for spildevandsproblemer står mange steder som et paradoksalt vartegn, der mudrer billedet af, hvad vi i dag bør gøre ved emissioner af organisk stof til vand. Mange rensningsanlæg er overdimensionerede, og disse anlæg får problemer, når virksomheder indfører renere teknologi og udleder renere vand. På kort sigt kan det altså give negative miljøkonsekvenser at udlede renere spildevand!

1.5 Fordelingsprincipper (allokering)

I dette afsnit beskriver vi, hvordan produktionsdata skal fordeles i de tilfælde, hvor én produktion har flere forskellige produkter. ISO 14040 og 14041 slår fast, at man ikke bør fordele emissioner og ressourceforbrug i forhold til produkterne økonomiske værdi eller vægt, men hellere udvide produktionssystemet med de processer, som vil blive ændret ved den ændring, man undersøger i livscyklusvurderingen. Alle disse systemudvidelser bør forbedres i den mere detaljerede LCA, på nær affaldsforbrændingen, som allerede er korrekt medtaget hér.

Det betyder, at fordeling er undgået, hvor muligt. I Rundstykkets livscyklus har det været relevant for følgende processer:

- På møllen
- For produktion af sukker
- For produktion af gær
- For industribageri
- Ved affaldsforbrænding af emballagerne

På møllen

Ved formaling af hvede fås mel, klid og fodermel. Hovedproduktet er mel. Ved en lille forøgelse i produktionen vil det ekstra klid og fodermel blive brugt som foderstof og erstatte korn i forhold til dets energiindhold, idet korn er den marginale energikilde i foder. Alle resurseforbrug og emissioner fra møllen bør derfor tilskrives melet, men fratrækkes ressourceforbrug og emissioner ved produktionen af dette erstattede korn.

Produktion af sukker

Ved produktion af sukker fremkommer også biprodukterne som melasse, roemasse og roefoder. Disse sukkerholdige biprodukter erstatter korn som foderstof i forhold til deres energiindhold (se ovenfor). Alle resurseforbrug og emissioner fra sukkerproduktionen bør derfor tilskrives sukkeret, men fratrækkes ressourceforbrug og emissioner ved produktionen af det erstattede korn.

Produktion af gær

Gær er et biprodukt ved produktionen af sprit. Vi antager de nuværende data fra leverandøren er fordelt skønmæssigt i forhold til mængde. Ifølge leverandørens udsagn er data opgivet som et ”kvalificeret” skøn pr. kg, hvorfor vi går ud fra, at det er skønnet pr. mængde. Alligevel anvender vi disse data som udtryk for efterbehandlingen af gær, om end dette formodentlig er et overestimat.

Overskydende gær bruges som proteinfoder, hvilket betyder at brugen af bageri-gær medfører en tilsvarende merproduktion af sojaprotein. Gæren skal derfor (udover efterbehandlingen på spritfabrikken) tilskrives miljøpåvirkningerne fra denne produktion af sojaprotein.

For industribageriet

For industribageriet er medtaget totale data for energiforbrug, emissioner etc. fra en samlet produktion af flere typer brødprodukter, og ikke specifikt for produktionen af rundstykker. Disse totalmængder er fordelt mellem produkterne efter vægt. Hermed er altså antaget, at energiforbruget er afhængigt af rundstykkernes vægt, og ikke størrelsen af deres overflade, hvor meget rumfang de optager i ovnen, eller anden parameter. I det videre arbejde bør denne sammenhæng undersøges. Denne beregning bygger på følgende forestilling: En del storkøkkener holder op med at bage selv og vælger rundstykker fra industribageriet i stedet. Derfor skal industrien udvide produktionen af rundstykker. Vi antager, at denne nye produktionslinje har de samme miljødata som gennemsnittet af den nuværende produktion.

For affaldsforbrænding

Ved forbrænding af emballagerne fra de enkelte procestrin udvikles energi, da det er plast, pap og papir, der brændes. Denne energiproduktion er håndteret ved systemudvidelse, idet det forudsættes at den udvundne energi erstatter anden energiproduktion i Danmark.

1.6 Vurderingsmetode: MEKA-princippet

Denne forenkede livscyklusvurdering er gennemført efter MEKA-princippet. MEKA står for:

- **M**aterialer
- **E**nergi
- **K**emikalier
- **A**ndet

I MEKA-princippet anvendes **M**aterialeforbrug, **E**nergiforbrug, **K**emikalieforbrug og ”**A**ndet” som indikatorer for miljøeffekter og ressourceforbrug.

Baggrunden for MEKA-princippet var oprindeligt at fokusere på det, der går **ind** i et produkts livscyklus: Materialer, energi og kemikalier. Metoden er baseret på, at alt det, der kommer **ud** fra produktets livscyklus (emissioner til vand, emissioner til luft, affald etc.) direkte eller indirekte er forårsaget af det, der går ind i livscyklus.

Det betyder, at metoden ikke oprindeligt inkluderer emissioner til luft og vand. Da nogle emissioner til luft og vand kan have meget væsentlige påvirkninger af både mennesker og omgivelsernes miljø, bør de også med. Metoden er derfor modificeret lidt, se under ”kemikalier” nedenfor.

Det er vigtigt at pointere, at MEKA-princippet er en meget forenklet metode. I en grundig livscyklusvurdering opgøres emissioner til luft og vand, og disse omregnes til miljøeffekter som f.eks. drivhuseffekt, forsurening og næringssaltbelastning. Når MEKA-princippet bruges, får man kun en ”indikator” for disse miljøeffekter – hvilket dog i mange tilfælde kan være tilstrækkeligt!

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 som eks. 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 etc. Bemærk dog, at plast og papir er placeret under ”energi”, se nedenfor.

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.

