

# BIO-DRIVSTOFF

Morten Simonsen

Vestlandsforskning

8/3/2010

## Innhold

Innledning.....	4
Etanol.....	4
Transport.....	4
Sukkerroe .....	4
Sukkerrør.....	6
Hvete.....	7
Mais .....	9
Etanolestimat fra DeLucchi .....	10
Oppsummering .....	11
Biodiesel.....	12
RME .....	12
SME.....	12
Soyabønner.....	13
Biodiesel fra DeLucchi.....	14
Oppsummering .....	14
Tabell 1 Bruk av elektrisitet i MJ pr MJ levert drivstoff.....	4
Tabell 2 Forbruk av gjødsel for produksjon av 1 MJ sukkerroe.....	4
Tabell 3 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol uten bruk av overskuddsmasse til biogass ....	5
Tabell 4 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol med bruk av overskuddsmasse til biogass ....	5
Tabell 5 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra sukkerrør.....	6
Tabell 6 Gjødsel for produksjon av 1 MJ med energi fra hvete.....	7
Tabell 7 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi fra gasskjele drevet med naturgass.....	7
Tabell 8 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med naturgass. ....	8
Tabell 9 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med brunkull.....	8
Tabell 10 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med strå.....	9
Tabell 11 Gjødsel for produksjon av 1 MJ energi fra mais.....	9
Tabell 12 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra mais. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med naturgass. ....	10
Tabell 13 Energibruk i MJ pr km med etanol fra tre/grass og mais. ....	10
Tabell 14 Tapsmultiplikatorer for produksjon av etanol fra ulike råvarer.....	11
Tabell 15 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra RME.....	12
Tabell 16 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra SME .....	12
Tabell 17 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra SME .....	13

Tabell 18 Energibruk i MJ pr km med biodiesel til lastebiler fra soyaoilje .....	14
Tabell 19 Tapsmultiplikatorer for produksjon av biodiesel fra ulike råvarer.....	14

## Innledning

Vi skal i se på estimat av Well-to-Tank energibruk for etanol og biodiesel. Estimaten er hentet fra et samarbeidsprosjekt mellom EU-kommisjonens Institutt for miljø og bærekraft<sup>1</sup>, EUCAR<sup>2</sup> og CONCAWE<sup>3</sup>. EUCAR er bilindustriens forskningsråd og CONCAWE er oljeindustriens bransjeorgan for helse, miljø og sikkerhet i raffinering og distribusjon<sup>4</sup>.

I tillegg skal vi presentere noen estimat fra DeLucchi for etanol og biodiesel<sup>5</sup>.

## Etanol

### Transport

I estimatene for transport fra CONCAWE/EUCAR er det tatt hensyn til drivstoffdepot og tankanlegg for drivstoff. Tabell 2 viser energibruk av elektrisitet i MJ pr MJ levert drivstoff.

Tabell 1 Bruk av elektrisitet i MJ pr MJ levert drivstoff

Elektrisitet	MJ/MJ drivstoff
Veidepot	0,00084
Tankanlegg	0,0034

### Sukkerroe

Den delen av sukkerroe-planten som blir til overs etter gjæring til etanol kan brukes til produksjon av biogass. Dette gir to kombinasjoner for produksjon av etanol fra sukkerroe. Et estimat eksporterer overskuddet til produksjon av biogass. I det andre estimatet går denne energimengden tapt. I begge estimatene blir cellulose fra sukkerroe-planten brukt som dyrefor. Den energimengden dette tilsvarer blir ikke belastet produksjon av etanol.

Tabell 3 viser bruk av gjødsel for produksjon av energi tilsvarende 1 MJ fra sukkerroe.

