

TNO-rapport

LCA Smeermiddelen

Referentienummer R95-387
Dossiernummer 112330-25894
Datum december 1995
P

Auteurs
P.J. Pesik
B.L. van der Ven
R.N. Hooftman
A.J. Palsma

Trefwoorden
- LCA
- Smeermiddelen
- Hydraulische olie
- Schroefasvet
- Milieuvriendelijker

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Opdrachtgever
Ministerie van VROM/DGM
Dir. IBPC, afdeling Produkten

Samenvatting

Bij de milieugerichte beoordeling van smeermiddelen, die tijdens of na gebruik verspreid kunnen worden in het milieu, wordt in eerste instantie de mate van bio-afbreekbaarheid als maatstaf gekozen. In een eerdere studie zijn de beschikbare afbreekbaarheidstesten geïnventariseerd. Een volgende stap is om de totale keten van productie - gebruik - afvalverwerking te beschouwen op de optredende milieu-effecten. Voor een dergelijke analyse wordt de methodiek van de LCA (levenscyclusanalyse) gebruikt. Deze studie beschrijft de resultaten van een LCA van een viertal producten binnen de groep van smeermiddelen. De producten zijn een minerale hydraulische olie, een synthetische hydraulische olie, een mineraal schroefasvet en een bio-afbreekbaar schroefasvet.

De keuze van de producten is zodanig dat er voor twee verschillende toepassingen zowel een klassieke (minerale) als wel een beoogd milieuvriendelijke variant wordt vergeleken.

De samenstelling is weergegeven in de volgende tabel.

Produkt	Bestanddeel
hydraulische olie (mineraal)	95% basisolie - anti oxydant/wear/rust agents - pour point depressant - anti foam agent
hydraulische olie (synthetisch)	95% tri-ester van vetzuren - phenolische anti-oxydanten - amine - benzotriazol - organo-fosforverbindingen - polyether siloxaan
schroefasvet (mineraal)	35% lichte neutrale basisolie 45% zware, geraffineerde basisolie 5% asfalt 10% dierlijk vet - zeep - polymeer
schroefasvet (biologisch afbreekbaar)	35% raapzaadolie 20% lithiumzeep 25% synthetische ester - polyisobutyleen - calcium carbonaat - zinknaftenaat - additieven

Teneinde een juiste vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende producten, moet een 'systeem' of 'functionele eenheid' gedefinieerd worden. Voor een smeermiddel moet dan gedacht worden aan een prestatie per tijdseenheid.

De functionele eenheid voor de hydraulische olie is: 2000 bedrijfsuren wiellaadschop, betrokken op de hydraulische olie.

De functionele eenheid van het schroefasvet is: het jaarverbruik van schroefasvet van de pleziervaart.

Bij een LCA worden de ingrepen (emissies en onttrekkingen) van alle fasen gesommeerd en toegerekend naar de bekende milieuthema's als global warming, ozone depletion, verzuring, ecotoxiciteit, etc. Zo ontstaat een milieuprofiel van de score's van het produktsysteem op de milieuthema's. Voor een goede interpretatie van deze score's worden deze score's genormaliseerd, dat wil zeggen de score wordt uitgedrukt in het relatieve aandeel in de totaal score van dat thema voor Nederland (en dan weer uitgedrukt per capita). In onderstaande tabellen S1 en S2 zijn de scores weergegeven.

Het thema **Uitputting biomassa** is meegenomen in de berekening. De berekening als zodanig en met name de definitie van de wereldvoorraad, is indicatief. Bij de beoordeling is het daarom aanbevelenswaardig om deze grootheid niet op dezelfde manier mee te wegen als de andere thema's.

De 'thema's' **finale afvalstoffen, finale toxische afvalstoffen en finaal radioactief afval** verdienen een nadere toelichting. Deze aspecten zijn niet vergelijkbaar met de andere thema's. In principe is de afvalverwerking meegenomen in de procesboom. De bijbehorende emissies zijn in het eindresultaat begrepen. Er ontstaan echter bij de afvalverwerking wel reststoffen (slak, vliegashoudend stof, afgewerkte stortterreinen, rookgasreinigingsresidu, etc.). Deze finale afvalstoffen veroorzaken *op termijn* nieuwe milieu-effecten. Deze effecten zijn echter nu niet te kwantificeren. Bovendien moeten deze effecten in een aantal gevallen aan andere ketens worden toegerekend. Daarom worden deze rubrieken als een p.m. post gepresenteerd.

Tabel S1 Totale genormeerde milieuprofielwaarden van minerale versus synthetische hydraulisch olie (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wielvoertuig)

Milieu-effect	Mineraal	Synthetisch
Uitputting minerale grondstoffen	9.54e-06	2.24e-06
Uitputting fossiele energiedragers	2.42e-02	1.87e-03
Broeikaseffect	3.04e-02	1.33e-03
Aantasting ozonlaag	2.13e-05	1.70e-05
Humane toxiciteit	1.11e-02	2.02e-03
Aquatische ecotoxiciteit	1.53e-01	3.69e-02
Terrestische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	7.96e-03	9.74e-03
Verzuring	6.45e-03	1.53e-03
Vermesting	2.05e-03	1.49e-03
Uitputting biomassa	0.00e+00	7.45e-02
Finale afvalstoffen	-4.94e-03	1.03e-04
Finale toxische afvalstoffen	-2.63e-03	-4.92e-05
Finaal radioactief afval	-2.00e-02	-4.60e-04

Tabel S2 Totale genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg mineraal versus bio-afbreekbaar schroefasvet (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Mineraal	Synthetisch
Uitputting minerale grondstoffen	3.50e-06	1.12e-04
Uitputting fossiele energiedragers	3.34e-04	2.78e-04
Broeikaseffect	7.97e-05	4.32e-05
Aantasting ozonlaag	1.23e-07	1.84e-06
Humane toxiciteit	5.93e-03	3.26e-04
Aquatische ecotoxiciteit	3.10e-02	1.27e-02
Terrestische ecotoxiciteit	0.00e+00	9.96e-08
Fotochemische smogvorming	7.07e-05	8.46e-04
Verzuring	1.20e-04	1.97e-04
Vermesting	3.47e-05	9.85e-05
Uitputting biomassa	0.00e+00	3.86e-03
Finale afvalstoffen	2.63e-05	1.45e-04
Finale toxische afvalstoffen	4.87e-06	4.93e-05
Finaal radioactief afval	3.90e-06	0,00726

Vergelijking hydraulische olie

In geval van een levenscyclusanalyse wordt in het algemeen onderscheid gemaakt tussen de verschillende fasen van de keten, belangrijke fasen zijn de productie, het gebruik en de afdanking.

Wanneer alleen de productiefase van het smeermiddel wordt beschouwd dan blijkt dat de minerale variant minder milieubelasting veroorzaakt dan de synthetische.

De minerale olie scoort belangrijk beter op de thema's aquatische ecotoxiciteit (factor > 100) en fotochemische smogvorming (factor ≈ 10).

Het verschil bij de aquatische toxiciteit wordt geheel veroorzaakt door de productie van de triester van vetzuren en wel het gebruik van parathionethyl als gewasbescherming bij de teelt van raapzaad.

Bij de fotochemische smogvorming wordt de hoge score van de synthetische variant veroorzaakt door de hexaanemissie bij de extractie van raap en de overige C_xH_y emissies.

De synthetische variant scoort beter op het thema broeikaseffect. Dat is te verklaren door de bonus die de biomassa van het raapzaad heeft meegekregen.

Ook ten aanzien van de uitputting van fossiele energiedragers scoort de synthetische variant beter (factor 2).

Wanneer nu de totale keten in beschouwing wordt genomen dan verandert het profiel aanmerkelijk. Het lagere verbruik per jaar van de synthetische olie ten opzichte van de minerale olie compenseert volledig het effect van de hogere milieubelasting van de synthetische olie in de productie fase. Op alle thema's scoort de synthetische olie beter. Het belangrijkste effect treedt op bij aquatische toxiciteit. De synthetische olie scoort hier een factor 4,5 beter. De afvalverwerking van de afgewerkte olie levert voor

een aantal thema's een bonus op. Dit wordt veroorzaakt door de vermeden emissies van de elektriciteitsopwekking voor afvalstoffen die een energie inhoud hebben.

Indien de thema's onderling als gelijkwaardig worden beschouwd (wegingsfactor = 1), dan is de som van de genormaliseerde score's een maat voor de 'milieukwaliteit' van het produkt (beter: voor de betreffende functionele eenheid). In deze beoordeling zijn de score's op uitputting biomassa en afvalstoffen niet meegenomen. De totaal score is:

minerale olie : 0,24;
synthetische olie : 0,06.

De veronderstelling dat de thema's als gelijkwaardig kunnen worden beschouwd, is een zeer vereenvoudigde veronderstelling.

Synthetische olie scoort ruwweg een factor 4 beter dan de minerale variant. Het is duidelijk dat het verschil in verbruiksduur de belangrijkste invloed heeft. Indien de gebruiksduur minder dan 20.000 uur bedraagt dan worden de verschillen kleiner.

Vergelijking schroefasvet

Allereerst de produktiefase. Hierbij worden de produkten op gelijke massabasis met elkaar vergeleken. De belangrijkste verschillen tussen de 2 typen vetten treden op bij de thema's ADP (uitputting minerale grondstoffen), ECA (aquatische toxiciteit) en POCP (fotochemische smogvorming). Het blijkt dat de bio-afbreekbare variant een hoger effect score geeft dan de minerale variant.

Het verschil in uitputting van minerale grondstof is rechtstreeks terug te voeren op het verschil in basisgrondstof. Het grootste verschil treedt op bij aquatische ecotoxiciteit (factor 100). Ook hier is het parathionethyl de veroorzaker. Bij fotochemische smogvorming is de factor 12. Dit verschil wordt, evenals bij de hydraulische olie veroorzaakt door alkanen (35%), hexaan (20%) en 40% door warmteopwekking (de MJ_{th} in de processen).

Wanneer de gehele keten in beschouwing wordt genomen dan blijkt dat de verschillen grotendeels gelijk blijven, uitgezonderd de volgende thema's:

- Bij humane toxiciteit geeft het gebruik van mineraal schroefasvet een aanzienlijke bijdrage, zodanig dat de totale score voor mineraal schroefasvet een factor 18 groter wordt dan de synthetische variant.
- Het verschil in aquatische ecotoxiciteit wordt minder, maar blijft het belangrijkste effect.

Indien de thema's onderling als gelijkwaardig worden beschouwd (wegingsfactor = 1), dan is de som van de genormaliseerde score's een maat voor de 'milieukwaliteit' van het produkt (beter: voor de betreffende functionele eenheid). De totaal score is:

mineraal schroefasvet : 0,038;
bio-afbreekbaar schroefasvet : 0,015.

Het bio-afbreekbare schroefasvet scoort een factor 2,5 beter dan de minerale variant.

Voor beide bio-afbreekbare produkten geldt dat zij minder milieubelasting veroorzaken dan de minerale varianten, indien de gehele keten van productie, gebruik en afdanking wordt bekeken. Deze conclusie geldt slechts voor de onderzochte produkten. De samenstelling van het produkt is maatgevend voor de milieu-effecten tijdens het gebruik en afdanking. Om die reden kan de uitkomst van deze studie niet veralgemeend worden voor de gehele produktgroep van bio-afbreekbare hydraulische oliën en schroefasvetten.

Summary

In case of an environmental assessment of lubricants, which might be dispersed in the environment during use or afterwards, the aspect of bio-degradability is often used as the main criterium.

The existing analytical tests for bio-degradability has been analysed in a recent study. Next step is to analyse the total chain (production - use - end of life) of the life cycle of a lubricant, from 'cradle to grave'.

The appropriate tool for this kind of analyses is the LCA (life cycle analysis).

This report describes the results of a LCA of four lubricants. The products are: two hydraulic oils (a mineral and a synthetic one) and two lubricating greases for propellor shafts (a mineral and a bio-degradable one). This selection of products allows to compare a classic (mineral) lubricant with a bio-degradable alternative.

Next table presents the composition of the products.

Product	Component
hydraulic oil (mineral)	95% basis oil - anti oxidant/wear/rust agents - pour point depressant - anti foam agent
hydraulic oil (synthetic)	95% tri-ester of fatty acids - phenolic anti-oxidant - amine - benzotriazol - organo phospho compounds - polyether siloxane
lubricating grease (mineral)	35% light neutral base-oil 45% heavy refined base-oil 5% asphalt 10% animal fat - soap - polymer
lubricating grease (bio-degradable)	35% rape-oil 20% lithium-soap 25% synthetic ester - polyisobutylene - calcium carbonate - zinc naftenate - additives

In order to be able to make a correct comparison between the alternative products, a 'functional unit' (f.u.) must be defined, e.g. a performance per time. For the hydraulic oil the f.u. in this study is 2000 working hours for a shovel loader. For the lubricating grease the consumption per year of average leisure boating has been chosen as the functional unit.

The essential part of a LCA is that all environmental burdens (emissions and depletion) in the total system of the life cycle are defined. Next the (potential) effects on the environment are calculated on basis of the contribution of the environmental burdens to the major theme's as global warming, ozone depletion, human toxicity, aquatic ecotoxicity, nutrition potential, acidification potential, etc. In that way a 'environmental profile' is produced. To facilitate the assessment of the profile the individual score's are normalised. That means that the score's are divided by the total score on that particular theme for the relevant region. In this study the Netherlands has been chosen as the relevant region. The normalised score's are expressed per capita. Table S1 and S2 present the results of the profiles.

The theme 'Depletion of Biomass' has been included. However the amount of the world resources is uncertain. Therefore the normalised score on this theme has only an indicative value.

The theme's 'final waste', 'final toxic waste' and 'final radioactive waste' needs an explanation. These theme's are not quite comparable with the other theme's. The waste treatment is included in the system itself and so the emissions (and depletions) from waste treatment. Most waste treatment processes end with residues like slag, fly ash and closed landfill. These residues give rise to environmental effects *in future*. These effects cannot be quantified at this stage. Besides, some of the effects must be allocated to 'new' product chains in future. For this reason the scores on the waste themes must be considered as pro memory.

Table S1 Normalised scores (per capita) on the environmental theme's of the hydraulic oil (f.u. = 2000 working hours of a shovel)

Environmental effect	Mineral	Synthetic
Depletion minerals	9.54e-06	2.24e-06
Depletion fossil fuels	2.42e-02	1.87e-03
Global warming	3.04e-02	1.33e-03
Ozone depletion	2.13e-05	1.70e-05
Human toxicity	1.11e-02	2.02e-03
Aquatic ecotoxicity	1.53e-01	3.69e-02
Terrestrial ecotoxicity	0.00e+00	0.00e+00
Photochemical smogformation	7.96e-03	9.74e-03
Acidification	6.45e-03	1.53e-03
Nutrification	2.05e-03	1.49e-03
Depletion biomass	0.00e+00	7.45e-02
Final waste	-4.94e-03	1.03e-04
Final toxic waste	-2.63e-03	-4.92e-05
Final radioactive waste	-2.00e-02	-4.60e-04

Table S2 Normalised scores (per capita) on the environmental themes of lubricating grease (f.u. = consumption per boat per year)

Environmental effect	Mineral	Bio-degradable
Depletion of minerals	3.50e-06	1.12e-04
Depletion of fossil fuels	3.34e-04	2.78e-04
Global warming	7.97e-05	4.32e-05
Ozone depletion	1.23e-07	1.84e-06
Human toxicity	5.93e-03	3.26e-04
Aquatic ecotoxicity	3.10e-02	1.27e-02
Terrestrial ecotoxicity	0.00e+00	9.96e-08
Photochemical smogformation	7.07e-05	8.46e-04
Acidification	1.20e-04	1.97e-04
Nutrition	3.47e-05	9.85e-05
Depletion of biomass	0.00e+00	3.86e-03
Final waste	2.63e-05	1.45e-04
Final toxic waste	4.87e-06	4.93e-05
Final radioactive waste	3.90e-06	0,00726

Hydraulic oil

In a lifecycle-analysis a distinction is made between the various phases. Main phases are production, consumption and end-of-life. Comparing the production phase of the two hydraulic oils, it appears that the production of mineral oil give less environmental effects than the synthetic one. The mineral one scores better on the aquatic ecotoxicity (factor > 100) and photochemical smogformation (factor 10). The difference in aquatic ecotoxicity is caused by the production of the tri-ester of fatty acids, specifically the use of parathionethyl as a pesticide for the rape culture. The extraction of rape seed give rise to emissions of hexane which is responsible for the high score on photochemical smogformation. Besides the total amount of emissions of C_xH_y in the synthetic production chain also contributes to the score of photochemical smogformation.

The synthetic oil has a lower score on the theme of global warming. That is caused by the bonus of CO_2 from the bio-mass of the rape. The synthetic one performs also better on the theme of Depletion of fossil fuels.

The relation between the environmental performance of the two oils changes drastically when the total chain is considered. The lower consumption rate of the synthetic oil compared to that of the mineral one, compensates completely the high scores during the production phase. The synthetic oil appears to have a better environmental performance for all environmental theme's. Aquatic ecotoxicity shows the most important effect. The synthetic oil scores a factor 4.5 better. The waste treatment (incineration) gives some environmental benefits, by subtracting the avoided emissions of electricity generation in case of waste incineration with power generation.

If the theme's are considered to be of equal importance (weighing factor = 1), the sum of all normalised values can be considered as a measure for the environmental 'quality' of the product. In these calculation the score's of Depletion of bio-mass and the waste theme's are not taken into account. Total score is:

mineral oil	:	0.24;
synthetic oil	:	0.06.

The assumption that the themes can be considered as equal is a simplification!

Synthetic oil scores roughly 4 times better than the mineral oil. The life time of the oil has the most important influence.

Lubricating grease

It appears that the biodegradable grease give rise to higher scores on most of the environmental theme's in the production phase. The most important ones are the score's for the depletion of minerals, the aquatic toxicity and the photochemical smogformation.

The difference in Depletion of minerals is caused by the use of specific raw materials. Aquatic ecotoxicity shows a very big difference. This is caused by the pesticide parathionethyl. The difference for photochemical smogformation is caused by alkanes (35%), hexaan (20% and 40% by heat production (the MJ_{th} in the processes).

The relation between the environmental effects for the two greases do not change very much, when the total chain is considered. Exceptions are:

- the use of the mineral grease gives a considerable contribution to the score of human toxicity, compared to the bio-degredeable one;
- the difference in score for aquatic ecotoxicity decreases, but still remains the most important effect.

If the theme's are considered to be of equal importance (weighing factor = 1), the sum of all normalised values can be considered as a measure for the environmental 'quality' of the product. In these calculation the score's of Depletion of bio-mass and the waste theme's are not taken into account. Total score is:

mineral grease	:	0.038;
bio-degredeable grease	:	0.015.

The biodegradable scores roughly a factor 2.5 better.