Energi

Energiforbrug er i langt de fleste tilfælde den væsentligste bidragsyder til drivhuseffekten, forsurening og dannelsen af smog. Energiforbruget anvendes derfor som indikator for disse miljøeffekter. Energiforbruget er samtidig indikator for forbruget af energi-ressourcer såsom råolie, naturgas, kul etc.

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 fremstillingstrinnene, 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.

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

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 som nævnt forudsætter, at man ikke tilsætter giftige stoffer til fødevarer.

Kategorien ”kemikalier” er udvidet til også at omfatte væsentlige emissioner til luft og vand, Dog har vi udeladt emissioner fra forbrændingsprocesser såsom kuldioxid, CO₂, nitrogenoxider NO_x etc. i denne indledende LCA.

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).

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 forhold såsom, der anvendes store arealer - jordens areal bliver på sigt en begrænset ressource, set ud fra et globalt perspektiv, arbejdsmiljø eller dyrevelfærd.

1.7 Tidsmæssig, teknologisk og geografisk afgrænsning

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 primært for året 2000. Det er vurderet, at disse data med rimelighed er repræsentative for de næste 5 års teknologiniveau.

Geografisk afgrænsning

Der er taget udgangspunkt i produktionen af almindelige rundstykker hos Cerealia Unibake A/S i Hatting og hos Storkøkkenet, Glostrup Amtssygehus, som foregår i Danmark. Leverandøren af hvedemel er Cerealia Danmark A/S i Vejle, og data for produktion af hvede er indhentet fra Danmarks Jordbrugs Forskning, og er gældende for dansk produktion.

1.8 Krav til datakvalitet og usikkerhed

Denne livscyklusvurdering gennemføres på ”screenings-niveau”, dvs. med de forhåndenværende data. Det medfører, at usikkerheden på data og dermed på resultaterne vil være relativt stor.

2. Kortlægning af livscyklus

2.1 Produktion af handelsgødning og pesticider

Til dyrkning af hveden anvendes handelsgødning.

2.1.1 N (nitrogen)

Der bruges 125 gram N per 100 stk. almindelige rundstykker (Dalgaard, upubl.). Ifølge Patyk og Reinhardt (1997) bruges der 44,6 MJ fossile brændsler per kg N og 0,209 kWh elektricitet per kg N til fremstilling af calciumammoniumnitrat i Østeuropa. Dette svarer til i alt 46,7 MJ primær energi. Naturgas udgør hovedparten af de fossile brændsler.

Tabel 1. Input og output ved produktion af handelsgødning (N).

Input:		Gødningsproduktion		Output:
5,8 MJ primær energi	→	(N)	→	0,125 kg N

2.1.2 P (fosfor)

Der bruges 12 g P pr 100 rundstykker (groft overslag). Hovedingrediensen til fremstilling af fosforgødning er bjergarten apatit, der udvindes i Israel, Nordafrika, USA og det forhenværende Sovjet. Dette råfosfat kan ikke direkte optages af planterne, men må først gøres vandopløseligt gennem kemiske processer. Energiforbruget kan omregnes fra Patyk og Reinhardt (1997) til 23 MJ fossile brændsler og 1 kWh elektricitet pr kg P. Dette svarer til 33 MJ primær energi. Omregnet til 100 stk. rundstykker svarer energiforbruget til produktion af fosfatgødning til 0,4 MJ primær energi.

Tabel 2. Input og output ved produktion af handelsgødning (P).

Input:		Gødningsproduktion		Output:
0,4 MJ primær energi	→	(P)	→	12 g P

2.1.3 K (kalium)

Fremstilling af kaliumgødning er baseret på udvinding af forskellige kaliumsalte i Tyskland, Frankrig, forhenværende Sovjet og USA. Energiforbruget kan omregnes fra Patyk og Reinhardt (1997) til 12 MJ fossile brændsler. Der er intet elektricitetsforbrug af betydning. Ifølge afsnit 2.4 bruges 40 kg K pr 7000 kg hvede. Dvs. 6 g K pr kg hvede, eller 70 kJ pr kg hvede. Omregnet til 100 stk rundstykker svarer energiforbruget til produktion af kaliumgødning til 0,363 MJ primær energi.

Tabel 3. Input og output ved produktion af handelsgødning (K).

Input:		Gødningsproduktion		Output:
0,4 MJ primær energi	→	(K)	→	6 g K

2.1.4 Pesticider

Forbrug af energi og kemikalier til fremstilling af pesticider kan variere meget alt efter det enkelte stof. Weidema (1995) angiver værdier for energiforbruget mellem 58 og 580 MJ pr kg aktivt stof (a.s.) med et gennemsnit på 224 MJ/kg. Som et worst case estimat bruger vi her den højeste værdi, der svarer til at den hvede der bruges til produktionen af den funktionelle enhed giver anledning til et forbrug af 1,4 g pesticid (aktivt stof), som er produceret ud fra 825 kJ primær energi, fordelt på

200 kJ kul til el, 150 kJ naturgas, 250 kJ fuelolie og 225 kJ div. fossil energi. Sidstnævnte indgår som materiale.

Tabel 4. Input og output ved produktion af pesticider.

Input:		Pesticidproduktion		Output:
0,8 MJ primær energi	→		→	1,4 g pesticid (a.s.)

2.2 Produktion af hvede

Der bruges 5,2 kg hvede pr 100 stk almindelige rundstykker. Miljøbelastning og ressourceforbrug ved dyrkning af brødhvede er beregnet ved i et teoretisk eksempel at opdyrke 1 hektar landbrugsjord med brødhvede (Dalgaard, upubl.). Mængden af indkøbt handelsgødning er beregnet med udgangspunkt i planternes kvælstofbehov, som er beregnet ud fra gødningsnormer og oplysninger om afgrødernes hektarfordeling, dog er forbruget af fosfat (P) og kalium (K) anslået groft ud fra standardtal.