Tabell 2 Forbruk av gjødsel for produksjon av 1 MJ sukkerroe

	kg
Nitrogen	0,0004
Kalsiumoksyd	0,0014
Kalsiumoksyd	0,0005
Fosfor	0,0002
Ugrassmiddel	0,000005
Såkorn	0,000021

<sup>1</sup> <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW.html>

<sup>2</sup> <http://www.eucar.be/>

<sup>3</sup> <http://www.concawe.be/Content/Default.asp>

<sup>4</sup> Se side 1, <http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/V3.1%20TTW%20Report%2007102008.pdf>

<sup>5</sup> Delucchi, Mark A. (2005): *A Multi-Country Analysis of Lifecycle Emissions From Transportation Fuels and Motor Vehicles*. Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, Research Report UCD-ITS-RR-05-10, [http://pubs.its.ucdavis.edu/publication\\_detail.php?id=52](http://pubs.its.ucdavis.edu/publication_detail.php?id=52)

Sum input	1,0274
-----------	--------

I tillegg forbrukes 0,0226 MJ med diesel til landbruksmaskiner for produksjon 1 MJ med energi fra sukkerroe.

I produksjon av etanol fra sukkerroe brukes damp til å produsere varme i gjæringsprosessen. Damp produseres fra naturgass med tilførsel av elektrisitet. Det antas at naturgassen transporteres i flytende form og at elektrisitet brukes til fordamping av gassen. Det beregnes ikke energibruk for transport av naturgass. For produksjon av 1 MJ med damp trengs 1,111 MJ med naturgass og 0,02 MJ med elektrisitet.

Det brukes 0,074 MJ med damp pr produsert MJ med etanol dersom overskuddsmasse brukes til produksjon av biogass. Uten produksjon av biogass brukes det 0,2 MJ damp pr produsert MJ etanol.

Det beregnes bruk av 0,025 MJ med elektrisitet til prosessenergi i fabrikkasjonsanlegg for produksjon av 1 MJ med etanol dersom overskuddsmassen går til biogass. Dersom overskuddsmassen går tapt brukes det 0,028 MJ pr produsert MJ etanol.

Det første estimatet vi skal se på gjør ingen bruk av overskuddsmasse etter gjæring til etanol.

Tabell 3 viser energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra etanol.

**Tabell 3** Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol uten bruk av overskuddsmasse til biogass

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,3905	1,3905	1,3116	0,0789	0,0789
Veitransport 30 km	1,4016	0,0111	1,3116	0,09	0,0111
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,7335	0,3319	1	0,7335	0,6435
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,749	0,0155	1	0,749	0,0155
Tankanlegg	1,7588	0,0098	1	0,7588	0,0098
Sum		1,7588			0,7588

Det andre estimatet for etanol fra sukkerroe bygger på de samme forutsetninger som ovenfor, bortsett fra bruk av overskuddsmasse fra gjæringen. Energibruk til dyrking og transport av sukkerroe er det samme som ovenfor. Tabell 4 viser resultatet.

**Tabell 4** Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol med bruk av overskuddsmasse til biogass

	Brukt energi	Produsert energi	Tapt energi

	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ	MJ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,3905	1,3905	1,3116	0,0789	0,0789
Veitransport 30 km	1,4016	0,0111	1,3116	0,09	0,0111
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,5793	0,1777	1	0,5793	0,4893
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,5948	0,0155	1	0,5948	0,0155
Tankanlegg	1,6046	0,0098	1	0,6046	0,0098
Sum		1,6046			0,6046

## Sukkerrør

Vi skal i denne delen presentere to estimat for produksjon av etanol fra sukkerrør i Brasil. Transport av etanol fra Brasil til EU er inkludert i estimatet.

Bagasse kalles det restmaterialet som blir til overs etter at saften er presset ut av sukkerrør. Dette restmaterialet består av omlag halvparten cellulose og omlag en fjerdedel hemicellulose og lignin. Cellulose kommer fra celleveggene i planten<sup>6</sup>. Cellulose er en polysakkarid som består av lange kjeder av monosakkarider som er satt sammen av karbonatomer. I cellulose er disse kjedene lineære og ikke forgrenede. Hemicellulose<sup>7</sup> forekommer sammen med cellulose men har betydelig kortere kjeder som i tillegg til å være lineære også kan være forgrenede. Lignin finnes også i plantens cellevegger og er forgrenede kjeder av karbonatomer. Lignin er bundet til hemicellulose med felles elektronpar og binder dermed sammen kjedene av polysakkaridet i planten<sup>8</sup>. Lignin er bindemiddel i planter og trevirke.