It appears that both bio-degradable alternatives show a better environmental performance than the mineral alternatives, in case the total chain of production use and end-of-life is considered. This conclusion is only true for the investigated products. The composition of the product is decisive for the environmental effects during use and end-of-life. For this reason it is not allowed to extrapolate this result to the whole family of mineral and biodegradable hydraulic oils and lubricating greases.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	3
	Summary	9
1	Inleiding.....	15
2	Doelbepaling	17
	2.1 Doelstelling.....	17
	2.2 Doelgroep.....	17
	2.3 Diepgang studie	17
	2.4 Functionele eenheid	18
	2.5 Ruimte- en tijdsaspecten.....	18
3	Werkwijze	19
4	Produktgegevens	21
	4.1 Verzamelde informatie.....	21
	4.2 Produktkeuze	23
5	Beschrijving van het systeem	25
	5.1 Minerale basisolie.....	25
	5.2 Raapolie.....	27
	5.3 Processchema hydraulische olie (mineraal)	28
	5.4 Processchema hydraulische olie (synthetisch)	31
	5.5 Processchema schroefasvet (mineraal)	32
	5.6 Processchema schroefasvet (biologisch afbreekbaar).....	33
	5.7 Gebruiksfase van de hydraulische olie.....	33
	5.8 Gebruiksfase van het schroefasvet	34
6	Verspreiding van hydraulische olie en schroefasvet in water, bodem en lucht	37
7	Classificatiefactoren	43
8	Resultaten	45
9	Evaluatie van afbreekbaarheid.....	55
	9.1 Evaluatie schroefasvet.....	55
	9.2 Evaluatie hydraulische olie.....	58

10	Discussie	61
11	Referentielijst	63
12	Verantwoording	67

<i>Bijlage 1</i>	<i>Levenscyclusanalyse-methode</i>
<i>Bijlage 2</i>	<i>Procesbeschrijvingen</i>
<i>Bijlage 3</i>	<i>Resultaten</i>

1 Inleiding

Uit eerder onderzoek naar de milieu-effecten van de produktgroep smeermiddelen kan op grond van de *gebruiks- en verspreidingsfase* worden geconcludeerd dat een deel van de toegepaste smeermiddelen technisch gezien vervangen kan worden door smeermiddelen die het milieu minder belasten [13].

Voor een dergelijke conclusie is echter in feite onvoldoende grond aanwezig, aangezien een aantal fasen uit de levenscyclus van een smeermiddel niet in de beschouwing zijn opgenomen. Met andere woorden: conclusies over milieu-effecten van een bepaald produkt zijn pas te rechtvaardigen, wanneer een volledige analyse heeft plaatsgevonden, die zich uitstrekt van de 'wieg tot het graf'.

Het geëigende instrument voor een dergelijke analyse is de 'Levens Cyclus Analyse' (LCA). Zie bijlage 1 voor een korte verklaring van het instrument.

In vervolg op een definitiestudie naar de inhoud van het begrip 'milieuvriendelijk smeermiddel' van TNO [30], heeft het ministerie van VROM aan TNO-MEP, afdeling Milieu Management, opdracht gegeven tot het uitvoeren van een verkorte LCA voor de volgende smeermiddelen:

- hydraulische olie;
- schroefasvet.

Doelstelling van het onderzoek is om de totale milieubelasting van een minerale smeermiddel variant te vergelijken met die van een beoogd milieuvriendelijk smeermiddel. Het begrip totale milieubelasting moet worden opgevat als de gesommeerde milieubelasting van alle fasen van de levenscyclus van het produkt. Dus van de wieg tot het graf.

In eerste instantie was ook de produktgroep tweetaktolie opgenomen in de verzameling van te onderzoeken produkten. In overleg met de opdrachtgever is dit produkt niet verder onderzocht. De reden was dat er geen relevante gegevens voor het doel van deze studie (vergelijking van een beoogd milieuvriendelijk smeermiddel met een 'klassiek' smeermiddel) verkregen konden worden.

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van de berekeningen betreffende genoemde smeermiddelen, uitgevoerd conform de methode van de levenscyclusanalyse, zoals beschreven in [12].

2 Doelbepaling

2.1 Doelstelling

De beoordeling van produkten, die tijdens of na het gebruik in het milieu verspreid worden, geschiedt veelal op grond van de parameter ‘afbreekbaarheid’. Zo ook de produktgroep smeermiddelen. In een eerdere studie is het begrip milieuvriendelijkheid gekoppeld aan de biologische afbreekbaarheid.

Een volgende fase in de ontwikkeling van het beleid omvat het verkrijgen van een inzicht in de milieu-aspecten tijdens de gehele levenscyclus. Dit inzicht wordt verkregen door de uitvoering van een verkorte LCA waarin een ‘bio-afbreekbaar’ produkt wordt vergeleken met het alternatieve produkt, dat niet voldoet aan de afbreekbaarheidseis.

2.2 Doelgroep

De initiatiefnemer en opdrachtgever is de rijksoverheid, te weten het Ministerie van VROM. Het bedrijfsleven is betrokken bij de studie via een begeleidingscommissie.

2.3 Diepgang studie

Zoals reeds is aangegeven gaat het hier om een verkorte LCA of een Screenings LCA. In eerste instantie was gekozen voor een opzet waarbij eerst een produkt zou worden gedefinieerd en vervolgens de produktiegegevens van dat produktsysteem zouden worden verkregen van de industrie. Deze opzet is niet werkbaar gebleken omdat er grote weerstand bestaat om gedetailleerde bedrijfsgegevens naar buiten te brengen. Gezien de onmogelijkheid om gebruik te maken van procesgegevens van de industrie, zijn de benodigde gegevens samengesteld uit beschikbare literatuur. De produktiegegevens van aardolieprodukten en andere organische verbindingen zijn afgeleid van een standaard raffinaderij model dat overeenkomt met een Europees gemiddelde. Het is duidelijk dat deze berekeningsgrondslag een benadering van de werkelijkheid is.

Overigens geldt dat de meeste produkten worden geproduceerd en verhandeld voor een wereldmarkt. Om die reden is een gemiddelde benadering de enige werkbare benadering.

Ten aanzien van de samenstelling is het wel mogelijk gebleken om representatieve produkten te definiëren.

De samenstellingsgegevens zijn niet openbaar. Om deze gegevens toch in deze studie te kunnen gebruiken is het volgende compromis met de gegevensleveranciers overeengekomen. In de rapportage zijn de gegevens op een geaggregeerde manier beschreven. De berekeningen zijn met meer specifieke stofgegevens uitgevoerd.

2.4 Functionele eenheid

De uitvoering van een milieugerichte LCA vereist dat de procesketen van de wieg tot het graf moet worden gedefinieerd. Bij de produktie van de smeermiddelcomponenten is een 'gemiddelde' raffinaderij geconstrueerd. In de gebruiksfase is er geen sprake van een 'gemiddelde' situatie. Een hydraulische olie kent vele toepassingen, iedere toepassing met de eigen specifieke milieubelasting. Dit geldt in mindere mate voor het schroefasvet: de gebruiksfase is eenduidig.

Voor de hydraulische olie geldt als functionele eenheid:

- Het functioneren van 1 wiellaadschop gedurende 2000 uur.

Hierbij wordt de milieubelasting van de hydraulische olie berekend, exclusief het overige brandstofverbruik (dieselolie) om de machine daadwerkelijk te laten functioneren.

Het is van belang om de tijd in de functionele eenheid mee te nemen. Verwacht mag worden dat de levensduur van de twee varianten verschilt.

Voor het schroefasvet geldt als functionele eenheid:

- Het gemiddelde jaarverbruik van een pleziervaartuig.
Ook hier gaat het om het smeermiddel, exclusief overige ingrepen (brandstof) om het vaartuig ook daadwerkelijk te laten varen.

2.5 Ruimte- en tijdsaspecten

Voor de produktiegegevens geldt dat er gebruik is gemaakt van literatuurgegevens. Deze hebben betrekking op Europese c.q. wereld situatie. Het verbruik en de afvalfase is gebaseerd op Nederlandse gegevens. Het tijdsdomein van de gegevens is niet altijd bekend. Het merendeel van de gegevens hebben betrekking op de periode 90 -92.

3 Werkwijze

In deze studie zijn twee produktgroepen gekozen waarvoor een vergelijking zal plaatsvinden tussen een smeermiddel op minerale basis en een smeermiddel op synthetische of natuurlijke basis. Het betreft de volgende twee produktgroepen:

- hydraulische olie;
- schroefasvet.

Overeenkomstig de werkwijze, zoals afgesproken in de begeleidingscommissie, zouden de basisgegevens verschaft worden door de betrokken bedrijven, eventueel aangevuld met gegevens van overige bedrijven. In eerste instantie zouden de samenstellingsgegevens leiden tot een nadere keuze van de te onderzoeken producten. Immers voor het uitvoeren van een LCA is het noodzakelijk om uit te gaan van een goed gedefinieerd systeem. Met name de samenstelling beïnvloedt de voorliggende ketens van de benodigde grondstoffen en materialen, terwijl een nauwkeurige definitie van het gebruik nodig is om de milieubelasting van deze fase te bepalen.

Na de definitie van de produktgroepen en de te beschouwen systemen, zouden dan nadere gegevens over de productieprocessen verkregen moeten worden.

Uiteindelijk bleek dat het verkrijgen van de noodzakelijke gegevens, gericht op de twee varianten per produktgroep, niet eenvoudig was. Met zeer veel vertraging is het mogelijk gebleken om min of meer een samenstelling te construeren op grond van huidige marktprodukten. Daarbij geldt dat de samenstellingsgegevens zijn verkregen onder voorwaarde van geheimhouding.

Dat betekent dat in deze rapportage geen exacte samenstellingsgegevens zijn opgenomen. Wel zijn de gegevens gebruikt om de bijbehorende milieubelasting te berekenen. Dat maakt de uitvoering van de analyse helaas niet doorzichtig!

Procesgegevens met betrekking tot de productie van de smeermiddelen bleken niet beschikbaar via actuele bedrijfsgegevens.

Informatiebronnen

Om de gewenste informatie te verkrijgen is door TNO een vragenlijst opgesteld.

Daarin wordt informatie gevraagd omtrent:

- de samenstelling van de smeermiddelen;
- levensduur van de produkten;
- het gebruik van grondstoffen, energie en hulpstoffen;
- de emissies die daarbij vrijkomen;
- de eind- en bijprodukten die het productieproces oplevert;
- de wijze waarop omgegaan wordt met de afvalprodukten.

De informatie wordt op de eerste plaats ingewonnen bij de bedrijven en instanties die raakvlakken hebben met smeermiddelen. Hiertoe zijn benaderd:

- Axel Christiernsson;
- Carl Bechem (in Duitsland);
- Castrol;
- Esso/Exxon;
- HISWA;
- HTL/Panolin AG;
- Kroon Oil;
- Landbouwschap;

- Mobil;
- OK Nederland;
- RIZA;
- Q8;
- Quaker;
- Shell;
- SOMA/machinistenschool te Ede;
- RIZA;
- Unichema;
- Vollenhoven Grootolie;
- Werklust.

Op de tweede plaats is gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur en eigen databases.

Met name geldt dit voor de gegevens die nodig zijn om de produktiefase van het smeermiddel in kaart te brengen.

4 Produktgegevens

4.1 Verzamelde informatie

Hydraulische olie

Mineraal

Hydraulische olie op minerale basis wordt om de 2000 uur ververst, waarbij afvoer van de afgewerkte olie langs de ‘gebruikelijke’ route plaatsvindt [2].

Het aantal bijvullingen in verband met lekkage bedraagt bij een systeem van 160 liter 10 à 20 liter per 2000 uur [1]. Volgens een andere opgave [2] waarbij men de zogeheten HFI hanteert (= hydraulic fluid index, waarmee het aantal vullingen per jaar wordt aangeduid), bedraagt deze index voor Europa 2; dit wil zeggen dat voor een systeem van 1000 liter inhoud, per jaar 2000 liter olie verkocht wordt.

Synthetisch

Synthetische organische esters (gemaakt uit alcohol + vetzuur), kunnen onderscheiden worden in onverzadigd en verzadigd.

De levensduur van synthetische hydraulische olie bedraagt maximaal 20000 uur [2] tot zelfs ± 15 jaar [3]. In het laatste geval geldt echter als voorwaarde dat gebruik wordt gemaakt van een filter met een filtreerbaarheid van 2 μ , waardoor een reinheid van de olie wordt bereikt die normaliter alleen bij vliegtuigen vereist is.

Plantaardig

Het is mogelijk om een hydraulische olie te produceren op plantaardige basis. De levensduur van hydraulische olie op plantaardige basis bedraagt 1000 uur, met een maximum van 10000 uur [1,2].

Een nadeel van deze oliesoort is dat het verharst bij 70 °C (ook wel ‘lakvorming’ genoemd), waardoor de langs elkaar schuivende hydraulische componenten uiteindelijk zullen verkleven [3,5].

Schroefasvet

Algemeen

Schroefasvet wordt tijdens het gebruik niet ververst, maar alleen bijgevuld [4]. Het vet dat uit de schroefaskokers in het water terechtkomt bezinkt, wordt in het bodemslib langzaam afgebroken en levert geen gevaar op voor de waterorganismen. Wel kan het slib door voorbijvarende boten opwervelen, waardoor het water troebel wordt (waterplanten kunnen hierdoor gebrek aan licht krijgen) en/of stoffen die neergeslagen of vastgelegd zijn in het slib weer in het water terechtkomen [9].

Het schroefasvetverbruik onder de *pleziervaart* bedraagt per jaar 1 à 2 kg per boot. Uitgaande van een botenaantal van 60.000 betekent dit een vetverbruik van 60.000 tot 120.000 kg per jaar. De helft hiervan komt rechtstreeks in het water terecht, terwijl de rest eerst in het bilgewater terechtkomt. Het is niet bekend welk deel daarvan uiteindelijk ook in het water belandt [9].

Door de *binnenvaart* komt ca. 410 ton schroefaskokervet in het oppervlaktewater terecht [10].

Mineraal

In principe is smeervet op minerale basis beter geschikt om te worden toegepast in waterige omgevingen dan synthetische of natuurlijke smeervetten. Bij toepassing van de twee laatstgenoemde alternatieven dient men er dus rekening mee te houden dat vaker verversen noodzakelijk is [7].

Synthetisch

Ten opzichte van mineraal smeervet is synthetisch smeervet ca. 10 keer zo duur. Daarom worden synthetische smeervetten voornamelijk gebruikt in specifieke toepassingen. Het is evident dat voor smering van schroefassen synthetisch smeervet niet aantrekkelijk is [11].

Plantaardig

Het is mogelijk om een smeervet op plantaardige basis te produceren. De oxidatiestabiliteit van het produkt is laag.

Tweetaktolie

Algemeen

Mengsmering met een verhouding van 50 delen brandstof op 1 deel olie (kortweg 50:1) leidt tijdens gebruik tot een uitstoot van 6,80 g olie per kg brandstof (5,90 g/kWh). Een 100:1 mengverhouding resulteert tijdens gebruik in een uitstoot van 2,80 g olie per kg brandstof (1,90 g/kWh) [9].

Doordat tweetaktolie volledig verbruikt wordt, is het afvalstadium op dit type smeermiddel niet van toepassing.

Mineraal

Geen informatie.

Synthetisch

De bio-afbreekbaarheid van synthetische tweetaktolie kan oplopen tot 80% in 21 dagen (de norm ligt op 66% in 21 dagen) [8]. Desalniettemin is tweetaktolie op synthetische basis vanwege de hoge prijs (2 tot 3 keer duurder dan minerale tweetaktolie [8]) onaantrekkelijk, hetgeen ook tot uitdrukking komt in de verkoopaantallen die vrijwel nihil zijn [6].

Plantaardig

Vanwege de thermische instabiliteit van raapzaadolie, is dit produkt ongeschikt voor mengsmering [5].

4.2 Produktkeuze

Bij het maken van een keuze voor de smeermiddelkoppels (mineraal versus synthetisch of natuurlijk) is uitgegaan van de beschikbare informatie over de producten zelf, alsmede de ervaringsgegevens.

Beschikbare samenstellingsgegevens

In tabel 1 is aangegeven van welke varianten informatie ontvangen is.

Tabel 1 Ontvangen informatie per produkt

Soort smeermiddel	Mineraal	Synthetisch	Plantaardig
Hydraulische olie	Exacte samenstellingsgegevens van 2 produkten	- Exacte samenstellingsgegevens van 1 produkt - Globale samenstellingsgegevens van 12 produkten	Exacte samenstellingsgegevens van 1 produkt
Schroefasvet	Exacte samenstellingsgegevens	Exacte samenstellingsgegevens van 1 produkt	Exacte samenstellingsgegevens van 1 produkt
Tweetaktolie	Geen samenstellingsgegevens	Geen samenstellingsgegevens	Geen samenstellingsgegevens

Definitieve produktkeuze

Op grond van de beschikbare informatie zijn de volgende alternatieve produkten gekozen voor een vergelijking met de minerale tegenhangers:

- synthetische hydraulische olie;
- biologisch afbreekbaar schroefasvet.

Vanwege de genoemde bezwaren ten aanzien van de synthetische en plantaardige varianten voor tweetaktolie, is in overleg met de opdrachtgever besloten dit smeermiddel voor dit onderzoek te laten vervallen.

In tabel 2 is de samenstelling weergegeven, waarmee in deze rapportage de resultaten worden gepresenteerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met exacte stoffen en percentages. Deze gegevens zijn echter geheim, vandaar dat de resultaten geaggregeerd moeten worden weergegeven.

Tabel 2 Samenstelling van de geselecteerde produkten

Produkt	Bestanddeel
hydraulische olie (mineraal)	95% basisolie - anti oxydant/wear/rust agents - pour point depressant - anti foam agent
hydraulische olie (synthetisch)	95% tri-ester van vetzuren - phenolische anti-oxydanten - amine - benzotriazol - organo fosforverbindingen - polyether siloxaan
schroefasvet (mineraal)	35% lichte neutrale basisolie 45% zware, geraffineerde basisolie 5% asfalt 10% dierlijk vet - zeep - polymeer
schroefasvet (biologisch afbreekbaar)	35% raapzaadolie 20% lithiumzeep 25% synthetische ester - polyisobutyleen - calcium carbonaat - zinknaftenaat - additieven

5 Beschrijving van het systeem

Allereerst zullen de productieprocessen van de smeermiddelen besproken worden (5.1 - 5.6). Vervolgens wordt in 5.7 en 5.8 een model voor de gebruiksfase beschreven.

Zoals uit de samenstellingsgegevens blijkt, is er sprake van een beperkt aantal 'kernprocessen', die de basis vormen van een aantal ketens. Het betreft 'minerale basisolie' en 'raapolie'. Deze processen worden eerst toegelicht.

5.1 Minerale basisolie

De neutrale basisolie is een co-product van een raffinaderij. Het raffinaderij proces is een klassiek voorbeeld van een multi-output proces, waarbij de toerekening (allocatie) van de milieu-ingrepen van de plant naar het beschouwde product niet eenvoudig is. Bijna alle processen in een raffinaderij zijn geïntegreerd en dienen voor de productie van de totale mix van eindprodukten.