Nogle af gødningsstofferne udvaskes til å, sø og hav. Denne udvaskning afhænger ikke kun af den tilførte gødning, men også af nedbøren, temperaturen og jordens sammensætning. Derfor kan den faktiske udvaskning ikke beregnes. Man kan dog beregne den mængde N, der maksimalt kan udvaskes, kaldet ”potentiel nitratudvaskning”. Dette planlægger vi at gøre på et senere tidspunkt.

Forbruget af olie og elektricitet er beregnet ifølge Dalgaard et al. (2000). Forbruget inkluderer den direkte energi (traktorkørsel, stalddrift). Den indirekte energi (olie og elektricitet forbrugt til fremstilling af handelsgødning, pesticider, traktorer mv.) er således ikke inkluderet under hvede, men beregnes særskilt for gødning og pesticider. Data om energiindhold er fra Frees og Weidema (1998)

Tabel 5. Input og output ved produktion af hvede.

Input:		Landbrug (hvededyrkning)		Output:
7 MJ primær energi	→		→	1 kg hvede
	→			

2.5 Mølleri - hvedemølle

Der bruges 4,0 kg hvedemel pr 100 rundstykker. Miljødata i følgende afsnit er hentet fra miljøledelsessystemet for Cerealia Mills, baseret på år 2000. Cerealia Mills, Vejle producerer den største del af hvedemelet, der anvendes i industribageriet, men producerer mange forskellige meltyper og huser også afdelinger for administration, dele af salg og økonomi, som også servicerer møllerialæg i Lunderskov, Ringsted og Odense. Det har kun været muligt at få fælles tal for hele Vejleafdelingen, så data for mølleriprocessen er derfor et gennemsnit af mange forskellige meltyper og omfatter et måske væsentligt forbrug af kontorhold. Data fra en mindre produktion af gryn (Grynmøllen) er dog holdt udskilt hvor dette har været muligt. Udbytte ved formaling af hvedekerner til hvedemel: 77 % mel (spredningen er mellem 72 og 79 % - men gennemsnittet 77 %).

For mølleri gælder der følgende forløb:

Kornmodtagelse og -silo

Kornet modtages både med bil og med skib. Efter godkendelse indlagres kornet i silosystem efter sort og kvalitet. På vej til oplagring i siloer sker der en grovrensning af kornet over skum- og sandsold, som frasigter henholdsvis store og små urenheder. I kornsiloen opbevares kornet indtil

videre forarbejdning. Ved denne proces kan forekomme væsentlige arbejdsmiljøproblemer pga. støv. I Vejleafdelingen er dette løst vha. et kornpåslag.

Renseri

Fra kornsiloen trækkes korn til renseri. Dette kan ske fra en enkelt eller flere siloer, afhængig af kravene til færdigvarens kvalitet. I renseriet går kornet igennem en kombirens, som frasorterer store og små partikler samt sten. Derefter går kornet over en triør, som frasorter fremmede kornsorter og ukrudtsfrø. Kornet opfugtes med drikkevand, for at gøre det egnet til formaling og indlagres i liggesiloer i ca. 8-12 timer inden formaling.

Mølleri

I mølleri formales hveden først på riffelvalser og derefter på glatvalser. Efter hver valsning sigtes godset. Alt efter indstilling af møllen fremkommer der hvedemel, hvedekim, klid (konsum eller foder), strømel (fintformalet klid) og eftermel (mørke melpassager). Den samlede melstrøm fra de forskellige sigter kan tilsættes ascorbinsyre afhængig af melkvaliteten, hvorefter melet føres til melsilo. Ascorbinsyre tilsættes - ca. 7 gram pr. 100 kg i denne høst (2001).

Lager og pakkeri

Efter sigtningen behandles de forskellige produkter forskelligt. Konsumklid føres enten til Gryn møllen til detailpakning eller Pakkeriet for opsækning. Dette er en meget lille del af produktionen, knap ½ %. Foderklid udleveres hovedsagelig bulk eller opsækkes i forbindelse med udlevering. Hovedproduktet mel oplagres i melsiloen indtil kvalitetsgodkendelse foreligger. Det godkendte mel kan enten udleveres bulk til direkte levering til kunde, opsækning i Lunderskov, eller sendes til detailpakning.

Færdigvarelager

Det færdigpakkede og palleterede mel oplagres indtil forsendelse til grossistkunder.

Tabel 6 Input og output ved mølleriproduktion af mel.

Input:			Output:
0,47 liter vand	→	Mølleri	→ 4,0 kg hvedemel
6,1 MJ primær energi	→		→ 0,087 kg affald
5,2 kg hvedekerner	→		→ 0,2 liter spildevand
0,07 g askorbinsyre	→		→ Lugtgener (lav belastning)
			→ Støjgener

2.6 Vandværksvand

Vandværkerne i Danmark udvinder vand fra grundvandsressurser eller (i tørre perioder) søer. Vandet behandles blot ved en luftning og filtrering, hvor metaller, især jern og mangan oxideres og udfælder, evt. metan og svovlbrinte bortluftes, og evt. ammonium omdannes til nitrat. Nogle steder i landet bliver der desuden justeret for indholdet af aggressivt kuldioxid gennem tilsætning af fx kalk.

I denne MEKA er kun energiforbruget til oppumpning af vand og vandbehandling medtaget.

I København anvendes i gennemsnit 27,4 kWh per 100 m³ vand (jf. Grønt regnskab for Københavns Vand, 2000. www.kbhvand.dk). Grindsted vandværk producerede 1,55 mio m³ vand i 2000 og har et årligt elforbrug på ca. 750.000 kWh. Det svarer til et elforbrug på ca. 48 kWh per 100 m³ vand, altså næsten dobbelt så meget som i København. (www.grindstedvand.dk). Som konservativt skøn har vi valgt 50 kWh per 100 m³ vandværksvand.