Bagasse kan brukes som drivstoff til å produsere nyttbar varme i produksjon av etanol. Det er ikke tatt hensyn til slik varmeproduksjon i estimatet for etanol fra sukkerrør.

Tabell 5 viser energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra sukkerrør. Til sammen brukes det 2,96 MJ for å produsere 1 MJ med etanol. En vesentlig del av energibruken skyldes tap som følge av at bagasse ikke brukes til produksjon av nyttbar varme.

Tabell 5 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra sukkerrør

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke-kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke-kumulativ
Dyrking	2,8306	2,8306	2,772	0,0586	0,0586
Veitransport	2,8418	0,0112	2,772	0,0698	0,0112
Etanol	2,846	0,0042	1	1,846	1,7762

<sup>6</sup> <http://no.wikipedia.org/wiki/Cellulose>

<sup>7</sup> <http://no.wikipedia.org/wiki/Hemicellulose>

<sup>8</sup> <http://no.wikipedia.org/wiki/Lignin> og <http://en.wikipedia.org/wiki/Lignin>

fabrikasjonsanlegg					
Transport til hamn, 700 km	2,8765	0,0305	1	1,8765	0,0305
Sjøtransport til EU	2,9473	0,0708	1	1,9473	0,0708
Tankanlegg	2,9571	0,0098	1	1,9571	0,0098
Sum		2,9571			1,9571

Energitapet som følge av at bagasse ikke brukes som varme-ressurs fører til en betydelig større energibruk ved fabrikasjonsanlegget for etanol når sukkerrør brukes som råvare i forhold til fabrikasjon med sukkerroe som råvare.

## Hvete

Etanol kan produseres med hvete som råvare. Derfor er et biprodukt av produksjon av etanol fra hvete. Energiinnholdet i dette biproduktet blir ikke belastet produksjon av etanol. Prosessenergi kommer fra gasskjele med naturgass som råvare.

Tabell 6 viser forbruk av gjødsel for produksjon av 1 MJ med energi fra hvete. Pr MJ med energi ned hvete produseres også 0,3543 MJ med energi fra hvete-strå som ikke benyttes videre i produksjonen av etanol.

Tabell 6 Gjødsel for produksjon av 1 MJ med energi fra hvete

	kg
Nitrogen	0,00143
Kalsiumoksyd	0,00021
Kalsiumoksyd	0,00028
Ugrassmiddel	0,000031
Såkorn	0,00157
Sum input	0,003521

Lagring av hvete krever forbruk av 0,0004 MJ med elektrisitet pr MJ med energi fra hvete. I fabrikasjonsanlegget for etanol brukes 0,032 MJ med elektrisitet og 0,216 MJ med damp for produksjon av 1 MJ med etanol. For hver MJ med etanol som produseres kreves 1,109 MJ fra hvete som input.

Damp som brukes i fabrikasjonsanlegget produseres fra elektrisitet og naturgass. For hver MJ med damp forbrukes 1,111 MJ med naturgass og 0,02 MJ med elektrisitet.

Tabell 6 viser energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete og prosessenergi fra turbindrevet gasskjele drevet med naturgass.

Tabell 7 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi fra gasskjele drevet med naturgass.

	Brukt energi	Produsert energi	Tapt energi

	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ	MJ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,283	1,283	1,1202	0,1628	0,1628
Vei transport, 50 km	1,2885	0,0055	1,1091	0,1794	0,0166
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,6633	0,3748	1	0,6633	0,4839
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,6788	0,0155	1	0,6788	0,0155
Tankanlegg	1,6885	0,0097	1	0,6885	0,0097
Sum		1,6885			0,6885

Gasskjelen kan også brukes som kombinert varme- og strømkilde. Dette gir lavere forbruk av prosessenergi i fabrikkasjonsleddet. Tabell 8 viser energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete med kombinert varme og strømproduksjon fra gasskjele.