Daarnaast geldt dat de markt van deze produkten min of meer homogeen is en alle kenmerken vertoont van een wereldmarkt. Produkten kunnen vanuit vele bedrijven en installaties geleverd worden en zijn zeker niet terug te rekenen naar een specifieke locatie.

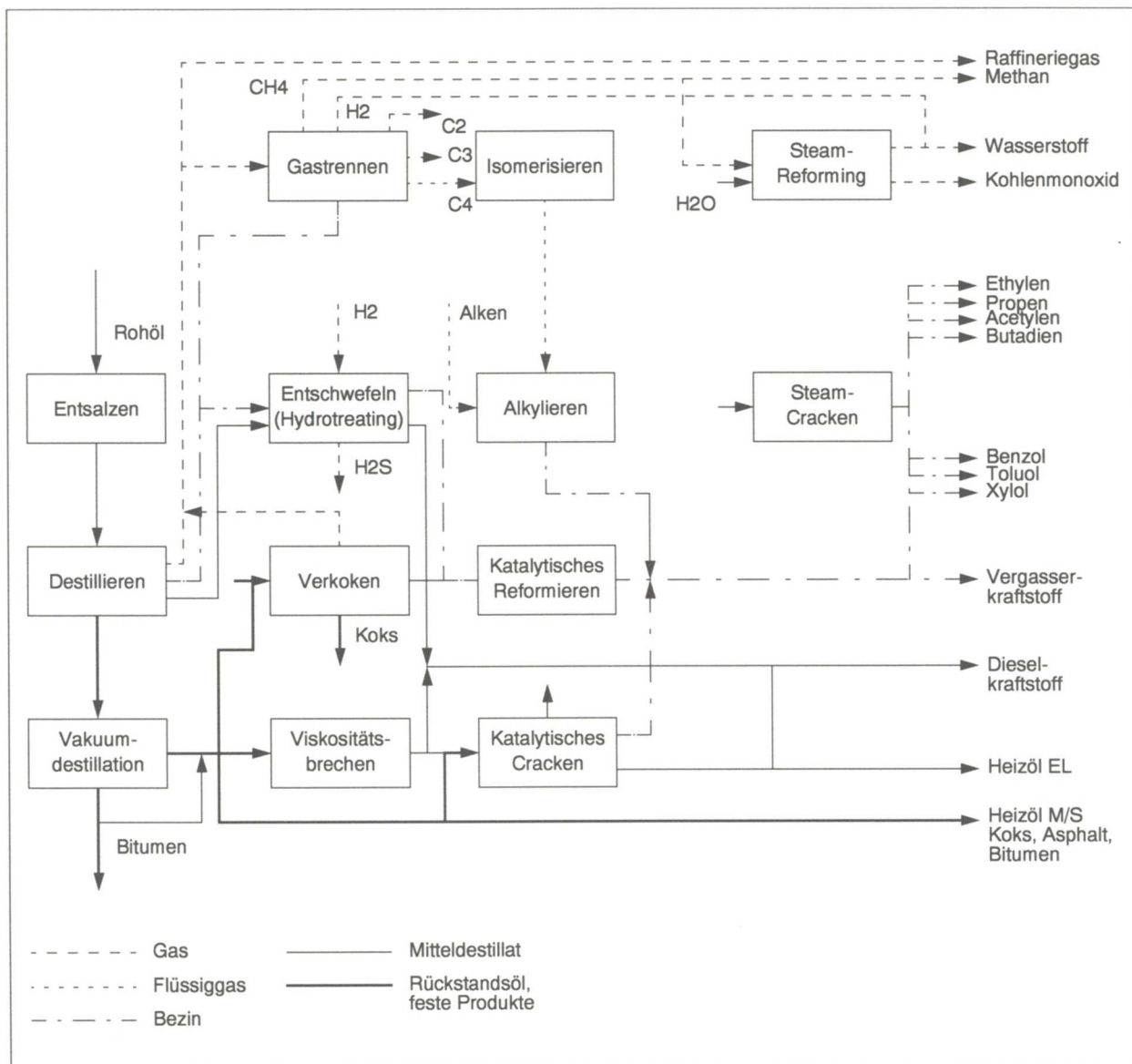
De oplossing voor het uitvoeren van een screening LCA is gezocht in het 'construeren' van een raffinaderij met een toerekening methode voor de produkten. Voor deze constructie is gebruik gemaakt van de ETH beschrijving [16], aangevuld en vergeleken met CBS gegevens, Emissie registratie gegevens en [23].

Beschrijving Raffinaderij model

Uitgangspunt is een moderne plant (state of the art in West Europa, 1991/92). In figuur 1 is de plant op hoofdonderdelen en output weergegeven.

De energiehuishouding binnen de plant zelf vormt nu de basis voor de toerekening van de totale emissies (en het beslag op voorraden) naar het specifieke produkt. Voorts is aangenomen dat de raffinaderij elektriciteitsneutraal werkt, dat wil zeggen dat de eigen behoefte zelf wordt opgewekt en dat er geen levering naar het openbare net plaats vindt.

Onderscheid wordt gemaakt tussen 2 soorten van emissies: brandstof emissies en procesemissies. Brandstof emissies (67% raf gas en 33% stookolie) treden op als gevolg van de opwekking van kracht en warmte in de plant. Procesemissies zijn te beschouwen als lekverliezen naar de omgeving (voorbeelden zijn ademverliezen en lekkages via afsluiters). De flare wordt ook gerekend tot de procesemissie.



Figuur 1 Schema van raffinaderij model (bron: ETH data base)

Voor alle unit operations is het aandeel in de energiehuishouding bepaald. Op basis hiervan kan dan voor alle produkten (in hoofdgroepen) het relatieve aandeel in de energiebehoefte bepaald worden.

In tabel 3 is deze index weergegeven.

Tabel 3 Energie-index van raffinaderijproducten

Produkt	Energiefactor (thermisch)
Bitumen	0,5
Stookolie M/S	1,0
Stookolie L/diesel	0,5
Kerosine	0,5
Benzine	2,0
Propaan/butaan	1,5
LPG	1,0
Totaal	1

Bron: ETH database [16].

Voor basisolie en residuale olie is een index van 2 aangenomen. Dit betekent een energiekental van 1,13 MJ per MJ produkt.

Dit kental is als volgt opgebouwd:

Input via grondstof	:	1 MJ per MJ eindprodukt
Verlies via flare	:	0,01 MJ per MJ eindprodukt
Thermische energiebehoefte	:	0,06 MJ per MJ eindprodukt gemiddeld

Veelal wordt gebruik gemaakt van furfural extractie voor de produktie van een solvent extracted neutral dewaxed olie. Daarom wordt er een stelpost voor de emissie van furfural meegenomen.

De procesbeschrijving van een raffinaderij produkt kan nu beschreven worden met de combinatie van 2 standaard processen, te weten het proces dat de brandstof emissies beschrijft (Raffoil. inc) met de hierboven beschreven index en het proces dat de procesemissies beschrijft (Raffoil. proc). Voor het laatstgenoemde proces geldt dat deze emissies op massa basis worden toegerekend uitgaande van de totale emissies van de standaard raffinaderij [14].

De stelposten voor andere produkten als asfalt, nafta, solvent, organische stof, anorganische stof, die in deze studie zijn opgenomen, zijn op identieke wijze bepaald.

5.2 Raapolie

Voor de 'bio-afbreekbare' variant van zowel de hydraulische olie als het schroefasvet, is raapolie of een carbonzuur één van de bestanddelen. Voor de produktie van raapolie is geput uit een recente studie van IMSA over dit onderwerp [26], zij het met enkele wijzigingen. De belangrijkste verschillen zijn:

- bestrijdingsmiddelen
Het blijkt dat het milieuthema aquatische ecotoxiciteit voor een belangrijk deel bepaald wordt bestrijdingsmiddelen. Binnen deze groep heeft deltametrin de hoogste score, gevolgd door ethyl parathion. De score in [26] komt niet overeen met de receptuur en de dosis, maar lijkt een factor 10 te hoog. In deze studie is uitgegaan van de dosis en receptuur uit [26], maar is wel de korrekte score gebruikt.
- toerekenig bij splitsing van vetzuren
Bij splitsing van de vetzuren in de raapolie (evenals bij de omestering zoals beschreven in [26]) ontstaat er ook glycerine. Ook hier is dus sprake van een multi-

output proces, waarbij de optredende emissies van het proces moeten worden toegerekend aan de verschillende outputs. De gevolgde toerekeningsprocedure in [26] is voor discussie vatbaar, reden waarom in deze studie voor een andere systematiek is gekozen.

De allocatie tussen het hoofdprodukt en glycerine wordt in [26] opgelost door het principe van het vergroten van de systeemgrenzen. Er wordt een nieuw proces gedefinieerd, namelijk een productieproces voor het maken van de glycerine (synthetische glycerine op basis van propeen). Vervolgens worden de milieu-ingrepen van het additionele proces als bonus toegerekend bij het oorspronkelijke omestingsproces. Op deze wijze resteren de ingrepen die aan het ester kunnen worden toegerekend.

De betreffende glycerine (die dus als bonus bij de milieu-ingrepen van het hoofdprodukt wordt afgetrokken, heeft een zeer groot milieu-effect, veroorzaakt door een zeer hoog energieverbruik bij de productie van etheen en de synthese van glycerine, althans volgens [26].

Met name dit laatste is merkwaardig omdat de productie van glycerine uit propeen exotherm is, terwijl in [26] uitgegaan wordt van 100 MJ per kg input. Dit alles resulteert in een GER waarde voor synthetische glycerine van 225 MJ per kg in [26]. In een recente studie van het UBA wordt een GER waarde van 90 MJ/kg vermeld [36].

Nog afgezien van de feitelijke basisgegevens bij de synthetische route, kan ook een vraagteken gesteld worden bij de keuze van de synthetische route:

- slechts 20% van de wereldmarkt is synthetisch (1988, trend dalend);
- van deze 20% wordt het overgrote deel geproduceerd via de epichloorhydrine route.

De vraag is dus of dit allocatie probleem op deze wijze moet worden opgelost. Immers op deze manier wordt het hoofdprodukt wel heel erg milieuvriendelijk, doordat er extreem hoge 'vermeden emissies' worden afgetrokken.

In deze studie wordt uitgegaan van een toerekening op basis van de massastromen van de output.

Voor 'bestanddeel 1 lithiumzeep', niet-dierlijke vetzuren, dierlijke vetzuren en 'bestanddeel 2 lithiumzeep' zijn ook op basis van de raap gegevens ingevuld, aangevuld met relevante stelposten, bijvoorbeeld voor 'bestanddeel 1 lithiumzeep' is een extra transport module toegevoegd. Ook is rekening gehouden met extra processtappen als hydrogeneren en destilleren.

In figuur 2 is het processchema voor de raapolie weergegeven. De nummers in de blokken verwijzen naar de betreffende procesbeschrijvingen in bijlage 2.

5.3 Processchema hydraulische olie (mineraal)

Figuur 3 toont het processchema. De nummers verwijzen naar de naar de betreffende procesbeschrijvingen (bijlage 2).

Procesbeschrijving (1000) bevat de geaggregeerde ingrepen tabel, deze is samengesteld uit de aangegeven processen in het schema.

De basisolie (1001) is een produkt van de raffinaderij volgens de beschrijving in 5.1 en kan beschreven worden met een combinatie van 2 'Raff.oil incineration' (1002) en 1 'Raff.oil.proces' (1003). Raff.oil.incineration bestaat weer uit een brandstof mix van olie en gas (1004/1005).

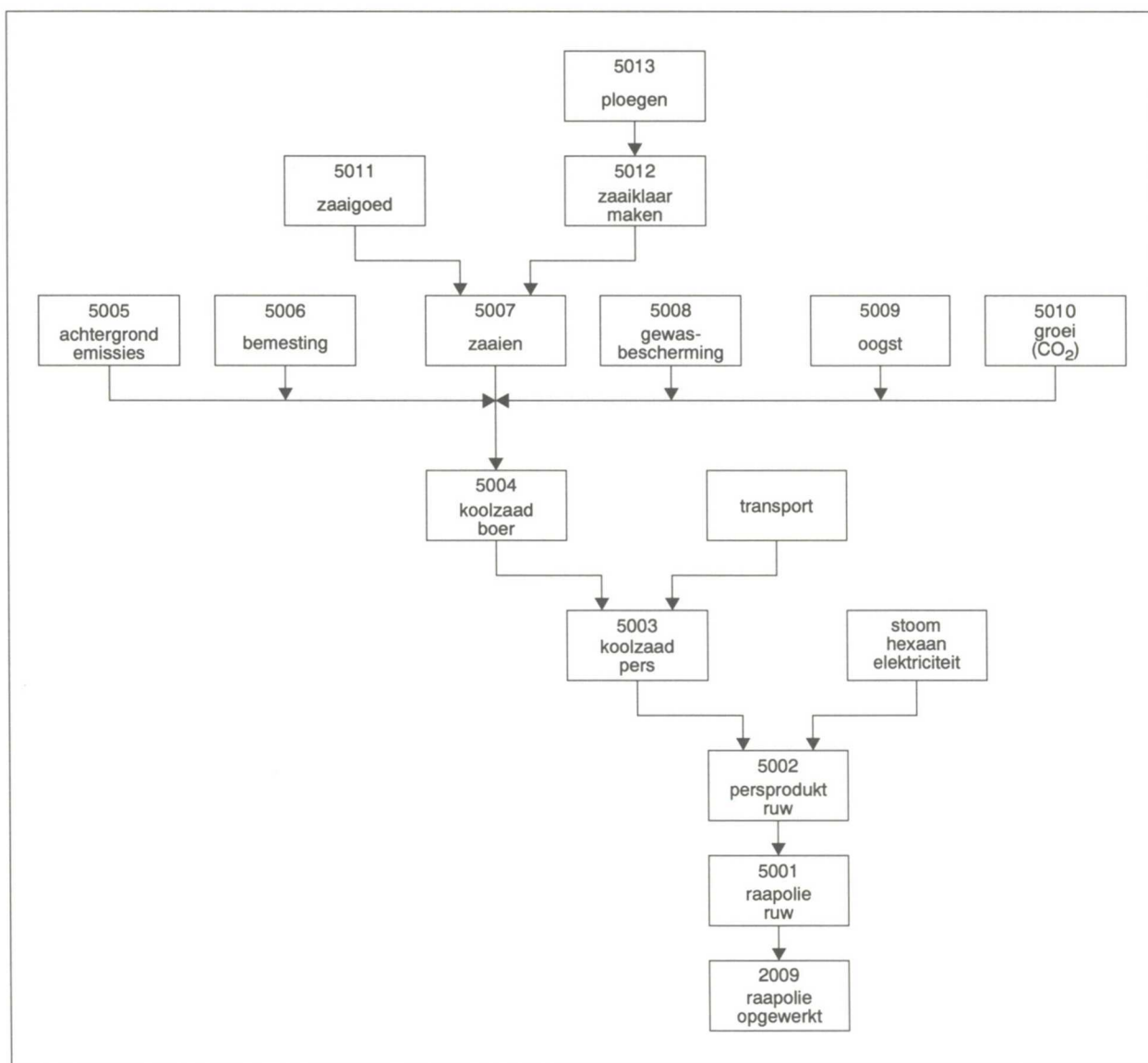
De ingrepen die horen bij de winning en transport van crude oil zijn wel meegenomen in de berekening, maar er is geen procesbeschrijving toegevoegd.

De productie van additieven, die een organische oorsprong hebben, wordt beschreven door de 'modelprocessen' org.stof A en B. (1009/1010).

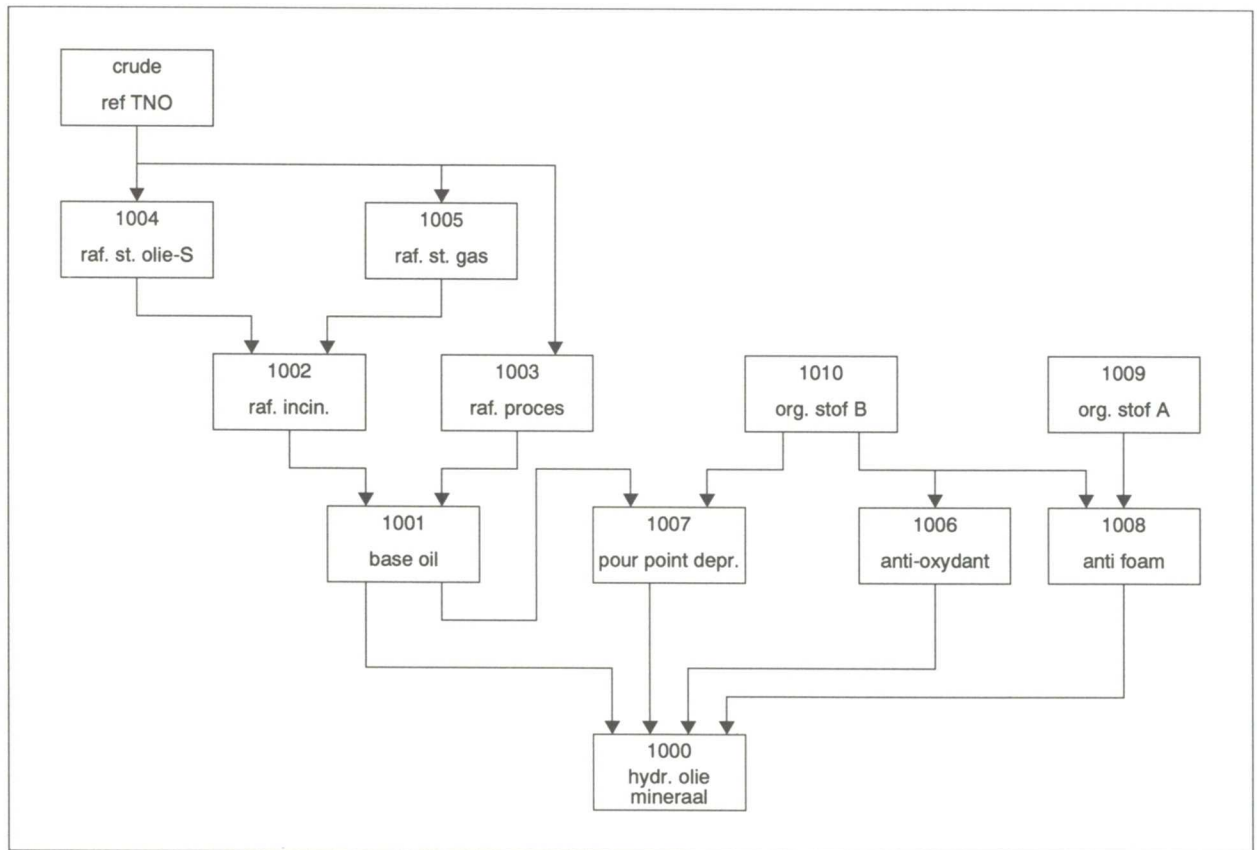
A staat voor relatief eenvoudige verbindingen. De milieu-ingrepen worden gelijkgesteld aan de gemiddelde output van een raffinaderij + (2MJ_{el} + 5MJ_{th}) per kg + 0,2 g/kg lekverlies.