Tabel 7. Input og output ved produktion af vandværksvand.

Input:		Vandværk		Output:
15,2 liter vand	→		→	15,2 liter vandværksvand
0,1 MJ primær energi	→			

Til 100 stk. rundstykker bruges 0,47 liter vand i mølleriet og 14,7 liter vand i bageriet. I alt giver det et forbrug på af vandværksvand på 15,2 liter. Energiforbruget til denne produktion kan beregnes: 15,2 liter * 0,5 kWh/1000 l = 0,0076 kWh, eller 0,076 MJ primær energi.

Vand til landbruget er ikke regnet med her, da det antages, at det ikke er vandværksvand men derimod egne boringer.

2.7 Gær

Produktion af bagegær anvender 0,84 kWh/kg gær, eller 8,4 MJ primær energi (27,5% tørstof) (Glarmbæk, pers.kom.). I tallet er indregnet bidrag for energiforbrug ved rensning af spildevand m.m. og tallet dækker såvel el som varme. I 100 stk. rundstykker indgår 0,157 kg gær, hvorfor gæren bidrager med 0,84 kWh * 0,157 kg = 0,13 kWh.

Tabel 8. Input og output ved produktion af gær.

Input:		Gærproduktion		Output:
1,3 MJ primær energi	→		→	0,157 kg gær

Tallet er et kvalificeret overslag. Det er vanskeligt at dele energiforbrug ud på de enkelte slutprodukter, da produktion af både sprit og gær i høj grad er integreret - bl.a. p.g.a. energioptimeringer.

2.8 Salt

Dansk salt oplyser energiforbruget til produktion af salt til 0,78 kWh/kg salt, svarende til 7,8 MJ primær energi. Tallet dækker over såvel varme som el produceret af egen energiforsyning, og data for salt er beregnet udfra produktionskapaciteter. I 100 stk. rundstykker indgår 0,068 kg salt. Energiforbruget til produktion af denne mængde kan beregnes som 0,78 kWh/kg * 0,068 kg = 0,053 kWh.

Tabel 9. Input og output ved produktion af salt.

Input:		Saltproduktion		Output:
0,5 MJ primær energi	→		→	0,068 kg salt

2.9 Sukker

Stadig et al. (2001) opgiver at produktion af 1 kg råsukker anvender ca. 7 MJ. Dette anvender vi som det bedste estimat, vi kan skaffe nu. I 100 stk. rundstykker indgår 0,062 kg sukker, hvor sukkeret bidrager med 7 * 0,062 kg = 0,43 MJ primær energi i 100 stk. rundstykker.

Tabel 10. Input og output ved produktion af sukker.

Input:		Sukkerproduktion		Output:
0,4 MJ primær energi	→		→	0,062 kg råsukker

2.10 Fedtstof

Rapsolie indgår som fedtstof i produktion af rundstykker. Data for rapsolie udvundet ved enzymatisk proces er fundet i Mortensen et al. 1997 (vist i tabel). Disse tal omfatter energiforbrug ved dyrkning af raps, presning og ekstraktion af olie. I 100 stk. rundstykker indgår 0.103 kg rapsolie ~ 0.117 liter. 0.117 liter rapsolie giver anledning til anvendelse af 1,1 MJ fossile brændsler, der kan fordeles på 0.8 MJ råolie, 0.1 MJ kul og 0.2 MJ naturgas.

Tabel 11. Input og output ved produktion af rapsolie.

Input:		Rapsdyrkning,		Output:
1,1 MJ primær energi	→	presning og ekstraktion	→	0,103 kg rapsolie

2.11 Birkes

Produktion af birkes giver et gennemsnitligt høstudbytte på 582 kg per ha, oplyser producenten Bio Trading A/S. Birkes bliver især produceret i Tyrkiet og Czekoslovakiet. (FAO).

Vi har pt. ingen data for produktion af birkes. Som estimat anvendes foreløbigt data for produktion af raps fra Cederberg (1998): Markarbejdet i svensk raps har et direkte brændstofforbrug på 100 liter diesel/ha, dvs. 6,6 MJ/kg frø. Dyrkningen har et forbrug af handelsgødning på 160 kg N/ha. Dette svarer til et indirekte energiforbruget på 12,3 MJ/kg frø (se afsnit 2.2.1).

Til 100 stk. rundstykker anvendes 0,267 kg birkes. Det giver et direkte energiforbrug til markarbejde på: $0,267 \text{ kg birkes} / 582 \text{ kg per ha} * 100 \text{ liter per ha} * 0,84 \text{ kg/liter} * 46 \text{ MJ/kg} = 1,8 \text{ MJ}$. Det indirekte energiforbrug til fremstilling af handelsgødning (N) kan ligeledes beregnes til: $0,267 \text{ kg birkes} / 582 \text{ kg per ha} * 160 \text{ kg N /ha} * 44,6 \text{ MJ/kg N} = 3,3 \text{ MJ}$ (se afsnit 2.2.1).

Tabel 12. Input og output ved produktion af birkes.

Input:		Produktion af gødning		Output:
1,8 MJ primær energi (dir.)	→	+ dyrkning af birkes	→	0,267 kg birkes
3,3 MJ primær energi (ind.)	→			

2.12a Bageri – industri Cerealia Unibake A/S

Massebalance på industrielt bageri:

Som udgangspunkt for alle beregningerne anvendes ”recepten” fra afsnit 1.3 ”Definition af produkt, egenskaber og funktionel enhed”. Dertil lægges et spild på 5%.

For Rundstykkerne gælder det, at de gennemløber følgende produktionsforløb:

Råvaremodtagelse

Mel leveres som bulkvare i tankvogne. Øvrige råvarer, småingredienser som gær, salt, sukker etc. leveres som sækkevarer.