Tabell 8 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med naturgass.

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumula- tiv	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,283	1,283	1,1202	0,1628	0,1628
Vei transport, 50 km	1,2885	0,0055	1,1091	0,1794	0,0166
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,5166	0,2281	1	0,5166	0,3372
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,532	0,0154	1	0,532	0,0154
Tankanlegg	1,5418	0,0098	1	0,5418	0,0098
Sum		1,5418			0,5418

Det neste estimatet viser energibruk for produksjon av etanol om gasskjele som brukes til produksjon av varme og elektrisitet blir drevet med brunkull (lignitt).

Tabell 9 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med brunkull.

	Brukt energi	Produsert energi	Tapt energi

	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ	MJ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,283	1,283	1,1202	0,1628	0,1628
Vei transport, 50 km	1,2885	0,0055	1,1091	0,1794	0,0166
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,5578	0,2693	1	0,5578	0,3784
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,5733	0,0155	1	0,5733	0,0155
Tankanlegg	1,583	0,0097	1	0,583	0,0097
Sum		1,583			0,5830

Det siste estimatet for etanol fra hvete bruker strå til å drive gasskjele som produserer elektrisitet og varme. Strå kommer fra den delen av hvete som ikke brukes til produksjon av etanol.

Tabell 10 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra hvete. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med strå.

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,283	1,283	1,1202	0,1628	0,1628
Vei transport, 50 km	1,2885	0,0055	1,1091	0,1794	0,0166
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,6125	0,324	1	0,6125	0,4331
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,628	0,0155	1	0,628	0,0155
Tankanlegg	1,6377	0,0097	1	0,6377	0,0097
Sum		1,6377			0,6377

## Mais

Etanol kan også produseres fra mais. Tabell 11 viser mengde gjødsel som brukes for produksjon av 1 MJ energi fra mais. Mais dyrkes i Romania.

Tabell 11 Gjødsel for produksjon av 1 MJ energi fra mais

	kg
Nitrogen	0,00084664
Kalsiumoksyd	0,0004225

Kalsiumoksyd	0,00056497
Ugrassmiddel	3,9302E-05
Så Korn	0,00084664
Sum input	0,06082699

I tillegg kommer bruk av 0,059 MJ med diesel til landsbruksmaskiner for produksjon av 1 MJ med energi fra mais.

I dette estimatet brukes avfallet fra etanol-produksjonen (DDGS-Distiller's Dried Grain Solubles) til dyrefor. Prosessenergi og prosessvarme produseres av en gasskjele drevet med naturgass. Det kreves 1,059 MJ med energi fra mais for å produsere 1 MJ med energi fra etanol.

Fabrikasjonsanlegget bruker 0,0294 MJ med elektrisitet og 0,266 MJ fra damp til prosessenergi og prosessvarme.

**Tabell 12 Energibruk for produksjon av 1 MJ med etanol fra mais. Prosessenergi- og varme fra gasskjele drevet med naturgass.**

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,2693	1,2693	1,0696	0,1997	0,1997
Vei transport, 50 km	1,2729	0,0036	1,059	0,2139	0,0142
Etanol fabrikkasjonsanlegg	1,4175	0,1446	1	0,4175	0,2036
Etanol veitransport (150 km til depot, 150 km depot tankanlegg)	1,433	0,0155	1	0,433	0,0155
Tankanlegg	1,4427	0,0097	1	0,4427	0,0097
Sum		1,4427			0,4427

## Etanolestimat fra DeLucchi

Vi skal også se på noen etanol-estimat fra DeLucchi. Han presenterer to estimat- et fra tre/grass og et fra mais. DeLucchi opplyser ikke noe om eventuelle biprodukt i prosessen. Tabell 13 viser resultatet.

Vi inkluderer Tank-to-Wheel estimatet som presenteres av DeLucchi. Han oppgir estimatene i energibruk pr km.