B staat voor een meer complexe verbinding. De milieu-ingrepen worden gelijkgesteld aan de gemiddelde output van een raffinaderij + (10MJ_{el} + 25MJ_{th}) per kg + 1,0 g/kg lekverlies.

De processen (1006/1007) en (1008) zijn opgebouwd uit een mix van A en B.



Figuur 2 Processchema raapzaad

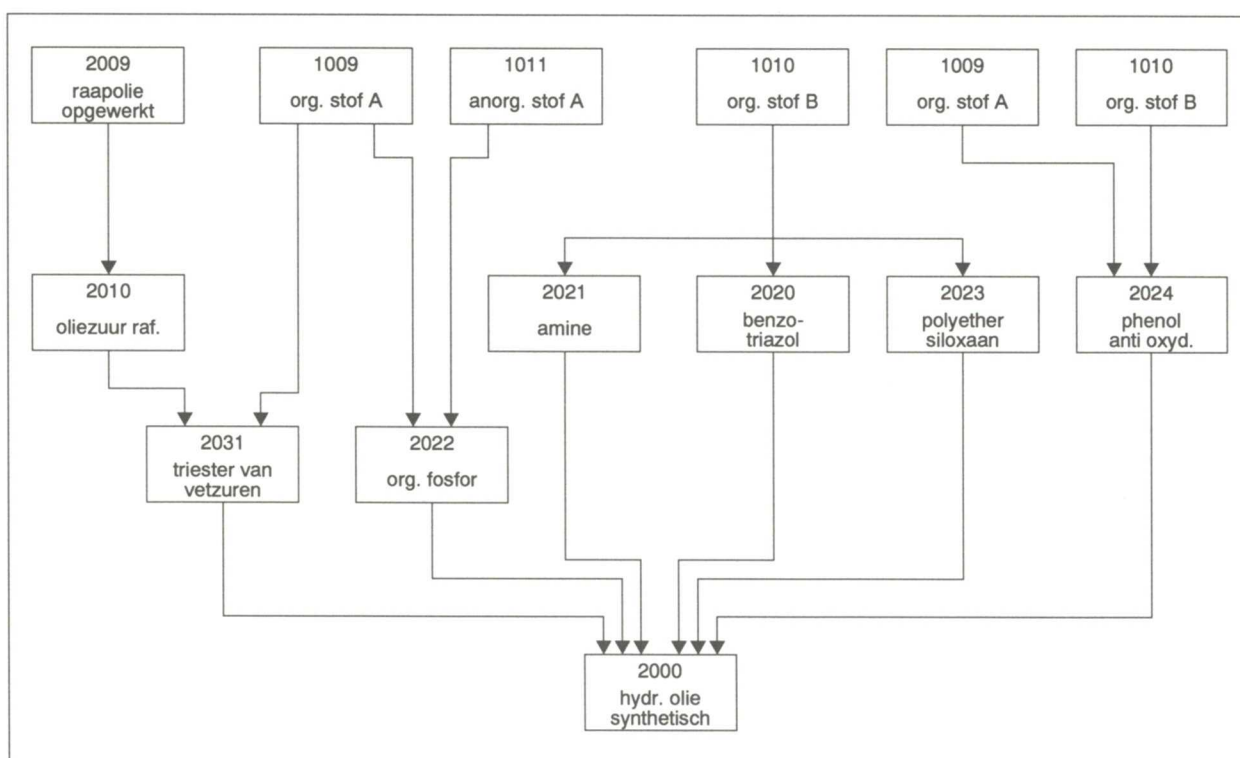


Figuur 3 Processchema hydraulische olie (mineraal) [1000]

5.4 Processchema hydraulische olie (synthetisch)

In figuur 4 is het processchema weergegeven. Ook hier zijn organische verbindingen afgeleid met behulp van de stelposten 'organische stof A en B'. Op een soortgelijke manier is er ook een modelproces voor anorganische stof geconstrueerd. Omdat het een stelpost betreft voor fosforverbindingen is uitgegaan van het P_2O_5 proces van Kemira.

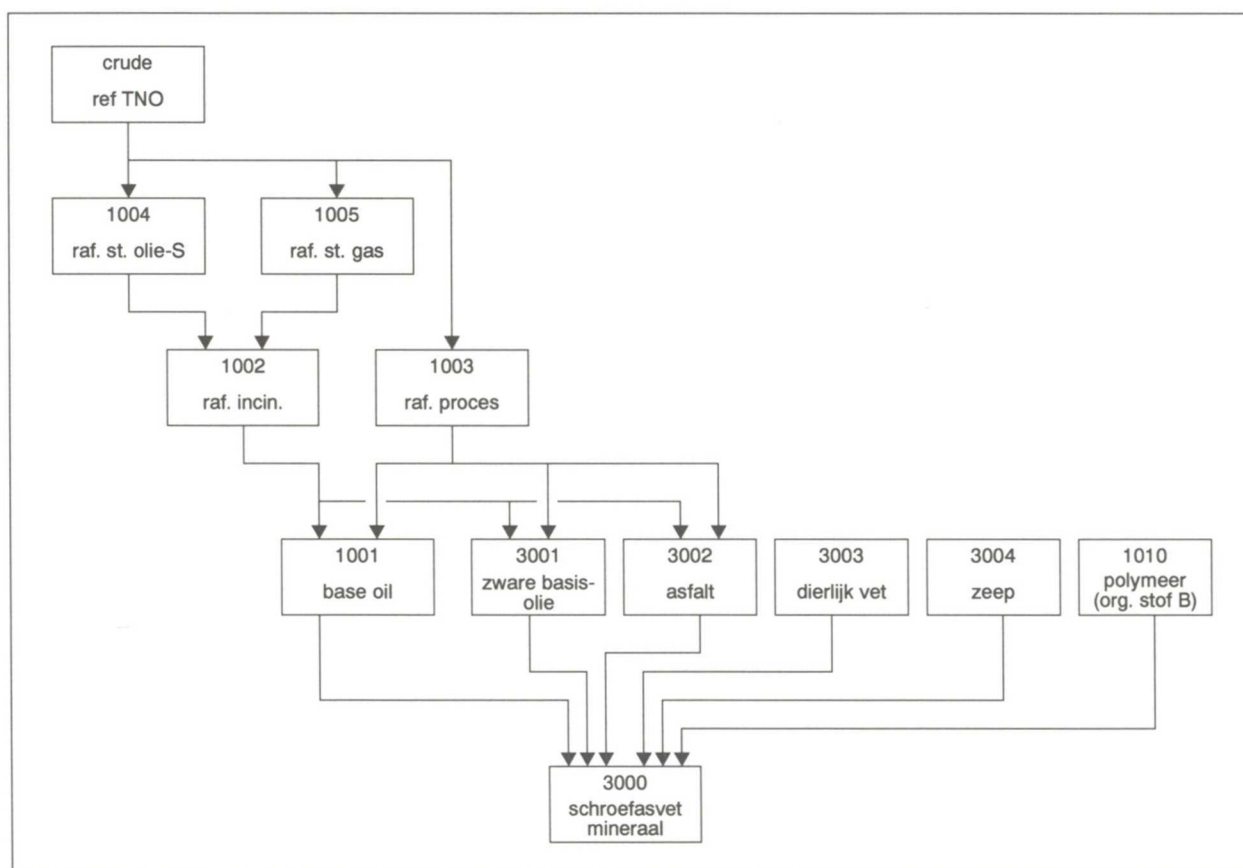
De nummers bij de processen verwijzen naar de corresponderende procesbeschrijving in bijlage 2.



Figuur 4 Processchema hydraulische olie (synthetisch) [2000]

5.5 Processchema schroefasvet (mineraal)

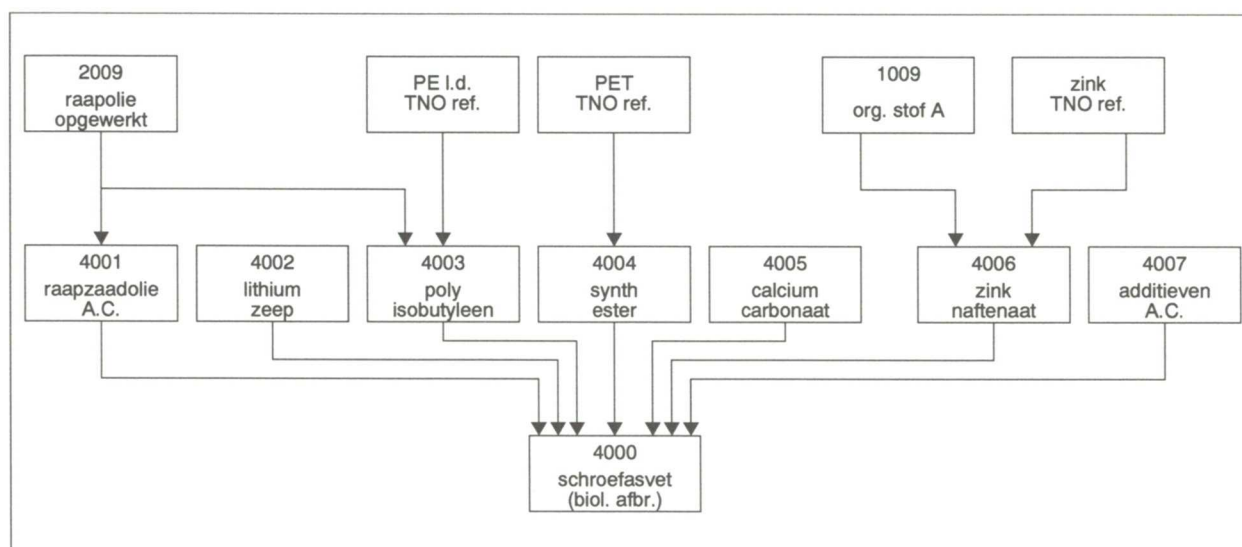
In figuur 5 is het processchema weergegeven. De zware basisolie en het asfalt worden rechtstreeks uit het raffinaderijmodel afgeleid. Het dierlijk vet is afgeleid van slachtafval met stelposten voor de bewerking. Proces 3004 (zeep) is geaggregeerd weergegeven.



Figuur 5 Processchema schroefasvet (mineraal) [3000]

5.6 Processchema schroefasvet (biologisch afbreekbaar)

Figuur 6 geeft het processchema. Het proces Lithiumzeep is geaggregeerd weergegeven. Voor de produktie van polyisobutyleen is een stelpost aangenomen. De synthetische ester is gelijkgesteld met PET (polyethyleenterephtalaat). Zinknaftenaat is een combinatie van organische stof A en primair zink. Het proces additieven is weer geaggregeerd weergegeven.



Figuur 6 Processchema schroefasvet (biologisch afbreekbaar) [4000]

5.7 Gebruiksfase van de hydraulische olie

Het gebruikssysteem is een wiellaadschop. De functionele eenheid is:

2000 bedrijfsuren van 1 wiellaadschop.

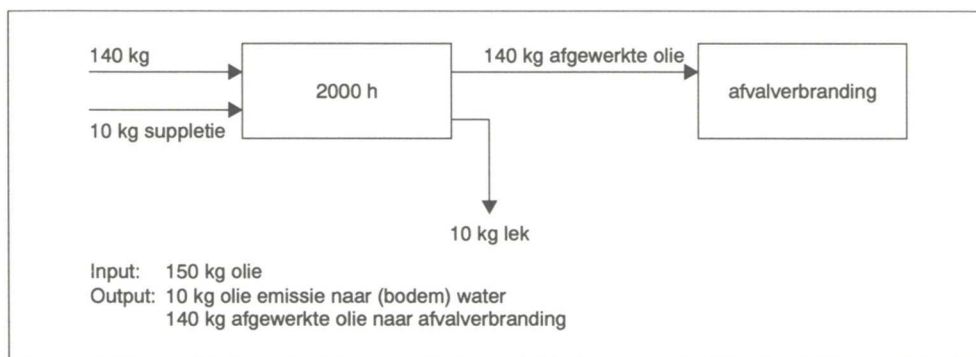
De keuze van deze eenheid hangt samen met de aanname dat minerale olie een levensduur heeft van 2000 uur. De gekozen f.e. omvat dus een volledige cyclus van de olie inclusief eventuele verversing. De inhoud van het oliesysteem bedraagt 160 liter (= 140 kg).

Vervolgens wordt aangenomen dat het systeem 10 kg lekt gedurende de 2000 uur. Dat is een voorzichtige schatting. Er worden ook hogere lekkage cijfers genoemd. Deze 10 kg wordt gesuppleerd tijdens de bedrijfstijd. Aan het eind van de 2000 uur is er een hoeveelheid van 140 kg afgewerkte olie. Deze olie wordt verbrand. De bijbehorende emissies van de verbranding worden meegenomen in de berekening.

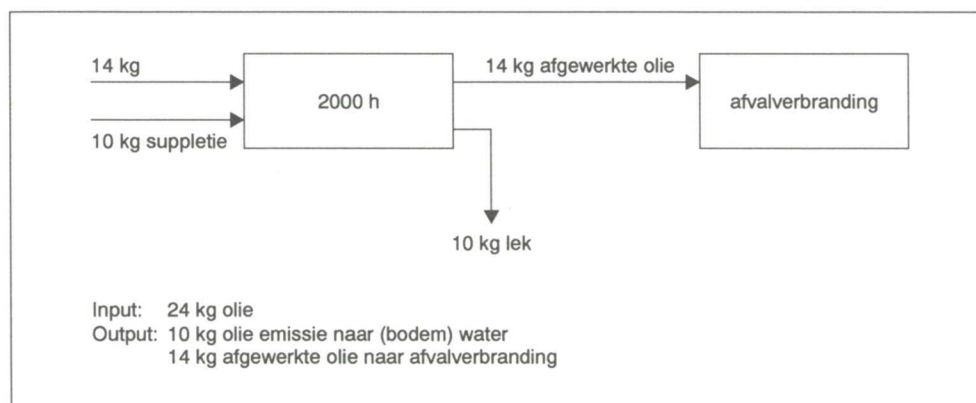
Figuur 7 geeft het systeem weer voor de minerale olie.

Voor de synthetische variant geldt een langere bedrijfstijd voor de olie. Aangenomen wordt een levensduur van 20.000 uur. In plaats van de 140 kg input is er nu een equivalente input van 14 kg per 2000 uur. De lekkage blijft gelijk. Dit resulteert in een

totale input van 24 kg (inhoud systeem + lekkage) en een hoeveelheid afgewerkte olie van 14 kg. Ook in dit geval wordt de hoeveelheid afgewerkte olie verbrand. In figuur 8 is dit systeem weergegeven.



Figuur 7 Schema gebruik- en afvalfase minerale hydraulische olie



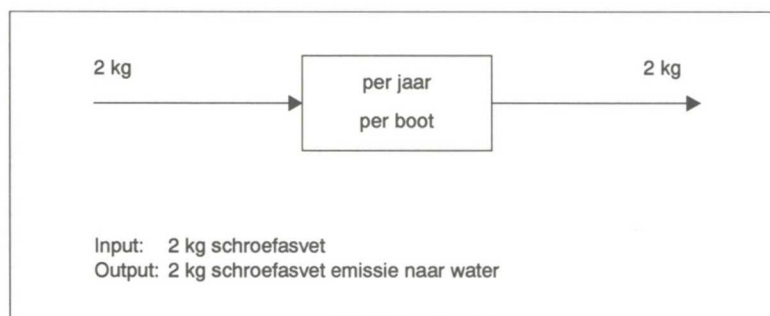
Figuur 8 Schema gebruik- en afvalfase synthetische hydraulische olie

5.8 Gebruiksfase van het schroefasvet

Bij dit systeem is gekozen voor een gemiddeld pleziervaartuig. De functionele eenheid is:

het jaarverbruik van 1 vaartuig.

Aangenomen mag worden dat het totale verbruik aan schroefasvet na gebruik in het water wordt geloosd. In figuur 9 is het systeem weergegeven.



Figuur 9 Schema gebruikfase mineraal en bio-afbreekbaar schroefasvet

6 Verspreiding van hydraulische olie en schroefasvet in water, bodem en lucht

In het kader van het opstellen van een Levens Cyclus Analyse (LCA) voor hydraulische olie en schroefasvet is gekeken naar de verdeling van deze stoffen over de componenten water, bodem en lucht. Dat is van belang om de relevante toxiciteitswaarden te gebruiken in deze analyse.

Van iedere stof zijn twee soorten onderzocht, een standaard olie of vet en een 'bio-afbreekbaar' alternatief. De nadruk in dit onderzoek lag meer op de verschillen tussen de twee stoffen dan op de afzonderlijke kenmerken van de stoffen.

Schroefasvet

Schroefasvet wordt gebruikt om de schroef van een schip te smeren. Tijdens het draaien van de schroef komen kleine hoeveelheden schroefasvet in het oppervlaktewater terecht. De lozing vindt dus direct in het oppervlaktewater plaats.

Na lozing van het schroefasvet kunnen verschillende processen optreden. Er kan depositie plaatvinden naar de bodem, het vet kan oplossen, het kan gaan drijven en verdampen, het kan omgezet en/of afgebroken worden en het kan zich verplaatsen door stroming (Hooftman et. al., 1995) [30].

Welk proces optreedt is afhankelijk van eigenschappen van het schroefasvet en eigenschappen van het watermilieu waarin geloosd wordt. Fysische stoffeigenschappen die hierbij een rol spelen zijn het soortelijk gewicht, de dampdichtheid, het kookpunt, de wateroplosbaarheid, en de Kow.

Schroefasvet is een mengsel van meerdere componenten, van iedere component is geprobeerd te achterhalen wat de fysische eigenschappen zijn. Waarna geprobeerd is het gedrag van schroefasvet in het water te bepalen. Componenten kunnen zich echter geheel anders gedragen in een mengsel dan wanneer zij in pure vorm in het milieu terecht komen (Hooftman et. al., 1995) [30]. Door alle stoffen afzonderlijk te beschouwen kan hieruit toch het gedrag van het mengsel benaderd worden.

De twee soorten schroefasvet zijn Bio-schroefasvet van de firma Axel Christiernsson en Standaard schroefasvet van de firma Esso.

De samenstelling is in tabel 2 gegeven.

Bestudering van de fysische eigenschappen van de afzonderlijke componenten leert dat de fysische eigenschappen van de componenten uit beide schroefasvetten niet veel verschillen. De vetten lossen in het algemeen slecht op in water [31, 34, 35]. Ze hebben een hoog kookpunt, in de meeste gevallen boven de 100 °C, en de dampdruk is lager dan de luchtdruk waardoor ze niet snel verdampen. De vetten zullen makkelijk gaan drijven vanwege een soortelijk gewicht wat lager dan 1 g/cm³ is.