Afvejning

Afvejning af råvarer sker dels automatisk via melvægte, dosering af vand og dels ved manuel afvejning af småingredienser.

Dejæltning

Sammenblanding af råvarer med efterfølgende æltning til dej sker i dejmixere. Efter æltning doseres direkte til dejbehandling i opslåningsmaskiner.

Dejbehandling

Dejen slås op til boller i opslåningsmaskine. Efter formning af boller kan drys tilsættes på overfladen. De opslåede brød afsættes og køres direkte på raske- og/eller ovnbåndet.

Raskning

Pladerne transporteres på baner ind i et raskeskab (gennemløb ca. 60 min.), hvor brødet hæver v.h.a. fugt og varme under kontrollerede forhold med hensyn til temperatur og damp.

Bagning

Efter hævingen kører brødene på båndet videre til ovnen, hvor de gennemkøres på ca. 15 min. under kontrollerede forhold med hensyn til temperatur. Ovnene er naturgasopvarmede strålevarmeovne. Umiddelbart efter bagning sprøjtes overfladen på brødene evt. med vand for at stabilisere skorpen. Brødene transporteres på plader eller bånd videre til køling/nedfrysning.

Køling

Afkøling foregår på transportbånd inden brødene føres til nedfrysning.

Frysning

Brødene føres gennem fryseren på et netbånd (Ca. 1 time).

Pakning

Brødene transporteres via transportbånd til pakkemaskiner, hvor de omvikles med plast eller laminat folier og formes som poser (PE og PP). Brød til dybfrosne produkter pakkes i atmosfærisk luft.

De indpakkede brød transporteres gennem checkvejning og metaldetektor til pakning i kartoner og videre til palletering. Kartoner sættes på paller med efterfølgende plastomvikling. Palletering foregår fuldautomatisk. Færdigpakkede paller transporteres til færdigvarelageret (frost).

Lagring

Dybfrostvarer opbevares på frostlagrene, der er kølet med ammoniak som drivmiddel.

Udlevering

Færdigvarer afhentes på lager med truck og transporteres til afventende frostbiler. Færdigvarer afhentes af enten kunder eller vognmænd for videre transport til engroslagre.

Materialer

Materialeforbruget til 100 stk rundstykker er defineret af gennemsnitsrecepten (se afsnit 1.3).

Øvrige anvendte materialer / ubearbejdede råstoffer er i et bageri kun vandværksvand, som indgår i produktionen til brød, som rengørings- og sanitetsvand.

Total anvendt mængde vand (2000) = 2,44 m³ pr. ton produkt ~ 2,44/1000 * 6,0 = 0,0147 m³ / 100 stk. rundstykker = 14,7 kg/100 stk.

Energi

Totalt forbrug af el (2000) = 0,459 kWh/kg produkt = 0,459 kWh * 6,0 kg = 2,75 kWh el/100 stk. Dette svarer løseligt til 27,5 MJ primær energi/100 stk. rundstykker

Totalt forbrug af naturgas (2000) = 17.818.000 kWh/(25.504,9-5.395,47 kg bake-off) = 0,886 kWh/kg = 0,886 kWh/kg * 6,0 kg = 5,32 kWh/100 stk. = 5,32 * 10 MJ/kWh = 53,2 MJ/100 stk. rundstykker

Kemi

Til vurdering er medtaget 3 forhold: Forbrug af rengøringsmidler, forbrug af ammoniak som kølemiddel og emission af alkohol fra raskeprocessen.

Rengøringsmidler: Forbrug = $0,98 \text{ kg/tons/1000} * 6,0 = 0,0059 \text{ kg/100 stk. rundstykker}$.

Ammoniak: Forbrug¹ = $0,03 \text{ kg/tons/1000} * 6,0 = 0,00018 \text{ kg/100 stk. rundstykker}$

Ethanol²: 9 g ethanol dannes/kg hvidt brød produceret. Der emitteres 2-4 g ethanol/kg brød hvorfor der er beregnet 3g/kg brød. $3\text{g/kg} * 6,0 \text{ kg/1000} = 0,018 \text{ kg ethanol/100 stk. rundstykker}$.

Total mængde affald: $83,532 \text{ kg/ton/1000} * 6,0 = 0,501 \text{ kg/100 stk. rundstykker}$. Affaldet er opdelt i fraktionerne genbrugsaffald, folie, farligt affald og blandet affald.

Tabel 13. Input og output ved produktion af rundstykker.

Input:			Output:
Vand: 14,7 liter	→	Industrielt bageri	→ Rundstykker: 6 kg
Gas: 53,2 MJ	→		→ Energi fra affaldsforbrænd.: 4,8 MJ
El: 27,5 MJ	→		<i>Affald</i>
Mel: 4,0 kg	→		→ Blandet affald: 94 g
Vand: 2,2 kg	→		→ Farligt affald: 2,2 g
Gær: 0,16 kg	→		→ Genbrugsaffald: 405 g
Salt: 0,068 kg	→		→ Spildevand: 6,1 liter
Sukker: 0,062 kg	→		<i>Luftemissioner:</i>
Fedtstof: 0,10 kg	→		→ Ammoniak: 177 g
Birkes: 0,27 kg	→		→ Ethanol: 18 g
Folie: 0,10 kg	→		→ CO ₂ : 1,6 g
Pap: 0,59 kg	→		→ Nitrogen: 0,36 g
Rengøringsmidler: 5,9 g	→		→ SO ₂ : 0,78 mg
			→ NO _x : 16 mg
			→ Freon: 7,8 mg
		<i>Øvrigt:</i>	
		→ Lugt (lav belastning)	
		→ Støj (lav belastning)	

2.12b Bageri - storkøkken

Råvaremodtagelse

Mel og øvrige råvarer småingredienser som gær, salt, sukker etc. leveres som sækkevarer.