**Tabell 13 Energibruk i MJ pr km med etanol fra tre/grass og mais.**

	tre/grass	Mais
Tank-to-Wheel	2,922	2,922

Tanking	0,008	0,008
Distribusjon-lagring	0,044	0,039
Fabrikasjon	3,281	1,489
Transport råvare	0,057	0,083
Uttak av råvare	0,117	0,248
Bruk av gjødsel	0,231	0,551
Sum Well-to-Wheel (A)	6,660	5,340
Tank-to-Wheel (B)	2,922	2,922
Well-to-Tank (C=A-B)	3,738	2,418
Tapsmultiplikator (D=A/B)	2,279	1,828

Tapsmultiplikatoren i tabell 13 er beregnet som forholdstallet mellom Well-to-Wheel energibruk og Tank-to-Wheel energibruk.

## Oppsummering

Tabell 14 viser tapsmultiplikatorer for produksjon av etanol fra ulike råvarer. Vi tar med noen estimat fra den tyske LCA-databasen ProBas<sup>9</sup> for etanol fra sukkerroe, mais, hvete og strå. Vi gjør oppmerksom på at estimatet for sukkerrør ikke forutsetter noe bruk av overskuddsmateriale fra prosessen. Når etanol blir produsert fra de andre råvarene blir overskuddsmateriale brukt til dyrefor. I noen estimat blir også deler av råvarene brukt til prosessenergi. Derfor gjelder ikke de samme systemgrensene for alle råvarene som etanolen produseres fra og dette gir sukkerrør en ulempe ved direkte sammenlikning.

Tabell 14 Tapsmultiplikatorer for produksjon av etanol fra ulike råvarer

Råvare	Brukt energi
Sukkerroe - ingen biogass	1,7588
Sukkerroe - biogass	1,6046
Sukkerør	2,9571
Hvete - prosessenergi fra naturgasskjele	1,6885
Hvete - prosessenergi- og varme fra naturgasskjele	1,5418
Hvete - prosessenergi- og varme fra brunnkull-gasskjele	1,583
Hvete - prosessenergi- og varme fra strå-gasskjele	1,6377
Mais - prosessenergi- og varme fra naturgasskjele	1,4427
DeLucchi - tre/grass	2,2793
DeLucchi - mais	1,8277
ProBas - Sukkerroe 2010	1,7835
Probas - Lignin fra mais	2,0547
ProBas - Lignin fra strå	2,0423
ProBas - Hvete netto	2,0672

<sup>9</sup> <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

## Biodiesel

For alle estimat fra biodiesel antas et depot for lagring av biodiesel hvor det brukes 0,00084 MJ med energi for produksjon av MJ med energi fra biodiesel. Tankanleggene bruker 0,0034 MJ med energi for samme energimengde fra etanol.

I alle estimat for biodiesel tas det hensyn til glyserol som biprodukt i prosessen. Glyserol kan brukes som nytteprodukt i andre sammenhenger, blant annet i kosmetikkindustrien.

## RME

Tabell 15 viser energiestimat for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel med rapsolje som råvare. I fabrikkasjonsleddet brukes 0,0051 MJ med elektrisitet og 0,0244 MJ med damp til prosessenergi og prosessvarme for produksjon av 1 MJ med rapsolje. Det går med 0,0006 MJ med elektrisitet og 0,0082 MJ med damp til prosessenergi og prosessvarme i foredlingsleddet for planteolje. I forestringsleddet brukes det 0,0028 MJ med elektrisitet og 0,0687 MJ med damp til prosessenergi og prosessvarme for produksjon av 1 MJ med energi fra RME.

Tabell 15 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra RME

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,1719	1,1719	1,0129	0,159	0,1590
Tørking	1,181	0,0091	1,0129	0,1681	0,0091
Veitransport, 50 km	1,1833	0,0023	1,0028	0,1805	0,0124
Fabrikkasjonsanlegg	1,2322	0,0489	1,0028	0,2294	0,0489
Forestring	1,4451	0,2129	1	0,4451	0,2157
Veitransport 150 km til depot, 150 km fra depot til tankanlegg	1,4569	0,0118	1	0,4569	0,0118
Tankanlegg	1,4667	0,0098	1	0,4667	0,0098
Sum		1,4667			0,4667

## SME

Biodiesel kan også produseres fra solsikkefrø. Det brukes 0,00308 MJ med elektrisitet og 0,00018 MJ med diesel til tørking av solsikkefrø for produksjon av 1 MJ med energi fra solsikkefrø. Det brukes samme mengde prosessenergi og prosessvarme i fabrikkasjonsledd, fordelingsledd og forestringsledd som for RME.