Wat betreft chemische structuur lijken de componenten van beide schroefasvetten op elkaar. Daardoor verschillen ze weinig in fysische eigenschappen. Er is echter een uitzondering, in standaard schroefasvet komt asfalt voor waarin PAK's zitten. Enkele lichtere PAK's hebben de eigenschap makkelijk te vervluchtigen.

Het percentage additieven in beide schroefasvetten is verschillend. In bio-schroefasvet is dit 40% en in standaard schroefasvet 20%. Vanwege het hogere percentage polymeer (8,9%) in bioschroefasvet zal het makkelijker adsorberen aan organische stof dan standaard schroefasvet.

Vanwege het geringe verschil in fysische eigenschappen zal het gedrag in het water, na lozing, van beide schroefasvetten niet veel verschillen. Het vet zal in gedispergeerde vorm in het water terecht komen om vervolgens al snel naar het wateroppervlak te drijven vanwege het lage soortelijk gewicht. In geringe mate zal het schroefasvet adsorberen aan organisch materiaal, afhankelijk van het organische stof gehalte in het water. Hierdoor kan het schroefasvet blijven zweven in het water. Sedimentatie zal zich niet snel voordoen vanwege scheepvaart die het water in beweging houdt. Verdamping zal bijna niet optreden omdat de dampdruk laag is ten opzichte van de luchtdruk. Een klein gedeelte zal, geadsorbeerd aan organische stof, blijven zweven in het water. Dit gedeelte zal voor wat betreft bio-schroefasvet hoger zijn dan standaard schroefasvet vanwege het hogere percentage polymeer.

Hydraulische olie

In deze studie wordt uitgegaan van een wiellaadschop die gebruikt wordt om grote hoeveelheden grond te verplaatsen. Van belang is om te beoordelen wat er gebeurt met lekkage.

Na lozing zal de olie als gevolg van de zwaartekracht gaan uitzakken. Dit gaat door zolang er voldoende olie is om de stroming in stand te houden. De stroming stopt als de olie uiteen valt in een groot aantal druppels, de restverzadiging is dan bereikt. Het stromingsproces wordt vooral bepaald door de vloeistofdichtheid en de viscositeit van de olie en van bodemeigenschappen zoals porositeit, vochtgehalte, doorlatendheid en heterogeniteit (De Haan et. al., 1994) [33].

De restverzadiging is de volumefractie van de grond welke nog met de olie gevuld is na vrij uitzakken. Verder transport kan alleen nog plaatsvinden als de olie oplost in het bodemwater of via de gasfase, als het verdampt. Er bestaat de mogelijkheid dat, vanwege een grote hoeveelheid olie of een hoge grondwaterstand, het grondwater bereikt wordt. De olie kan gaan drijven en/of oplossen en zich verspreiden in de richting van de grondwaterstroming.

Als de stroming gestopt is zullen de verschillende componenten van de olie in de restverzadiging zich over de over de verschillende fasen, de oliefase, waterfase, bodemfase en gasfase gaan verdelen. De mate waarin dit gebeurd is afhankelijk van de fysische eigenschappen zoals de Kow, het kookpunt, de dampdruk, de oplosbaarheid in water en de Henry-constante. Voor de berekening van deze verdeling is een aantal modellen voorhanden. Deze modellen gaan altijd uit van evenwicht, hoewel er in de meeste gevallen geen sprake is van evenwicht, vanwege processen als omzetting/afbraak, diffusie en uitspoeling. Toch kan met behulp van deze modellen de verdeling van hydraulische olie over de bodemcomponenten redelijk benaderd worden.

De samenstellingen van de beide hydraulische oliën is gegeven in tabel 2.

Op grond van de gedetailleerde samenstellingsgegevens blijkt het niet mogelijk om de fysische constanten van de verschillende stoffen te bepalen. Alleen van de hoofdcomponent is voor beide oliën informatie beschikbaar. Omdat de oliën voor meer dan 98% uit hoofdcomponent bestaan kan toch redelijk goed voorspeld worden wat het gedrag in de bodem van de totale stof zal zijn. Hiervoor is uitgegaan van vier model bodems. Deze modelbodems hebben de volgende eigenschappen:

Bodem	foc (g/100g) ¹⁾	RV (l/m ³) ²⁾
1 Humusrijke zandgrond	0,035	0,025
2 Humusarme zandgrond	0,006	0,015
3 Kleigrond	0,023	0,05
4 Veengrond	0,259	0,3

1) foc = fractie organische stof.

2) RV = restverzadiging.

Het gedrag in de bodem wordt aan de hand van de volgende eigenschappen bepaald:

1. infiltratiediepte in de bodem;
2. adsorptievermogen aan de bodem;
3. verdamping.

Ad 1

De infiltratiediepte kan berekend worden aan de hand van de volgende formule (Hooftman et. al., 1995) [30]:

$$D = V / (A * R * k)$$

D = maximale infiltratie diepte (m)

V = volume van infiltrerende olie (m³)

A = infiltratie oppervlak (m²)

R = Residu-verzadiging van grond (l/m³)

k = benaderde correctiefactor voor verschillende viscositeiten

Voor smeermiddelen geldt (Hooftman et. al., 1995) [30]:

$$k = 4 * \text{viscositeit} + 2$$

Tabel 4 Berekende maximale infiltratie diepte voor synthetische hydraulische olie

Bodem	D (cm)		
	synthetische olie	minerale olie	
1	8	7	9
2	14	12	15
3	4	3	5
4	0,7	0,6	0,8

Voor minerale hydraulische olie is geen viscositeit bekend, daarom is gerekend met een twee keer zo grote viscositeit dan synthetische olie (linker getal) en een twee keer zo kleine viscositeit (rechter getal). Het verschil in viscositeit tussen beide oliën zal

niet extreem verschillen omdat beide oliën dezelfde prestaties moeten leveren en de viscositeit hierin een belangrijke rol speelt.

Ad 2

Vastlegging van organische componenten in de bodem kan gezien worden als een verdelingsproces tussen organische stof in de grond en de vloeistoffase. De verdelingscoëfficiënt (K_d) tussen vaste fase en vloeistoffase wordt berekend uit K_{om} (organische stof - water verdelingscoëfficiënt) door vermenigvuldiging met de organische stoffractie (f_{om}) in de bodem:

$$K_d = f_{om} * K_{om}$$

Hierbij wordt er van uitgegaan dat de organische stof in de grond de enige belangrijke bodemcomponent is met betrekking tot de vastlegging van organische componenten (De Haan et. al., 1994) [33].

Er zijn in het verleden verschillende verbanden gevonden tussen $\log K_{om}$ en $\log S$. Hier wordt gebruikt gemaakt van de volgende vergelijking:

$$\log K_{om} = 3,93 - 0,64 \log S \text{ (mg/l)}$$

In tabel 5 zijn de berekende K_d waarden weergegeven.

Tabel 5 K_d waarden voor synthetische en minerale hydraulische olie

Bodem	K_d	
	synthetische hydraulische olie	minerale hydraulische olie
	component 1	component 1
1	280	33
2	48	6
3	184	21
4	2074	242

Voor synthetische olie aangaande component 1 is gerekend met $\log S = 1,1$, voor component 2 met $\log S = 1,5$ (gemiddelde waarden) en voor minerale olie aangaande component 1 is gerekend met $\log S = 1,5$ (gemiddelde waarde).

De affiniteit voor de bodem is voor alle componenten groter dan voor water. Voor bodems met een hoog organische stof gehalte (bodem 4) is de affiniteit het grootst. De synthetische olie heeft een grotere affiniteit voor de bodem dan de minerale olie als alleen de hoofdcomponenten met elkaar vergeleken worden.

Ad 3

Behalve dat de hydraulische olie kan oplossen in water en zo verder uitzakken naar het grondwater is het ook mogelijk dat de hydraulische olie verdampt. Voor een verdunde oplossing van een organische stof geldt dat de verdeling tussen vloeibare fase en gasfase verloopt volgens de wet van Henry. De Henry-constante (H) is een maat voor de verdeling over deze twee fasen. H wordt berekend door de wateroplosbaar-

heid S (mol/l) te delen door de verzadigde dampdruk d.d (Pa). Hoe groter H hoe groter de neiging van de organische stof om te verdampen.

Voor de twee hydraulische oliën is de Henry-constante berekend:

mineraal olie : $H = 7,1 * 10^7$

synthetische olie : $H = 1,6 * 10^7$

Het blijkt dat de oliën een grote neiging tot verdampen hebben als ze opgelost zijn in water. Echter de oliën lossen zeer slecht op in water waardoor de totale hoeveelheid olie die op deze wijze verdampt laag is.

Conclusies

Schroefasvet

Bij gebruik van schroefasvet wordt aangenomen dat het totale verbruik rechtstreeks in het water komt. Er is geen sedimentatie en of vervluchtiging.

Hydraulische olie

Bij een discrete lozing van de olie naar de bodem van ca. 5 liter blijkt de maximale infiltratiediepte 14 centimeter te zijn. Rechtstreeks transport van de olie naar het grondwater is niet waarschijnlijk.

Vanwege de slechte oplosbaarheid zijn de K_d waarden vrij hoog. Olie in de poriën van de bodem zal dus niet makkelijk naar het grondwater spoelen, vanwege de lage dampdruk zal de olie ook niet makkelijk vervluchtigen. Olie die opgelost is in water zal wel redelijk snel hieruit verdampen, dit volgt uit de hoge Henry-constanten. Echter er zal maar heel weinig olie oplossen in water waardoor er maar weinig olie via deze weg het bodemmilieu zal verlaten.

Er zijn weinig verschillen tussen beide hydraulische oliën. Alleen component 1 van de synthetische olie heeft hogere K_d waarden dan component 1 van de minerale olie en zal hierdoor beter aan de organische stof adsorberen. Dit is het gevolg van een slechtere oplosbaarheid in water. Echter het verschil is niet erg groot en misschien wel verwaarloosbaar. Voor de minerale hydraulische olie is ook een hogere Henry-constante gevonden, deze heeft echter weinig invloed op het gedrag in de bodem. Geconcludeerd kan worden dat beide oliën hetzelfde gedrag in de bodem zullen vertonen.

Voor de berekening van de LCA moet worden aangenomen dat de emissie van de olie naar de bodem een potentieel effect naar het (grond)water heeft.

7 Classificatiefactoren

Overeenkomstig de LCA methodiek, wordt de bijdrage van de optredende emissies van de verschillende processtappen aan de milieuthema's berekend. De bijdrage van een groot aantal stoffen wordt in de Handleiding [12] gegeven, dit zijn de zogenaamde classificatiefactoren. Bij de beschouwde smeermiddelen zijn er enkele stoffen, waarvan de classificatiefactor niet zonder meer bekend is. Overeenkomstig de methode zoals in [12] is beschreven, zijn de ontbrekende factoren bepaald [27, 28, 29].

Humane toxiciteit

Alleen de bijdrage via het water (HCW) is in de beschouwing genomen.

Stof	HCW
zinknaftenaat ¹⁾	0,057
lichte neutrale basisolie	0,00011
zware, licht graf. basisolie ²⁾	0,44
asfalt ²⁾	0,44
triester van vetzuren ³⁾	0,00011

¹⁾ Schatting op basis van minimumwaarde voor PAK's.

²⁾ Beoordeeld als PAK.

³⁾ Schatting op basis van waarden voor niet gehalogeneerde alifatische koolwaterstoffen.

Aquatische ecotoxiciteit

Stof	ECA
additief 1 ¹⁾	0,01
additief 2 ²⁾	0,000125
raapzaadolie ³⁾	0,001
synthetisch ester ³⁾	0,001
bestanddeel 1 lithiumzeep ³⁾	0,001
bestanddeel 2 lithiumzeep ³⁾	0,001
bestanddeel 3 lithiumzeep	0,14
zinknaftenaat ⁴⁾	0,38
lichte neutrale basisolie ⁵⁾	0,05
zware, licht geraf. basisolie ⁶⁾	0,067
asfalt ⁶⁾	0,067
dierlijk vet ⁷⁾	0,001
bestanddeel zeep ⁷⁾	0,001
polymeer ³⁾	0,001
triester van vetzuren	0,001

¹⁾ Toepassing van veiligheidsfactor 100 op IMO rating.

²⁾ Toepassing van veiligheidsfactor 10 op NOEC waarde.

³⁾ Toepassing veiligheidsfactor 1000 op classificatie niet-toxisch.

⁴⁾ Schatting op basis van waarden voor zink en PAK's.

⁵⁾ Op basis van waarde van ruwe olie.

⁶⁾ Op basis van waarden voor PAK.

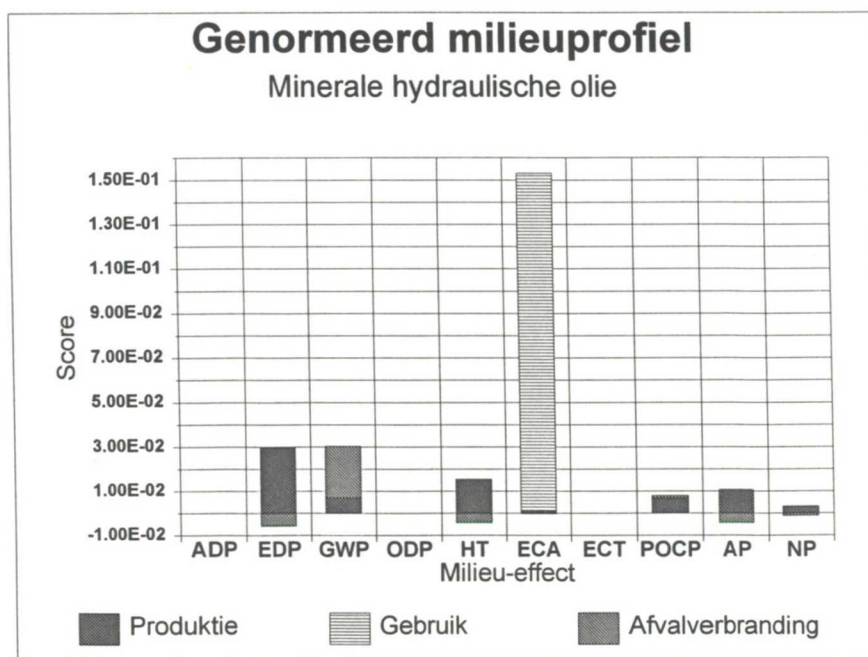
⁷⁾ Toepassing veiligheidsfactor 100 op classificatie 'practically non toxic'.

8 Resultaten

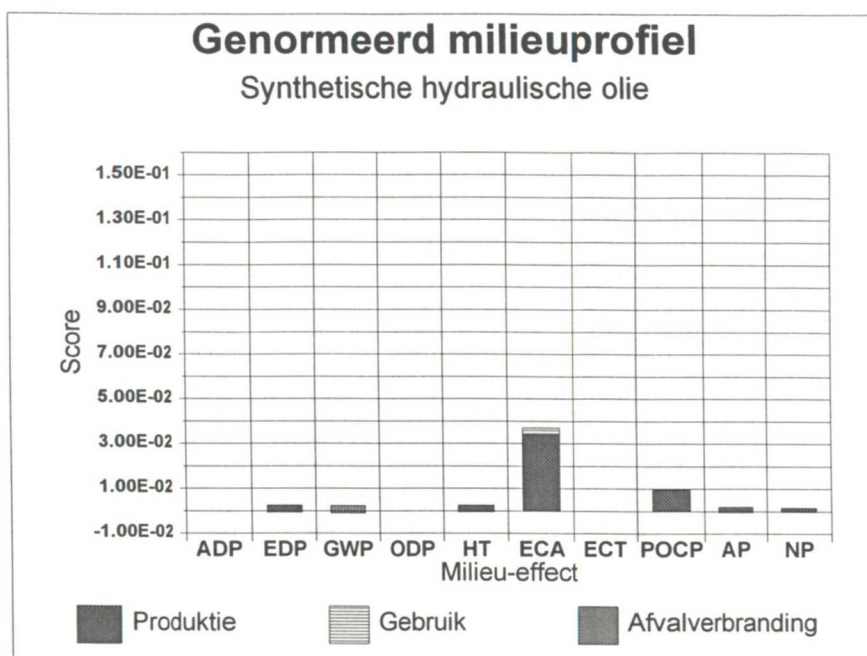
Alle ingrepen (emissies en uitputting voorraden) van de processtappen, die in hoofdstuk 5 zijn beschreven, zijn gesommeerd. Vervolgens zijn de gesommeerde ingrepen toegerekend naar het potentiële milieu-effect. Tenslotte zijn deze score's genormaliseerd. In deze studie is als normalisatie eenheid **per capita** gebruikt. Dit betekent dat, uitgaande van de totale thema-score per capita, de relatieve bijdrage van de functionele eenheid aan de themascore bepaald wordt. Aan deze genormeerde score mag geen absolute betekenis gehecht worden. Het geeft geen informatie over de werkelijke bijdrage van smeermiddelen aan de totale belasting in Nederland of in de wereld. Het is slechts bedoeld om de scores onderling te kunnen vergelijken.

De figuren 10 tot en met 19 geven de eindresultaten weer. In deze staafdiagrammen is per smeermiddel het resultaat van de totale keten (productie, gebruik en afvalfase) weergegeven. Bovendien is voor de produktiefase de score uitgesplitst naar samenstelling (fig. 16 tot en met 19).

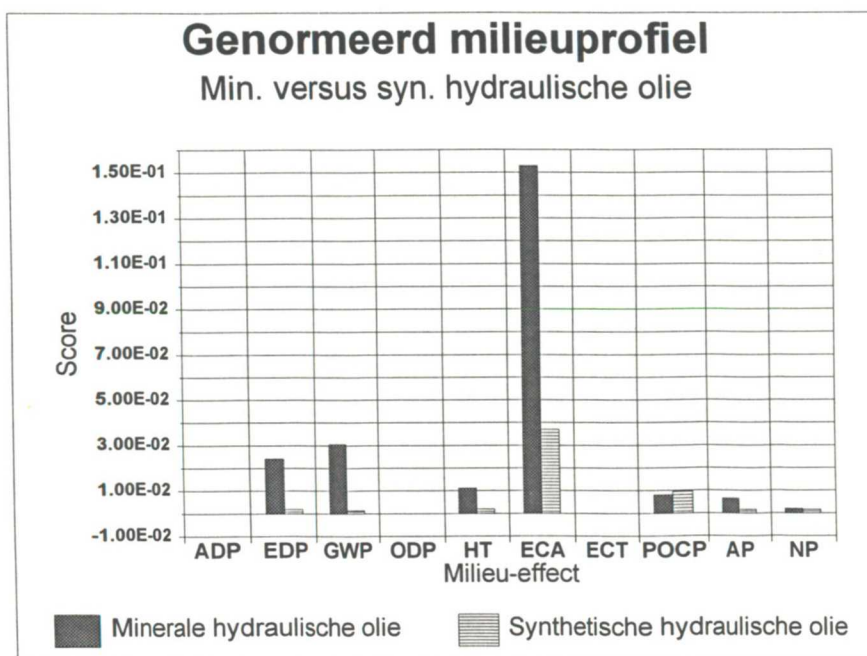
In bijlage 3 zijn de niet-genormaliseerde en de genormaliseerde scores in tabellen weergegeven. Daarbij zijn ook de scores voor de produktiefase apart weergegeven.