Afvejning

Afvejning af råvarer sker ved manuel afvejning på melvægte, dosering af vand og dels ved manuel afvejning af småingredienser.

Dejæltning

Sammenblanding af råvarer med efterfølgende æltning til dej sker i røremaskine.

Dejbehandling

Dejen slås op til boller/rundstykker i opslåningsmaskine. Efter formning af boller/rundstykker kan evt. drys tilsættes på overfladen. De opslåede brød afsættes på plader på bagepapir og efterhæver.

¹ Dette er groft estimeret, da ikke al ammoniak, der er påfyldt køleanlægget emitteres

² Kilde: Andersson K., 1998

Raskning

Boller/rundstykker raskes i ovnen ca. 10 min. v.h.a. fugt og varme under kontrollerede forhold med hensyn til temperatur og damp.

Bagning

Efter raskningen færdigbages boller/rundstykkerne i ovnen ca. 15 min. under kontrollerede forhold med hensyn til temperatur. Ovnene er naturgasopvarmede strålevarmeovne.

Afkøling

Brødene nedkøles på bageriste i køkkenet.

Energiforbrug

Energiforbruget til alle operationer i storkøkkenet er anslået af Peter Mundt ud fra standardtal til 14,9 kWh/100 rundstykker. Øvrige forhold (materialer, kemi og andet) antages at være identisk med industribageriet.

2.13 Emballage

I princippet skal alle emballager i livscyklus med – f.eks. også emballagen til f.eks. handelsgødning. Erfaringer fra andre miljøvurderinger af fødevarer viser dog, at det hovedsageligt er den emballage, de færdige produkter pakkes ind i, der har væsentlig betydning. Det er derfor kun disse der medtages her.

Da de emballager, der anvendes til rundstykkerne, alle er fremstillet af energi-ressourcer, opgøres de her som energi. Hvis der også havde være anvendt f.eks. aluminium, skulle mængden af aluminium have være angivet under ”materialer”.

Det forudsættes, at emballagerne fra rundstykkerne kasseres fra storkøkkenerne via dagrenovationen, og at de forbrændes på et affaldsforbrændingsanlæg med energigenvinding i Danmark. Energiindholdet i emballagematerialerne genvindes derfor delvist. ”Netto”-energiforbruget er beregnet nedenfor. Bemærk, at energiindholdet i materialerne kun kan udnyttes, hvis emballagerne forbrændes på et affaldsforbrændingsanlæg med kraft/varmeproduktion.

Til pakning af 100 stk. rundstykker på et industrielt bageri bruges disse emballager:

Industrielt bageri

Forbrug af emballage er som følgende: 16,61 kg folie/ton /1000 * 6,0 = 0,100 kg/100 stk. rundstykker. 98,62 kg pap/ton /1000 * 6,0 = 0,592 kg/100 stk. rundstykker.

Vi har pt. ingen data for den nævnte plast og anvender derfor data for PE som estimat (Pommer et al. s. 178).

Tabel 14. Energiregnskab for produktion og forbrænding af emballage til 100 stk industri-rundstykker. Alle energiforbrug er opgivet som primær energi.

Emballagemateriale	Energiforbrug til fremstilling af materialer (MJ pr kg)	Produceret energi ved forbrænding (MJ per kg)	Mængde (kg)	Energiforbrug per 100 stk rundstykker (MJ per brød)	Produceret energi per 100 stk. rundstykker (MJ per brød)
Plast (OPP, Adhesive, PE-spec)	75	-40 MJ * 0,3 = -12	0,100	7,5	-1,2
Pap	40	-20 MJ * 0,3 =	0,592	23,7	-3,6

Den energi, der produceres, når materialerne forbrændes på et affaldsforbrændingsanlæg er beregnet som brændværdien * effektiviteten på affaldsforbrændingsanlægget. Det antages, at effektiviteten på affaldsforbrændingsanlægget er 30%.

Den energi, der produceres ved forbrænding af brændbare materialer, erstatter anden energiproduktion i Danmark. Det betyder, at når der produceres 1 MJ energi ved forbrænding af plast, kan man undgå at fremstille 1 MJ ved hjælp af kulfyring. Dette kaldes ofte ”fortrængte processer”.

Storkøkkenet har ikke emballageforbrug til produktet, idet rundstykkerne forudsættes anvendt med det samme.

2.14 Transport

Til denne forenkede livscyklusvurdering anvendes en simpel beregning ud fra transporteret mængde og transportafstand samt med følgende nøgletal. I grundige livscyklusvurderinger inddrages også oplysninger om f.eks. lastbilens størrelse og lastgrad. Denne detaljeringsgrad er dog ikke nødvendig i første omgang, hvor det blot drejer sig om at få et overblik.

Tabel 16. Standardenergiforbrug ved transport af 1 kg 1 km (Pommer et al, 2001).

	Energiforbrug
Tog	0,0008 MJ
Skib	0,001 MJ
Lastbil	0,005 MJ

Bemærk, at traktorkørsel ikke opgøres som transport, men indgår som energiforbrug i landbrugsprocesserne. De vil derfor ikke fremgå af nedenstående.

Tabel 17. Energiforbrug til samlet transport i 100 rundstykkers livscyklus.