Tabell 16 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra SME

	Brukt energi	Produsert energi	Tapt energi
--	--------------	------------------	-------------

	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ	MJ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,1279	1,1279	1,0129	0,115	0,1150
Tørking	1,1371	0,0092	1,0129	0,1242	0,0092
Veitransport, 50 km	1,1394	0,0023	1,0028	0,1366	0,1366
Fabrikasjonsanlegg	1,1882	0,0488	1,0028	0,1854	0,0488
Forestring	1,4011	0,2129	1	0,4011	0,4011
Veitransport 150 km til depot, 150 km fra depot til tankanlegg	1,413	0,0119	1	0,413	0,0119
Tankanlegg	1,4227	0,0097	1	0,4227	0,4227
Sum		1,4227			1,1453

## Soyabønner

Soyabønner kan også brukes som råvare for biodiesel. I fabrikasjonsanlegget for produksjon av planteolje brukes 0,0108 MJ med elektrisitet og 0,05 MJ med damp for prosessenergi og prosessvarme for produksjon av 1 MJ med energi fra planteolje. I forestringsleddet brukes 0,0028 MJ med elektrisitet 0,0687 MJ med damp til prosessenergi og prosessvarme for produksjon av 1 MJ med biodiesel fra soyaolje.

Tabell 17 viser energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra soyabønner.

Tabell 17 Energibruk for produksjon av 1 MJ med energi fra biodiesel fra SME

	Brukt energi		Produsert energi MJ	Tapt energi	
	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ		MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> kumulativ	MJ <sub>Input</sub> / MJ <sub>Output</sub> ikke- kumulativ
Dyrking	1,1038	1,1038	1,0129	0,0909	0,0909
Tørking	1,1419	0,0381	1,0028	0,1391	0,0482
Veitransport, 50 km	1,2552	0,1133	1,0028	0,2524	0,1133
Fabrikasjonsanlegg	1,3534	0,0982	1,0028	0,3506	0,0982
Forestring	1,5663	0,2129	1	0,5663	0,2157
Veitransport 150 km til depot, 150 km fra depot til tankanlegg	1,5782	0,0119	1	0,5782	0,0119
Tankanlegg	1,588	0,0098	1	0,588	0,0098
Sum		1,588			0,588

## Biodiesel fra DeLucchi

DeLucchi gir bare et estimat for produksjon av biodiesel med soyaolje som råvare. Estimaten gjelder for bruk av biodiesel i lastebiler ("heavy duty vehicles"). Estimaten gis i forbruk av energi pr km.

Tabell 18 Energibruk i MJ pr km med biodiesel til lastebiler fra soyaolje

Soyaolje	MJ/km
Tank-to-Wheel	30,67
Tanking	0,06
Distribusjon og lagring	0,31
Fabrikasjon	12,44
Transport av råvare	0,57
Utvinning av råvare	6,23
Gjødsel	12,73
Sum Well-to-Wheel (A)	63,01
Tank-to-Wheel (B)	30,67
Well-to-Tank (C=A-B)	32,34
Multiplikator (D=A/B)	2,055

## Oppsummering

Tabell 19 viser tapsmultiplikatorer for produksjon av biodiesel fra ulike råvarer. Vi tar med noen estimat fra ProBas for RME, SME og TME ("tallow-methyl-ester", dyrefett).

Tabell 19 Tapsmultiplikatorer for produksjon av biodiesel fra ulike råvarer

Biodiesel	
RME	1,467
SME	1,424
Soyabønner	1,588
DeLucchi - Soyaolje	2,055
ProBas - RME netto	1,345
ProBas - SME netto	1,179
ProBas - TME netto (dyrefett)	1,616