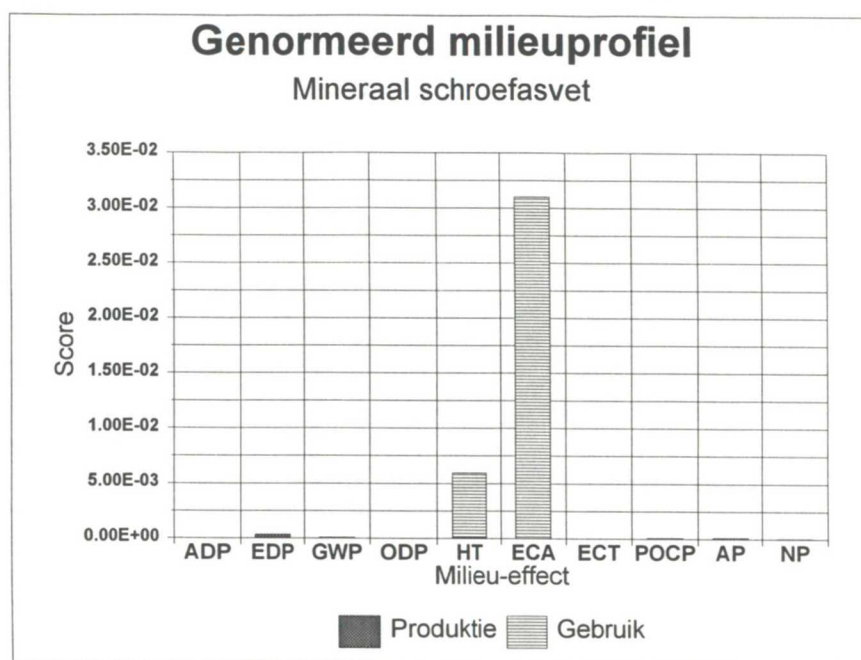
Figuur 10 Minerale hydraulische olie, milieu-effect per fase



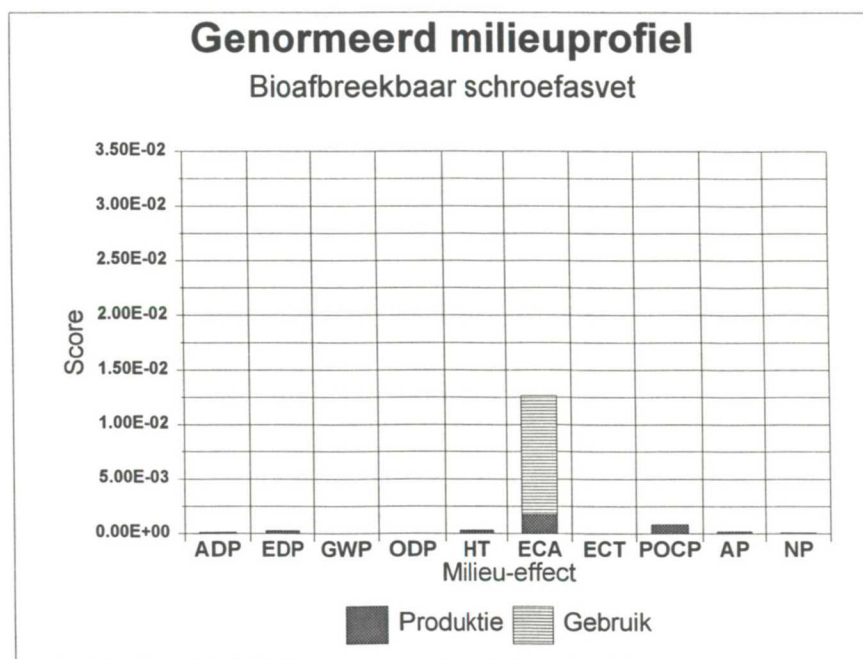
Figuur 11 Synthetische hydraulische olie, milieu-effect per fase



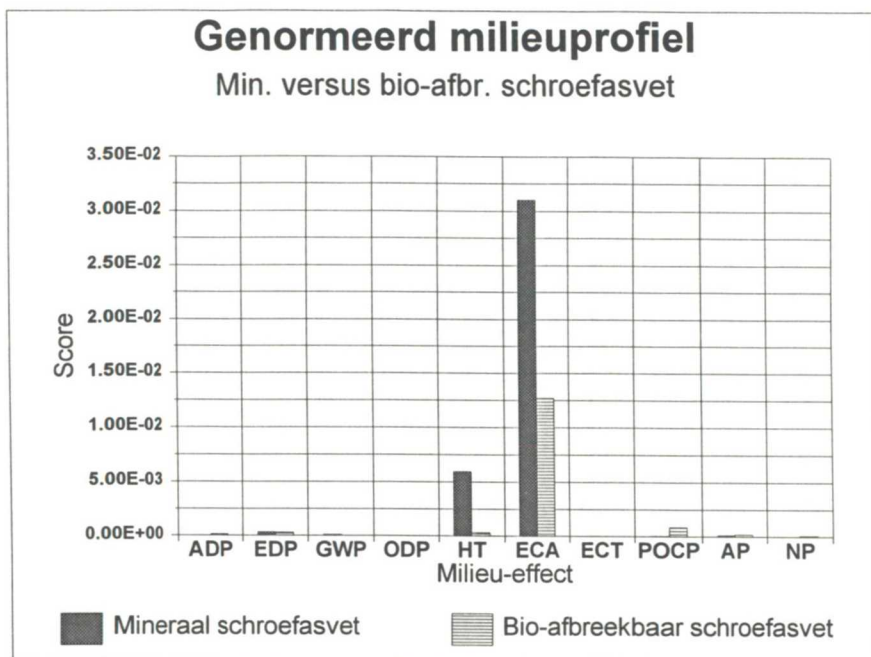
Figuur 12 Milieu-effecten minerale versus hydraulische olie



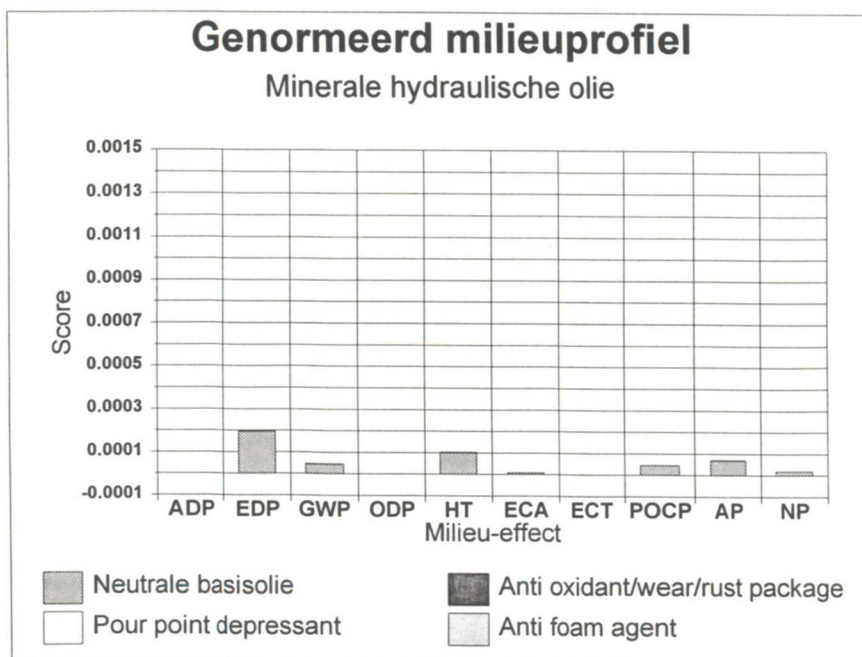
Figuur 13 Mineraal schroefasvet, milieu-effect per fase



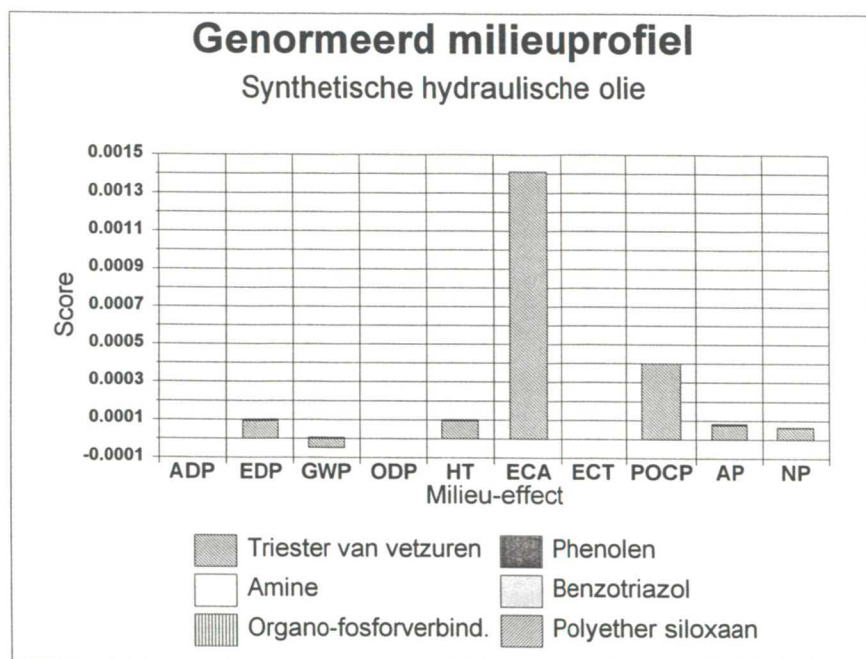
Figuur 14 Bio-afbreekbaar schroefasvet, milieu-effect per fase



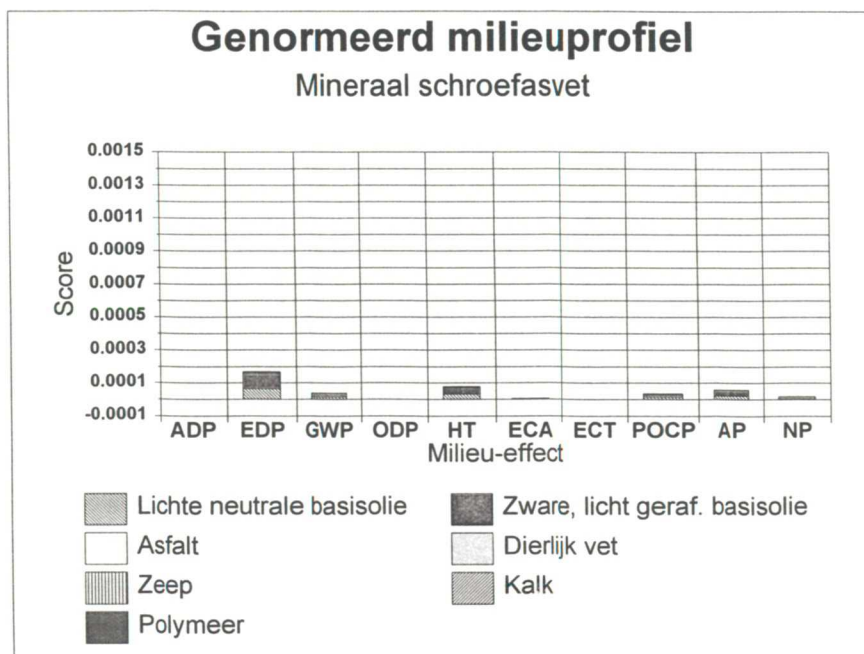
Figuur 15 Milieu-effecten mineraal versus bio-afbreekbaar schroefasvet



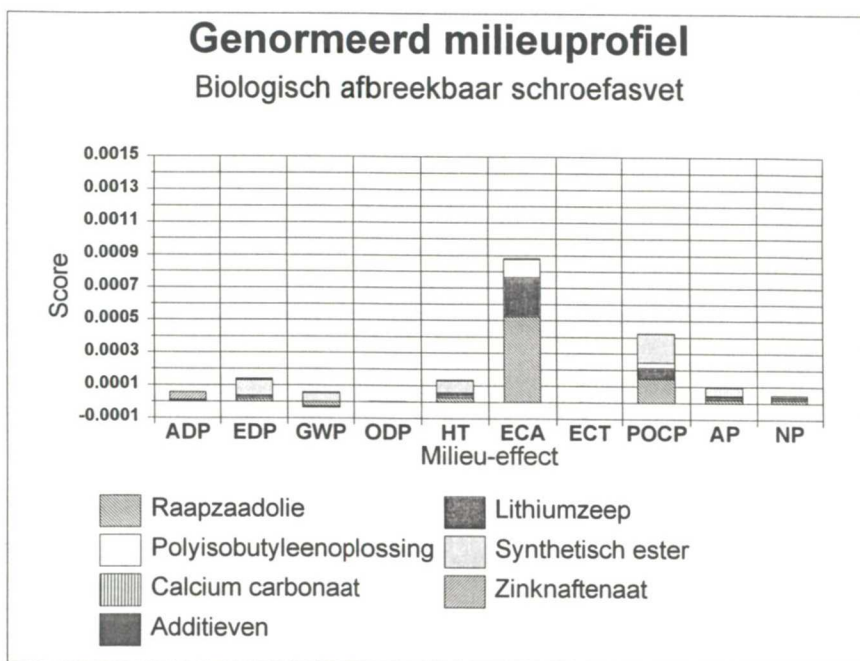
Figuur 16 Milieu-effect productie van minerale hydraulische olie



Figuur 17 Milieu-effect productie van synthetische hydraulische olie



Figuur 18 Milieu-effect productie van mineraal schroefasvet



Figuur 19 Milieu-effect productie bio-afbreekbaar schroefasvet

Legenda voor de gebruikte afkortingen in de staafdiagrammen.

ADP	abiotische uitputting
EDP	uitputting energiedragers
GWP	broeikas effect
ODP	uitputting ozonlaag
HT	humane toxiciteit
ECA	aquatische ecotoxiciteit
ECT	terrestrische toxiciteit
POCP	fotochemische smogvorming
AP	verzuring
NP	vermesting

Vergelijking hydraulische olie

Allereerst een vergelijking van de productiefase. Hierbij worden de producten op gelijke massabasis met elkaar vergeleken en dus niet via de functionele eenheid zoals weergegeven in de figuren 7 en 8. Zie bijlage 3, tabellen 1 tot en met 4 voor de resultaten.

Bij de thema's, die een relatief hoge genormaliseerde score hebben (10^{-4} - 10^{-5}), blijken de belangrijkste verschillen tussen de 2 typen oliën op te treden bij de thema's GWP (broeikas effect) EDP (uitputting energiedragers), ECA (aquatische ecotoxiciteit), POCP (fotochemische smogvorming). De minerale olie scoort belangrijk beter op de thema's ECA (factor 176) en POCP (factor 9).

Het verschil bij ECA (aquatische ecotoxiciteit) wordt geheel veroorzaakt door de produktie van de triester van vetzuren en wel het gebruik van parathionethyl als gewasbescherming bij de teelt van raapzaad.

Bij POCP (fotochemische smogvorming) wordt de hoge score van de hydraulische variant veroorzaakt door de hexaanemissie bij de extractie van raap en de overige C_xH_y emissies.

Ten aanzien van GW (broeikaseffect) geldt dat de synthetische variant beter scoort. Dat is te verklaren door de bonus die de biomassa van het raapzaad heeft meegekregen.

Ook ten aanzien van de uitputting van energiedragers scoort de synthetische variant beter (factor 2).

Wanneer nu de totale keten in beschouwing wordt genomen dan verandert het profiel aanmerkelijk. Het lagere verbruik per jaar van de synthetische olie ten opzichte van de minerale olie compenseert volledig het effect van de hogere milieubelasting van de synthetische olie in de produktie fase. Op alle thema's scoort de synthetische olie beter. Het belangrijkste effect treedt op bij aquatische ecotoxiciteit. De synthetische olie scoort hier een factor 4,5 beter (zie de tabellen 9 tot en met 14 van bijlage 3). De afvalverwerking van de afgewerkte olie levert voor een aantal thema's een bonus op. Dit wordt veroorzaakt door de vermeden emissies van de elektriciteitsopwekking voor de verbranding van afvalstoffen die een energie inhoud hebben.

Het thema **Uitputting biomassa** is meegenomen in de berekening. De berekening als zodanig en met name de definitie van de wereldvoorraad, is indicatief. Bij de beoordeling is het daarom aanbevelenswaardig om deze grootte niet op dezelfde manier mee te wegen als de andere thema's.

De 'thema's' **finale afvalstoffen, finale toxische afvalstoffen en finaal radioactief afval** verdienen een nadere toelichting. Deze aspecten zijn niet vergelijkbaar met de andere thema's. In principe is de afvalverwerking meegenomen in de procesboom. De bijbehorende zijn in het eindresultaat begrepen. Echter wel ontstaan er bij de afvalverwerking reststoffen (slak, vliegashoudend stof, afgewerkte stortterreinen, rookgasreinigingsresidu, etc.). Deze finale afvalstoffen veroorzaken *op termijn* nieuwe milieu-effecten. Deze effecten zijn echter nu niet te kwantificeren. Bovendien moeten deze effecten in een aantal gevallen aan andere ketens worden toegerekend. Daarom worden deze rubrieken als een p.m. post gepresenteerd.

Indien de thema's onderling als gelijkwaardig worden beschouwd (wegingsfactor = 1), dan is de som van de genormaliseerde score's een maat voor de 'milieukwaliteit' van het produkt (beter: voor de betreffende functionele eenheid). De totaal score is:

minerale olie	: 0,24
synthetische olie	: 0,06

(In deze beoordeling zijn de score's op uitputting biomassa en de afvalstoffen score's niet meegenomen).

Synthetische olie scoort ruwweg een factor 4 beter dan de minerale variant. Het is duidelijk dat het verschil in verbruiksduur de belangrijkste invloed heeft. Indien de gebruiksduur minder dan 20.000 uur bedraagt dan worden de verschillen kleiner.

Vergelijking schroefasvet

Allereerst de produktiefase. Hierbij worden de produkten op gelijke massabasis met elkaar vergeleken (zie tabellen 5 tot en met 8 van bijlage 3).

Bij de thema's, die een relatief hoge genormaliseerde score hebben (10^{-3} - 10^{-4}), blijken de belangrijkste verschillen tussen de 2 typen oliën op te treden bij de thema's ADP (uitputting minerale grondstoffen), ECA (aquatische ecotoxiciteit) en POCP (fotochemische smogvorming).

Het verschil in uitputting van minerale grondstof is rechtstreeks terug te voeren op het verschil in basisgrondstof. Het grootste verschil treedt op bij ECA (factor 100), Ook hier is het parathionethyl de veroorzaker. Bij POCP is de factor 12. Dit verschil wordt, evenals bij de hydraulische olie veroorzaakt door alkanen (35%), hexaan (20%) en 40% door warmteopwekking (de MJ_{th} in de processen).