Produkt	Strækning	Transport-middel	Mængde (kg)	Afstand (km)	Beregnings-faktor (MJ/ kg*km)	Energi-forbrug (MJ)	Reference
N/P/K-gødning	Fra producent til landbrug	Skib	170 g	1200 km	0,001 MJ/kg km	0,2 MJ	Antagelse
		Lastbil	170 g	100 km	0,005 MJ/kg km	0,09 MJ	
Pesticider	Fra producent til landbrug	Lastbil	14 g ³	500 km	0,005 MJ/kg km	0,04 MJ	Antagelse
Hvede	Fra landbrug til mølleri	Lastbil ?	5,2 kg	150 km	0,005 MJ/kg km	4 MJ	Antagelse
Hvedemel	Vejle – Hatting	Tankbil	3,988 kg	65 km	0,005 MJ/kg km	1,3 MJ	www.krak.dk
Gær	Grenå – Hatting	Lastbil (kølebil)	0,157 kg	118 km	0,005 MJ/kg km +10% til køling	0,09 MJ	Målt i afstandstabel ⁴
Salt	Mariager – Hatting	Lastbil	0,068 kg	78 km	0,005 MJ/kg km	0,03 MJ	Målt i afstandstabel
Sukker	Assens - Hatting	Lastbil	0,062 kg	100 km	0,005 MJ/kg km	0,03 MJ	Antagelse
Fedtstof	Århus – Hatting	Lastbil	0,103 kg	54 km	0,005 MJ/kg km	0,03 MJ	Antagelse

³ Vi antager, at pesticiderne transporteres i en 10% vandig opløsning.

⁴ Afstandstabel TS-form 44857 1994

Birkes	Tyrkiet – Padborg	Båd	0,267 kg	6000 km	0,001 MJ/kg km	1 MJ	Groft estimat ud fra atlas
Birkes	Padborg – Hatting	Lastbil	0,267 kg	138	0,005 MJ/kg km	0,12 MJ	Målt i afstandstabel
Plast (OPP, Adhesive, PE-spec)	Et sted i EU til Hatting	Lastbil	0,108 kg	500 km	0,005 MJ/kg km	0,27 MJ	Groft estimat ud fra atlas
Pap	Sverige til Hatting	Lastbil	0,641 kg	300 km	0,005 MJ/kg km	1 MJ	Groft estimat ud fra atlas
Rundstykker	Hatting – Lund, omladning, fryselager	Lastbil, frost	6,5 kg	6 km	0,005 MJ/kg km +10% til køling	0,2 MJ	Antagelse
Rundstykker	Lund – grossist	Lastbil, frost	6,5 kg	250 km	0,005 MJ/kg km +10% til køling	8,9 MJ	Antagelse
Rundstykker	grossist – storkøkken, Glostrup	Lastbil, frost	6,5 kg	250 km	0,005 MJ/kg km +10% til køling	8,9 MJ	Beregnet ud fra direkte leverance fra Lund
I alt for 100 rundstykker produceret i industribageri :						<u>26 MJ</u>	

Transport af ingredienser til bagning af rundstykker i storkøkkenet antages at være lignende, dog spares transporten fra grossist til storkøkkenet (8,9 MJ). Derfor anslås energiforbruget til al transport for storkøkkenrundstykker til 17 MJ.

Tabel 18. MEKA-skema for 100 stk rundstykker.

FLOW	MATERIALER / UBEARBEJDEDE RÅSTOFFER (alle tal er pr 100 stk)	PRIMÆR ENERGI (MJ per 100 stk)	KEMI	ANDET
Fremstilling af N-gødning	Naturgas	5,8		
Fremstilling af P-gødning	Apatit	0,4		
Fremstilling af K-gødning	Kalisalte	0,4		
Fremstilling af pesticider		0,8	Toksiske emissioner	
Landbrug: Hvede		7,0		Forbrug af areal
Mølleri (hvedemel)		6,1	Affald: 0,087 kg Spildevand: 0,2 liter	Lugt (lav belastning) Støj
Vandværksvand	Grundvand og overfladevand: 15 l	0,1		
Gær	Vandværksvand	1,3		
Salt	Salt	0,5		
Sukker	Sukkerøer	0,4		
Fedtstof	Rapsfrø	1,1		
Birkes		5,1		
Industrielt Bageri⁵		81	Emissioner Ethanol: 18 g Rengøringsmiddel: 0,006 kg Ammoniak: 0,0002 kg Affald: 0,5 kg	Lugt (lav belastning) Støj (lav belastning)
Emballage (industribageri)	Olie til foliefremstilling	Folie 0,108 kg Pap 0,641 kg Genvunden energi:- 4,8 MJ		

⁵ Se flowdiagram

Transport (industribageri)	Olie til dieselproduktion	26		
Transport (storkøkken)	Olie til dieselproduktion	17		
Grossist	Vand (total): 0,01 m ³	76	Rengøringsmidler: 0,104 kg	
Storkøkken bageri		149	Rengøringsmidler: 0,104 kg	

3. Vurdering

Vi ønskede os at sammenligne miljøbelastningen ved produktion af rundstykker fra et industribageri og fra et storkøkken. Dette er muligt i MEKA-skemaet.

3.1 Hvor usikre er vores data?

I tabellen er vurderet hvor gode data for de forskellige processer er.

Tablet 19. Vurdering af de forskellige processers datakvalitet.

Proces	Hvor gode er data?
Fremstilling af gødning	☺☺☺ Bedste tilgængelige litteraturdata
Fremstilling af pesticider	☺☺☺ Bedste tilgængelige litteraturdata
Produktion af hvede	☺☺ Foreløbigt datasæt fra projektets database
Produktion af vandværksvand	☺ Screeningsdata
Produktion af gær	☹☹ Mangelfulde. Mangler beskrivelse og alternativ anvendelse.
Produktion af salt	☹☹ Mangelfulde. Mangler beskrivelse.
Produktion af sukker	☹ Uigennemskueligt. Mangler data, beskrivelse og anvendelse af biprodukter.
Produktion af fedtstof (rapsolie)	☺ Bedste tilgængelige litteraturdata
Produktion af birkes	☹ Estimeret på basis af lignende produkt (raps)
Mølleri (formaling af hvede)	☺☺ Detaljerede data fra egen produktion. Mangler dog anvendelse af biprodukter.
Bageri	☺☺ Detaljerede data fra egen produktion. Kan forbedres: er miljøforholdene for 2 kg brød virkelig dobbelt så store som for 1 kg?
Emballage (både fremstilling og bortskaffelse af emballagen)	☺☺ Standardberegning
Storkøkken	☹☹☹ Uigennemskueligt – og meget vigtigt for konklusioner.
Transport mellem alle ovenstående processer	☺ Kvalificerede skøn. Med visse mangler.
Affaldsbehandling (affaldsforbrænding mv.)	☺☺ Affaldsmængder opdelt på affaldstyper og registreret fra de vigtigste processer.