Wanneer de gehele keten in beschouwing wordt genomen dan blijkt dat de verschillen grotendeels gelijk blijven, met de volgende kanttekeningen:

- Bij humane toxiciteit is de bijdrage in de gebruiksfase voor de minerale variant aanmerkelijk groter dan voor de bio-afbreekbare variant. Bij de minerale variant wordt dit veroorzaakt door de basis component. Bij de bio-afbreekbare variant scoort het zinknaftenaat.
- Het verschil in aquatische ecotoxiciteit wordt minder, maar blijft het belangrijkste effect.
De bijdragen van de individuele componenten zijn in onderstaande tabel samengevat.

Bijdrage van de verschillende componenten aan de score voor de aquatische ecotoxiciteit

	in %	
	mineraal schroefasvet	bio-afbreekbaar schroefasvet
dierlijk vet	0,23	
bestanddeel 1 zeep	0,02	
asfalt	5,58	
zware, licht geraf. basisolie	60,0	
lichte neutrale basisolie	33,8	
bestanddeel 1 lithiumzeep		0,54
bestanddeel 2 lithiumzeep		0,40
bestanddeel 3 lithiumzeep		19,7
additief 2		0,90
synthetisch ester		1,44
raapzaadolie		2,04
zinknaftenaat		74,86

De invloed van het zinknaftenaat is bepalend voor het verschil.

Indien de thema's onderling als gelijkwaardig worden beschouwd (wegingsfactor = 1), dan is de som van de genormaliseerde score's een maat voor de 'milieukwaliteit' van het produkt (beter: voor de betreffende functionele eenheid). De totaal score is:

mineraal schroefasvet : 0,038
bio-afbreekbaar schroefasvet : 0,015

Het bio-afbreekbare schroefasvet scoort een factor 2,5 beter dan de minerale variant. Ook hier zijn alle thema score's meegenomen uitgezonderd de score's op uitputting biomassa en de afvalstoffen.

Overigens mag geen absolute betekenis aan deze uitkomst gehecht worden. Daarvoor zijn de onzekerheden in de berekening te groot. De volgende aspecten bepalen de uitkomst in belangrijke mate.

- Het productieproces is gebaseerd op een gemodelleerde 'gemiddelde' raffinaderij. Hoewel deze aanname in de gegeven omstandigheden de enig werkbare aanname is, betekent het wel dat een meer nauwkeurige analyse van de raffinaderij tot enigszins gewijzigde resultaten kan leiden. Dit geldt in principe ook voor de additieven hoewel de bijdrage van het productieproces van de additieven aan de totaal score beperkt is, gezien de geringe percentages.
- De gebruikte classificatiefactoren van een aantal additieven zijn een aanname. Een meer nauwkeurige bepaling van deze factoren kan het resultaat beïnvloeden.
- De aanname van de lekkage bij de wiellaadschop heeft een belangrijke invloed op het resultaat, evenals de levensduur van de bio-afbreekbare variant. In geval de levensduur van de bio-afbreekbare variant de levensduur van de minerale variant benadert, wordt het verschil in milieu-effect nihil. Bij gelijke levensduur heeft de minerale variant zelfs een lagere milieuscore.

9 Evaluatie van afbreekbaarheid

Voor de evaluatie van de vier smeermiddelen is gebruik gemaakt van de gegevens, zoals die beschikbaar zijn uit de studie naar de milieuvriendelijkheid van smeermiddelen (Hooftman et. al., 1995) [30]. Tevens zijn nog gegevens ontleend aan de open literatuur; er zijn enige inschattingen gemaakt voor de aquatische toxiciteit al of niet aan de hand van de log Pow waarden. Er blijken echter te weinig gespecificeerde gegevens over de samenstelling van de basisoliën en hun additieven beschikbaar te zijn, om goed gefundeerde uitspraken over de aquatische toxiciteit en biologische afbreekbaarheid te kunnen doen. Er is geprobeerd een zo goed mogelijke evaluatie van de milieuvriendelijkheid van het smeermiddel te maken op basis van de gegeven samenstelling van de oliën en er is een vergelijking gemaakt tussen het 'Bioschroefasvet' en het 'Standaard schroefasvet', alsmede tussen de twee typen hydraulische olie (synthetisch en mineraal).

Er is niet ingegaan op de eventuele terrestrische toxiciteit van de smeermiddelen, omdat er nauwelijks terrestrische toxiciteitsgegevens voorhanden zijn. Gesteld kan worden dat de toxiciteit van terrestrische organismen meestal enige ordes lager ligt dan die voor aquatische organismen. Verder is de terrestrische toxiciteit in vergelijking tot de aquatische toxiciteit van relatief gering belang, gezien de geringe invloedssfeer bij een contaminatie van de bodem door smeeroeliën.

De toxiciteit van de componenten in de smeeroeliën is op basis van de acute toxiciteit voor vis, daphnia en alg (zoals gehanteerd door GESAMP) als volgt geclassificeerd:

niet toxisch: acuut L(E)C50 > 1000 mg.l⁻¹
 'practically non-toxic': < 100 acuut L(E)C50 < 1000
 schadelijk: 10 mg.l⁻¹ < acuut L(E)C50 < 100 mg.l⁻¹
 toxisch: 1 mg.l⁻¹ < acuut L(E)C50 < 10 mg.l⁻¹
 zeer toxisch: acuut L(E)C50 < 1 mg.l⁻¹

Ten aanzien van het vaststellen van de biologische afbreekbaarheid is de definitie van Hooftman et. al. (1995):

Een eenvoudige primaire afbreekbaarheid van ≥ 60% binnen 28 dagen. De primaire afbreekbaarheid kan voldoen aan het 90% criterium, zonder het eenvoudige afbreekbaarheids criterium van 60% te halen.

Primaire afbreekbaarheid van ≥ 90% binnen 28 dagen.

9.1 Evaluatie schroefasvet

Een overzicht van zowel de aquatische toxiciteit als de biologische afbreekbaarheid van de beide schroefasvetten is gegeven in de Tabellen 6 en 7.

Tabel 6 Beoordeling Bio-schroefasvet

Component	Gew. %	Aquatische Toxiciteit	Afbreekbaarheid
Additief 1	0,12	niet toxisch ¹⁾	> 60% binnen 28 dagen > 90% binnen 28 dagen
Additief 2 ²⁾	0,16	toxisch 1-10 mg.l ⁻¹ (IMO rating)	n.b. (waarschijnlijk laag)
Raapzaadolie ³⁾	36,47	niet toxisch	> 60% binnen 28 dagen > 90% binnen 28 dagen
Synthetisch ester	25,68	niet toxisch	n.b. (waarschijnlijk > 60% binnen 28 dagen)
Bestanddeel 1 lithiumzeep ⁴⁾	9,54	Log P _{ow} = > 10 niet toxisch	> 60% binnen 28 dagen > 90% binnen 28 dagen
Bestanddeel 2 lithiumzeep	7,15	Log P _{ow} = 6,44 niet toxisch	> 60% binnen 28 dagen
Bestanddeel 3 lithiumzeep	2,51	toxisch ⁵⁾	n.v.t.
Calcium carbonaat	6,00	niet toxisch	n.v.t.
Zinknaftenaat	3,50	n.b. ⁶⁾	n.b. (waarschijnlijk laag)
Polyisobutyleen	8,88	niet toxisch	n.b. (biologische afbreek- baarheid is afhankelijk van mol gew.)

¹⁾ (sub?)chronisch vis 625-894 mg.l⁻¹

NOEC Chronisch *Daphnia magna* = 80 mg.l⁻¹

NOEC algengroei 80 mg.l⁻¹ (Verschuieren, 1983).

²⁾ Structuur niet bekend; log P_{ow} van diphenyl amine = 2,81.

³⁾ Bestaat uit triglyceriden met grotendeels onverzadigde vetzuren, met name C18/1, C18/2, C18/3, C20/1 en C22/1.

⁴⁾ Tri glyceriden; vetzuren voornamelijk 12 dihydroxystearinezuur.

⁵⁾ 48h *Daphnia magna* = 7,2 mg.l⁻¹ (lithium getoetst als LiCl) (Jørgensen et. al., 1991).

⁶⁾ n.b. = niet bekend

Tabel 7 Beoordeling standaard schroefasvet

Component	Gew. %	Aquatische toxiciteit	Afbreekbaarheid
Lichte neutrale basisolie ¹⁾	34,36	Afhankelijk van de samenstelling van de olie	n.b. ²⁾ (indien voornamelijk minerale olie, dan $\geq 60\%$ afbraak binnen 28 dagen)
Zware, licht geraf. basisolie ³⁾	45,26	In het algemeen een lage acute toxiciteit. Sommige PAK's zijn carcinogeen	n.b. (waarschijnlijk $< 60\%$ binnen 28 dagen)
Asfalt ⁴⁾	4,21	In het algemeen een lage acute toxiciteit. Sommige PAK's zijn carcinogeen	niet afbreekbaar
Dierlijk vet ⁵⁾	11,79	Practically non-toxic ⁶⁾	$> 60\%$ binnen 28 dagen $> 90\%$ binnen 28 dagen
Bestanddeel 1 zeep ⁴⁾	0,95	Practically non-toxic ⁵⁾	$> 60\%$ binnen 28 dagen $> 90\%$ binnen 28 dagen
Bestanddeel 2 zeep	0,01	Niet relevant	n.v.t.
Kalk ⁷⁾	1,79	Niet relevant	n.v.t.
Water	1,21	Niet van toepassing	niet relevant
Polymeer ⁸⁾	0,42	Niet toxisch	n.b. (waarschijnlijk niet afbreekbaar)

1) Voornamelijk lichtere (alkyl)naftenen.

2) n.b. = niet bekend.

3) Voornamelijk zware (alkyl)aromaten en zware (alkyl)naftenen; beoordeeld als PAK.

4) Asfaltenen en PAK's; beoordeeld als PAK.

5) Bevat ca 97% triglyceriden, esters van verzadigde vetzuren met C16/0 en C18/0 en enkelvoudige onverzadigde vetzuren, zoals C18/1.

6) Practically non-toxic according to IMO rating.

7) CaOH.

8) Polymeer.

In het Bio-schroefasvet wordt alleen het 'additief 2' geclassificeerd als 'toxisch'. De toxiciteit van zinknaftenaat is niet bekend. Alle overige componenten kunnen als niet toxisch geclassificeerd worden. Bij de vergelijking met het Standaard schroefasvet rijst het probleem dat er onvoldoende informatie over de samenstelling van de basisolie beschikbaar is. De toxiciteit en de afbreekbaarheid van de minerale basisolie wordt bepaald door zijn samenstelling. Deze is echter niet bekend. Verder zijn in het standaard schroefasvet de overige componenten 'niet toxisch' of in het geval van dierlijk vet en 'bestanddeel 1 zeep' 'practically non toxic'.

Indien het zinknaftenaat niet toxischer is dan 1 mg.l^{-1} zal het bio-schroefasvet zonder meer voldoen aan het criterium voor de toxiciteit van een milieuvriendelijk smeermiddel. Hoewel de samenstelling van de basisolie van het standaard schroefasvet niet bekend is mag verwacht worden dat de toxiciteit van deze component niet beneden 1 mg.l^{-1} zal liggen. Dit betekent dat beide schroefasvetten voldoen aan de toxiciteitscriteria voor milieuvriendelijke smeermiddelen (Hooftman et. al., 1995).

Wat betreft de biologische afbreekbaarheid is het niet duidelijk of het Bio-schroefasvet voldoet aan de eisen zoals die bijvoorbeeld in de Blaue Engel gesteld worden. Eén van de eisen daarin is dat het gehalte aan biologische afbreekbare componenten het tenminste 93% moet zijn. Van de overige 7% mag niet meer dan 5% inherent biologisch afbreekbaar zijn en niet meer dan 2% mag niet afbreekbaar zijn. Indien Zinknaftenaat en polyisobutyleen niet afbreekbaar zijn, dan voldoet het Bio-schroefasvet niet aan de criteria van de 'Blaue Engel'.

Volgens Hooftman et. al. (1995) moet de eenvoudige biologische afbreekbaarheid van een smeermiddel tenminste 60% bedragen. Wanneer er van wordt uitgegaan dat zinknaftenaat en polyisobutyleen niet afbreekbaar zijn en de overige bestanddelen 75% afbraak halen binnen 28 dagen (geschat op basis van toetsen met vergelijkbare stoffen), dan ligt de afbreekbaarheid van het totale produkt in de orde van 65%. Het bio-schroefasvet zou dus volgens de definitie gegeven in het TNO-rapport (Hooftman et. al., 1995) wat betreft de biologische afbreekbaarheid een grensgeval kunnen zijn. Indien de afbreekbaarheid van de hoofdcomponenten beneden 70% blijft, dan wordt het criterium van 60% afbreekbaarheid van het totale produkt niet gehaald.

Wanneer zinknaftenaat en polyisobutyleen wel afbreekbaar zijn zal het bio-schroefasvet zonder meer voldoen aan het criterium van biologische afbreekbaarheid van een milieuvriendelijk smeermiddel.

9.2 Evaluatie hydraulische olie

Een overzicht van zowel de aquatische toxiciteit als de biologische afbreekbaarheid van de beide hydraulische oliën is gegeven in de Tabellen 8 en 9.

Tabel 8 Beoordeling hydraulische olie (synthetisch)

Component	Gew. %	Toxiciteit	Afbreekbaarheid
Triester van vetzuren	97,6	Niet toxisch	> 60% binnen 28 dagen > 90% binnen 28 dagen
Phenol 1	0,3	Handelsnaam; niet duidelijk welke verbinding het betreft	n.b. (waarschijnlijk > 60% binnen 28 dagen)
Phenol 2	0,9	Handelsnaam; niet duidelijk welke verbinding het betreft	n.b. (waarschijnlijk laag)
Amine	0,9	Handelsnaam; niet duidelijk welke verbinding het betreft	n.b. (waarschijnlijk > 60% binnen 28 dagen)
Benzotriazol	0,1	Handelsnaam; niet duidelijk welke verbinding het betreft.	n.b. (waarschijnlijk laag)
Organo-fosforverbinding	0,2	Handelsnaam; niet duidelijk welke verbinding het betreft	n.b. (waarschijnlijk > 60% binnen 28 dagen)
Polyether siloxaan	0,0005	Niet toxisch en niet relevant gezien de geringe hoeveel- heid in de olie ¹⁾	niet afbreekbaar

¹⁾ 96h? vis > 10 g.l⁻¹.

Tabel 9 Beoordeling hydraulische olie (mineraal)

Component	Gew. %	Toxiciteit	Afbreekbaarheid
Lichte neutrale basisolie ¹⁾	98,85	Afhankelijk van de samenstelling van de olie	n.b. ²⁾ (indien voornamelijk naftenische olie, dan ≥ 60% afbraak binnen 28 dagen) ³⁾
Anti oxydant ⁴⁾	0,74	Onvoldoende informatie	n.b.
Pour point depressant	0,21	Polymeer is niet toxisch; voor olie zie hierboven	Het polymeer is niet afbreekbaar, voor de olie, zie boven.
Anti foam agent	0,20	Niet toxisch	niet afbreekbaar

¹⁾ Voornamelijk lichtere (alkyl)naftenen.

²⁾ n.b. = niet bekend.

³⁾ Primaire afbreekbaarheid van > 90% binnen 28 dagen waarschijnlijk niet haalbaar.

⁴⁾ Het is niet bekend om welke anti-oxydant het gaat. Stoffen die gebruikt worden als anti-oxydant zijn onder meer fenolen, aminen en zwavel-fosforverbindingen.

Zoals reeds eerder gesteld is de toxiciteit en de afbreekbaarheid van de minerale hydraulische olie afhankelijk van de samenstelling van de olie. Deze is echter niet bekend. Olieproducten kunnen in het aquatisch milieu een toxiciteit hebben die valt tussen niet toxisch en zeer toxisch (Hoofman et. al., 1995). Hierdoor is het niet mo-

gelijk om vast te stellen of de minerale hydraulische olie voldoet aan de eisen voor toxiciteit, zoals gesteld in de definitie voor een milieuvriendelijk smeermiddel.

De ester in de synthetische hydraulische olie zal als gevolg van de combinatie van molecuulgrootte met de slechte wateroplosbaarheid niet toxisch zijn. Voor deze olie is het niet duidelijk welke additieven zijn toegevoegd. Hun aandeel in de samenstelling van het produkt is echter zodanig gering dat er van uit gegaan kan worden dat de toxiciteit van de synthetische hydraulische olie voldoet aan de eisen, zoals gesteld in de definitie voor milieuvriendelijke smeermiddelen.

De biologische afbreekbaarheid van een minerale olie is duidelijk minder dan die van een ester. Wanneer de minerale hydraulische olie echter voornamelijk uit alkanen en eenvoudig vertakte ketens bestaat is het echter mogelijk dat die olie ook voldoet aan de definitie van biologische afbreekbaarheid van milieuvriendelijk smeermiddelen. De primaire afbreekbaarheid van naftenische olie ligt in de orde van 5-20% (zie p. 42 van Hooftman et. al., 1995). Om deze reden wordt aangenomen dat minerale hydraulische olie niet voldoet aan de eisen.

De synthetische hydraulische olie voldoet zonder meer aan het afbreekbaarheids criterium van deze definitie. Hierbij dienen echter de volgende opmerkingen te worden gemaakt:

1. In veldproeven is aangetoond dat minerale smeeroïlen in de bodem aanzienlijk langzamer afbreken dan synthetische esters. Het gevolg hiervan is echter wel dat minerale oliën hierdoor (bijvoorbeeld door lager zuurstofverbruik) relatief minder effect hebben op plantengroei dan synthetische esters (Hooftman et. al., 1995).
2. Aan de hand van de publikatie van Haigh (1995) is er een ruwe schatting van de halfwaardetijd in bodem mogelijk. Voor synthetische en natuurlijke esters (vetten en oliën) zijn de halfwaardetijden in de orde van 0,5 tot 1 jaar en voor de minerale oliën ≥ 1 jaar. In water worden deze waarden geschat op respectievelijk 3-5 dagen en 1 á 2 weken.

De beoordeling van de eigenschappen van de smeermiddelen en de componenten erin is uitgevoerd op basis van uiterst summiere informatie omtrent de chemische structuur van de belangrijkste componenten. Hierdoor is het moeilijk om voldoende literatuurgegevens te vinden voor het uitvoeren van een goede beoordeling.

Uit ervaring met vergelijkbare studies weten we dat het erg moeilijk is om meer gegevens over de componenten te verkrijgen.

De meest efficiënte oplossing om te komen tot een goede beoordeling lijkt het verkrijgen van de toxiciteits- en afbreekbaarheidsgegevens door middel van toetsing.