3.2 Hvad tør vi alligevel konkludere?

Vi kan se at bageriprocessen er den største enkeltpost i energiforbruget, mens ingen af ingredienserne spiller væsentlige roller for energiforbruget.

Vi kan se, at industri-rundstykkerne har et langt lavere energiforbrug ved bagning end storkøkkenets. Til gengæld undgår storkøkkenet at bruge strøm til nedfrysning, emballage om de færdige rundstykker, og de har kortere transport af færdigvarer.

3.3 Hvad skal forbedres i en kommende LCA?

Disse tal giver kun et første overblik over miljøforholdene ved produktion af rundstykker, og kan forbedres på mange måder. Her kommer en prioriteret liste over hvilke processer det er vigtigt at få bedre data for:

Tabel 20. Prioriteret liste over hvad der bør gøres bedre i den næste LCA.

Prioritet	Proces	Hvad skal forbedres?
!!!	Storkøkken	Data for opvarmning af industri-rundstykkerne. Kan vi verificere Peters bud på energiforbrug til bagning i litteraturen?
!!!	Grossist	Mangler pt
!!!	Håndværksbager	Mangler pt
!!!	Grovvareselskab	Mangler pt
!!	Produktion af birkes	I MEKA-skemaet ser tallene jo tilforladelige ud, men i burgerLCA bidrager sesamfrø med væsentligt bidrag. Derfor vil vi undersøge det nærmere.
!!	Produktion af gær	Uddybende data, inkl. systemudvidelse
!!	Produktion af salt	Uddybes
!	Produktion af sukker	Uddybende data, inkl. systemudvidelse
!	Produktion af vandværksvand	Uddybes med materialeforbrug
	Transport	Må gerne gøres mere præcist
Ej vigtigt, men det vil være fint at få gjort	Produktion af fedtstof (rapsolie)	Måske skaffes estimat fra lokal leverandør
-do-	Produktion af hvede	Udskiftes, hvis der ændres i databasen
-do-	Mølleri (formaling af hvede)	. Data på biprodukter skal med, så systemudvidelserne kan laves.
-do-	Industribageri	. Undersøge om energiforbruget virkeligt er afhængigt af rundstykkernes vægt, eller om vi bør opgøre pr rumfang ovnplads e.l.

4. Referencer

BioTrading A/S. Personlig kommunikation.

Cederberg, C (1998): Life Cycle Assessment of Milk Production – A Comparison of Conventional and Organic Farming. SIK-Rapport 1998 Nr 643. SIK. Institutet för Livsmedel och Bioteknik. P.O. Box 5401. 402 29 Göteborg.

Dalgaard, Randi (maj 2001): Miljøbelastning og ressourceforbrug ved produktion af svinekød, mælk, slagtekyllinger og hvede Foreløbige data. Foulum, Danmarks Jordbrugsforskning, maj 2001

Dansk Salt, Grønt regnskab for 2000. Oplysninger fra deres hjemmeside www.dansksalt.dk

FAO's statistik på Internettet (<http://www.fao.org>) - se under ”Statistical Databases”.

Frees N og Weidema B. (1998) Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Beer and Soft Drinks. Energy and Transport Scenarios. Ministry of Environment and Energy,

Glarmbæk, Carsten (2001), personlig medvirkende til oplysninger.

Grindsted Vandværk. Oplysninger fra deres hjemmeside på www.grindstedvand.dk

Håndbog i miljøvurdering af produkter – en enkel metode Miljøstyrelsen (2001). Miljønyt nr. 58. Pommer K, P Bech, H Wenzel, N Caspersen, S Irving Olsen (2001). Håndbog i miljøvurdering af produkter – en enkel metode Miljøstyrelsen. Den kan hentes gratis fra Internettet fra Miljøstyrelsens hjemmeside www.mst.dk, hvor man finder den under ”publikationer“. Det er kun nødvendigt at udskrive side 84, 178 og 179. Man kan også købe bogen, men det er ikke nødvendigt. Miljønyt nr. 58. Håndbogen kan købes via Miljøbutikken, Læderstræde 1-3, 1201 København K, Tlf.: 33 95 40 00, Fax: 33 92 76 90. www.mem.dk/butik/. E-post: butik@mem.dk. Bogen koster 150 kr.

Københavns Vand. Grønt regnskab for 2000. www.kbhvand.dk

Mortensen B et al. (1997). Livscyklusvurdering af produkter baseret på fornybare råvarer. Institut for Produktudvikling.

Patyk A og Reinhardt G. (1997): Düngemittel – Energie- und Stoffstrombilanzen. Vieweg. Umweltwissenschaften. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1997. Germany. De anvendte data er fra Østauropa, tabel 11-3, s. 187 (data for calciumammoniumnitrat, der udgør langt den største del af markedet).

Stadig, Magnus et al. (2001): Livscykelanalys av hamburgerbröd. SIK Institutet för livsmedel och bioteknik, Göteborg. Et delprojekt under LCA Livsmedel, Sverige foretaget på Cerealia Unibake AB i Örebro.

Weidema, B. et al. (1995): Life Cycle Screening of Food Products - Two Examples and some Methodological Proposals. Group of Cleaner Technology, I. Krüger Consult A/S. Udgivet af ATV. Rapporten kan købes hos: Akademiet for de tekniske Videnskaber Lundtoftevej 2662800 Lyngby Tlf. 45 88 13 11.