10 Discussie

De resultaten van de LCA leidt tot het volgende beeld:

- Voor de hydraulische olie geldt dat de produktie van een synthetische variant een grotere milieubelasting met zich mee brengt dan voor een minerale variant. Door de gebruiksfase (langere levensduur) wordt dit verschil meer dan gecompenseerd. Bij een levensduur, die een factor 10 groter is dan voor de minerale variant, blijkt dat het totale milieu-effect voor de synthetische olie een factor 5 lager is dan voor de minerale variant. Daarbij moet wel bedacht worden dat een aantal classificatiefactoren voor de componenten niet bekend is en waarvoor een schatting is gemaakt.
- Bij het schroefasvet scoort de bio-afbreekbare variant een factor 2,5 beter dan de minerale variant. Doorslaggevend is hierbij de score van de aquatische ecotoxiciteit. Ook hier speelt de onzekerheid van een aantal classificatiefactoren een rol, met name die van het zinknaftenaat.

Het is interessant om de uitkomst van de LCA nu te vergelijken met overwegingen die op grond van de samenstelling gemaakt kunnen worden over de bio-afbreekbaarheid. Immers, het concept van afbreekbaarheid speelt geen rol in de LCA. Bij de LCA gaat het om potentiële effecten.

Voor de hydraulische olie geldt dat de synthetische variant vermoedelijk voldoet aan de afbreekbaarheidseisen. Dit in tegenstelling tot de minerale variant. De afbreekbaarheid wordt in dit geval bepaald door de structuur van de basisolie.

Voor het schroefasvet geldt dat de afbreekbaarheid sterk bepaald wordt door het zinknaftenaat. Overigens is het plausibel dat beide vetten voldoen aan de toxiciteitseisen voor een milieuvriendelijk smeermiddel.

Voor beide bio-afbreekbare produkten geldt dat zij minder milieubelasting veroorzaken dan de minerale varianten, indien de gehele keten van produktie, gebruik en afdanking wordt bekeken. Deze conclusie geldt echter alleen voor de onderzochte produkten. De samenstelling van het produkt is maatgevend voor de milieu-effecten tijdens het gebruik en afdanking. Om die reden kan de uitkomst van deze studie niet veralgemeniseerd worden voor de gehele produktgroep van bio-afbreekbare hydraulische oliën en schroefasvetten.

11 Referentielijst

- [1] Mondelinge opgave Werklust.
- [2] Mondelinge opgave Quaker.
- [3] SOMA machinistenschool te Ede + HTL/Panolin AG.
- [4] Mondelinge opgave heer Passet/HISWA.
- [5] Mondelinge opgave Vollenhoven Grootolie.
- [6] Mondelinge opgave Kroon Oil.
- [7] Mondelinge opgave Shell.
- [8] Christian Bangemann
Bio oder was?
pp 60-62, Boote, 2/95.
- [9] Mark van de Hout en Pieter de Vries
De verontreiniging van het oppervlaktewater door de pleziervaart
Bunnink, september 1991.
- [10] Floris van Bentum e.a.
Scheepvaart en havenactiviteiten
SPEED werkplan
RIZA VROM/DGM RIVM, januari 1994.
- [11] Mondelinge opgave Axel Christiernsson.
- [12] Heijungs, R., e.a.
Milieugerichte levenscyclusanalyses van produkten.
I: Handleiding en II: Achtergronden.
Centrum voor Milieukunde, Leiden, oktober 1992.
- [13] Ir. H.G.A. van den Elsen e.a.
Smeermiddelen, een Studie naar Milieuknelpunten binnen deze Produktgroep
TAUW Infra Consult B.V., Deventer, oktober 1991.
- [14] Ir. A. Verbeek en ir. P.G. Eggels
Emissiefactoren ER I (Lekverliezen van Apparaten en Verliezen bij Op- en
Overslag)
TNO, ref.nr. 87-266, oktober 1987.
- [15] Samenvattingen uit HP's Petrochemical Handbook 1995.
- [16] Erdöl Raffinerie, hk 9
ETH Zürich, maart 1994.

- [17] Christoph Breucker e.a.
Oleochemie - Chemieprodukte auf der Basis nachwachsender Rohstoffe
pp 430 - 440 uit: Chem.-Ing.-Tech. 67 Nr. 4 (1995).
- [18] Jerry Boisvert e.a.
Literature on Chemical Technology, Lithium and Lithium Compounds
pp 434 - 443 uit: Kirk & Othmer, vol. 15, 1995.
- [19] Peter Davids en Michael Lange
Die TA Luft '86, Technische Kommentar
VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 1986.
- [20] Conrad W. Kamienski e.a.
Lithography, Lubrication and Lubricants
pp 463 - 517 uit: Kirk-Othmer, vol. 15, 1995.
- [21] The Petroleum Handbook
Shell, 1983.
- [22] A. Chauvel en G. Lefebvre
Petrochemical Processes 2, Major Oxygenated, Chlorinated and Nitrated
Derivatives
Parijs, 1989
- [23] Karakterisering van Raffinaderijen
Publikatiereeks LUCHT
VROM, Den Haag, januari 1989.
- [24] Prof. Dr. rer. nat. Otto Rentz e.a.
ECE Task Force VOC, Emissions of Volatile Organic Compounds (VOC)
from Stationary Sources and Possibilities of their Control
Umweltbundesamt, Karlsruhe, juli 1990.
- [25] D.O. Hall
Biomass Energy
pp 711 - 737 uit: Energy Policy, oktober 1991.
- [26] Drs. T. Oegema en drs. G. Postma
Rapportage Analyse Biodiesel, Milieuanalyse, Economie van de Bedrijfstak
IMSA, 12 oktober 1994.
- [27] Vermeire, T.G. e.a.
Voorstel voor de humaan toxicologische onderbouwing van de
C-toetsingswaarden
RIVM, rapport 725201005 (1991).
- [28] Vermeire, T.G.
Voorstel voor de humaan toxicologische onderbouwing van de
C-toetsingswaarden
Addendum. RIVM, rapport 715801001 (1993).

- [29] van de Meent e.a.
Streven naar waarden. Achtergrondstudie ten behoeve van de nota
'Milieukwaliteitsnormering water en bodem' (1990).
- [30] Hooftman, R.N., A.O. Hanstveit, A.J. Palsma, L. Smolders, R.J.B. Peters en
A.A.M. Gerritsen (1995).
Studie naar de milieuvriendelijkheid van smeermiddelen
TNO-rapport V95.420.
- [31] Verschueren, K. (1983).
Handbook on environmental data on organic chemicals.
Van Nostrand Reinhold Company Inc.
- [32] Jorgensen, S.E., S.N. Nielsen, L.A. Jørgensen (1991).
Handbook of ecological parameters and ecotoxicology.
Elsevier.
- [33] Haan de, F.A.M., Henkens, Ch.H., Zeilmaker, D.A., Bodembescherming
handboek voor milieubeheer, Samson H.D. Tjeenk Willink b.v., 1994.
- [34] The Merck Index, Merck and CO, Inc., 1989.
- [35] Morrison, R.T., Boyd, R.N., Organic Chemistry, Allyn and Bacon, Inc., 1987.
- [36] UBA.
Stellungnahmen der externen Sachverständigen zur 'Ökologische Bilanz von
Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselkraftstoff'.
Fassung 28.09.92.

12 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
VROM, DGM, directie IBPC

Namen en functies van de medewerkers
P.J. Pesik
B.L. van der Ven
R.N. Hooftman
A.J. Palsma

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
—

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
1995

Ondertekening



Ir. B.L. van der Ven
onderzoekleider

Goedgekeurd door



Ir. C.L. van Deelen
afdelingshoofd

Bijlage 1 Levenscyclusanalyse-methode

Aan de hand van een (verkorte) levenscyclusanalyse, uitgevoerd volgens de methode beschreven in [12], worden de milieu-effecten van de fasen van grondstofwinning, productie, gebruik en afval integraal en systematisch in beeld gebracht.

De methode kent 4 stappen:

1. Doelbepaling: het vastleggen van de functionele eenheid, waarmee een afbakening en vergelijkingsbasis voor de smeermiddelen worden verkregen.
2. Inventarisatie: het verzamelen van gegevens over de milieu-ingrepen van de verschillende fasen gedurende de gehele levensfase van de smeermiddelen.
3. Classificatie: het beoordelen van de geïnventariseerde gegevens, aan de hand waarvan een milieuprofiel wordt samengesteld.
4. Evaluatie: de eindbeoordeling.

1 Doelbepaling

Een goede basis voor de verschillende produkten om de milieu-effecten onderling vergelijkbaar te kunnen maken, wordt niet gevormd door de produkten op zich, maar door hun (gemeenschappelijke) functie, die gekoppeld is aan een bepaalde levensduur binnen een bepaalde gebruiksperiode. De grondslag voor produktvergelijking is in deze studie dus de functionele eenheid, die eenduidig de functie van de smeermiddelen beschrijft.

2 Inventarisatie

De levenscyclus van de smeermiddelen wordt onderverdeeld in drie hoofdfasen, te weten de productie, het gebruik en de afdanking. Deze drie fasen worden hieronder afzonderlijk toegelicht.

2.1 Produktiefase

Tot de produktiefase behoren alle processen betreffende de grondstofwinning, productie van de basisstoffen en eindprodukten, alsmede de opwekking van alle voor de productie gebruikte energie.

Naarmate voor een bepaald produkt meer bewerkingen nodig zijn, zal de inventarisatie met een volledige uitwerking van alle afzonderlijk materiaalbehandelingen omslachtiger worden. In dergelijke gevallen wordt het dan eenvoudiger om de diverse *opeenvolgende* productieprocessen samen te vatten in een zogeheten geaggregeerde procesbeschrijving. Aggregatie is toegestaan volgens de LCA-methode, mits dit niet tot een onjuiste basis voor een eventuele produktvergelijking leidt.

2.2 Gebruiksfase

De gebruiksfase betreft het toepassen van de smeermiddelen in de daarvoor bestemde systemen. Afhankelijk van de soort smeermiddel, kan er sprake zijn van *gebruik* (hydraulische olie), waarbij na de levensduur van het produkt verversing plaatsvindt, dan wel *verbruik* (tweetaktolie), waarbij alleen sprake is van nieuwe aanvoer. Voorts is er een tussenvorm: het smeermiddel wordt niet in zijn totaliteit ververst, maar wat via lekkage verloren gaat wordt steeds bijgevuld (schroefasvet). Afval wordt alleen gevormd bij gebruik van hydraulische olie. In de andere gevallen wordt in principe geen afval gevormd (behalve als het totale systeem wordt afgedankt). Overigens moet in deze fase het bijvullen in geval van lekkage worden meegeteld.

2.3 Afvalfase

Wat betreft de te onderzoeken produkten, wordt alleen bij hydraulische olie afval gevormd, namelijk wanneer verversing van de olie plaatsvindt. In de andere gevallen vindt geen afvalvorming plaats. De milieu-ingrepen die tot deze fase moeten worden gerekend zijn het gevolg van de eindverwerking van het afval

3 Classificatie

Zoals eerder aangegeven, is de levenscyclus van de smeermiddelen verdeeld in drie hoofdfasen: produktiefase, gebruiksfase en afvalfase. Alle geïnventariseerde milieu-ingrepen worden per hoofdfase geaggregeerd: bijvoorbeeld de totale CO₂-emissie gerelateerd aan de produktiefase, de totale CO₂-emissie van de gebruiksfase en de totale CO₂-emissie van de afvalfase. De aggregatie van de respectievelijke sub-totalen leidt vervolgens tot het totaal van de milieu-ingrepen van de gehele levenscyclus van de smeermiddelen, de zogeheten geaggregeerde ingreep tabel: bijvoorbeeld de CO₂-emissie van de gehele levenscyclus.

De mate waarin de milieu-ingrepen bijdragen aan relevante milieuthema's c.q. milieuaspecten wordt aangegeven bij de classificatie. Alle milieu-ingrepen uit de geaggregeerde ingreep tabel - dat wil zeggen alle afzonderlijke posten betreffende hoeveelheden emissies, afval, energiegebruik en grondstofverbruik - dienen hiertoe te worden omgerekend. De geaggregeerde ingreep tabel wordt als het ware vertaald in een milieuprofiel.

Hoewel in [12] een overzicht wordt gegeven van alle milieu-aspecten waarmee in principe rekening moet worden gehouden bij de classificatie, wordt erop gewezen dat voor een aantal ervan nog geen of onvoldoende gegevens (zoals omrekeningsfactoren) beschikbaar zijn. In dergelijke gevallen wordt uitgegaan van benaderingen (extrapolaties).

In deze studie is rekening gehouden met de milieuaspecten uit tabel 1.

Tabel 1 Diverse milieuaspecten waar in de studie rekening mee gehouden is

Omschrijving Nederlands	Omschrijving Engels	Code	Eenheid
Uitputting minerale grondstoffen	Abiotic Depletion Potential	ADP	j ⁻¹
Uitputting fossiele energiedragers	Energy Depletion Potential	EDP	GJ
Broeikaseffect	Global Warming Potential	GWP	kg eq CO ₂
Aantasting ozonlaag	Ozone Depletion Potential	ODP	kg eq CFC-11
Humane toxiciteit	Human Toxicity	HT	kg eq ht
Aquatische ecotoxiciteit	ECotoxicity, Aquatic	ECA	m ³ eq at
Terrestische ecotoxiciteit	ECotoxicity, Terrestrial	ECT	kg eq tt
Fotochemische smogvorming	Photochemical Oxidant formation	POCP	kg eq C ₂ H ₄
Verzuring	Acidification Potential	AP	kg eq SO ₂
Vermesting	Nutrition Potential	NP	kg eq PO ₄
Uitputting biomassa	Renewable Energy	RE	GJ
Finale afvalstoffen	Final Waste	FW	kg
Finale toxisch afvalstoffen	Toxic final Waste	TW	kg
Finaal radioactief afval	Special final Waste	SW	kg

4 Evaluatie

De classificatie levert een milieu-profiel op, een soort objectieve score, vooralsnog op 13 milieuaspecten. De weging tussen gelijksoortige milieu-aspecten (wat is belangrijker: 1 kg CO₂ in het kader van broeikaseffect of 1 kg SO₂ in het kader van verzuring?) blijft echter een subjectieve zaak.

Er zijn twee invalshoeken te onderscheiden bij de beoordeling van de onderling verschillende aspecten van het milieuprofiel:

1. De relatieve bijdrage van het verkregen milieuprofiel aan de totale landelijke belasting, bekeken voor ieder milieu-aspect; dat wil zeggen in hoeverre draagt het milieuprofiel relatief bij aan elk van de afzonderlijke 'milieuproblemen'.
2. De afweging van het belang van de totale landelijke belasting van elk afzonderlijk milieu-aspect; dat wil zeggen een onderlinge afweging van de hier genoemde 'milieuproblemen'.

In deze studie is voor het verkrijgen van een indicatie van het relatieve belang van elk aspect in het milieuprofiel gekozen voor uitwerking van invalshoek 1.

Daartoe is het verkregen milieuprofiel per smeermiddelsoort eerst geëxtrapoleerd naar alle daarbij behorende toepassingen in Nederland. Hieruit volgt de *potentiële milieubelasting* tengevolge van de functionele eenheid in Nederland (A). Vervolgens is voor elk van de 13 beschouwde milieu-aspecten de totale belasting in Nederland berekend, die afkomstig is van alle zogenaamde antropogene bronnen in Nederland, zoals industrie, collectief, verkeer, huishoudens, etc. (B).

Voor elk afzonderlijk milieu-aspect kan dan worden vastgesteld wat het aandeel is van het totale potentieel van de functionele eenheid (A) aan het Nederlandse totaal (B).

Knelpunten die hierbij genoemd kunnen worden zijn:

- Niet alle milieu-aspecten zijn als totaal in Nederland even belangrijk. (In hoeverre het totale Nederlandse aandeel aan de verzuring belangrijker is dan de totale Nederlandse bijdrage aan het broeikaseffect is een subjectieve (politieke) weging.
- Niet alle voor de functionele eenheid geïnventariseerde milieu-ingrepen (A) treden op in Nederland. Bijvoorbeeld emissies bij de aardoliewinning etc. Deze in-

grepen treden op in het buitenland en zijn niet te traceren in een Nederlands 'totaalplaatje'. Daarentegen omvat post (B) uitsluitend de bijdragen van de in Nederland gecreëerde milieu-ingrepen.

Derhalve moet er uitdrukkelijk op gewezen worden dat deze evaluatiemethode uitsluitend een indicatie biedt van de grootte-orde van de potentiële bijdrage van de functionele eenheid aan elk van de milieu-aspecten in Nederland.

Belangrijk is dat niet uit het oog wordt verloren dat zowel de inventarisatie als de classificatie in de LCA-methode gepaard gaat met onzekerheden. In deze studie zijn voor onbekende zaken namelijk stelposten ingevuld (onder andere op basis van gegevens uit de literatuur). Uiteraard wordt in de evaluatie nagegaan welke consequenties er volgen uit dergelijke onzekerheden om een beeld te krijgen hoe 'hard' het uiteindelijke resultaat van de LCA is.

Bijlage 2 Procesbeschrijvingen

De eerste pagina's bevat een inhoudsopgave van de processen en de bijbehorende nummers. Deze nummers komen overeen met de nummers in de procesbomen (figuren 2 tot en met 6).

De procesbeschrijvingen staan vermeld in volgorde van de inhoudsopgave, dus niet op nummervolgorde.

Het eerste deel van een procesbeschrijving bevat de algemene gegevens als naam van proces, bronnen en overige comments.

Bij de rubriek 'input' zijn de grondstoffen vermeld die voor het proces nodig zijn. Deze grondstoffen (onder kopje 'others') zijn zelf weer een eindprodukt van een ander proces. De vermelde emissies (output) hebben uitsluitend betrekking op het beschreven proces. De emissies die behoren bij de grondstoffen staan vermeld bij dat proces. Op deze manier worden dubbeltellingen vermeden.

Een uitzondering vormen de procesbeschrijvingen waarbij uitdrukkelijk wordt vermeld dat het om een geaggregeerd proces gaat (bijvoorbeeld de processen 1000, 2000, 3000 en 4000).

SimaPro 3.1SE

----- Process names -----

Date: 21/09/95

Category

Sub-category

Process (product)

Procesnr.

Material

Smeermiddel

Additieven AC	4007
Amine	2021
Ammoniumnitraat br	
Ammoniumnitraat fab	
Anti foam agent	1008
Anti ox/wear/rust pac	1006
Asfalt	3002
Benzotriazol	2020
bestrijdingsmiddel	
Ca-zouten	
Calcium carbonaat	4005
Cracking output imsa	
Dierlijk vet	3003
Hexane	
Koolzaad boer	5004
Koolzaad groei kg CO2	5010
Koolzaad pers	5003
Koolzaad zaaigoed	5011
Lithiumzeep	4002
Methanol fabr	
N-aandeel NH4NO3	
Nafta imsa	
Neutrale basisolie	1001
Vetzuren raf	2010
Vetzuren ruw	
Organo-fosforverbind.	2022
Persprodukt ruw	5002
Phenolische anti-oxyd.	2024
Polyether siloxaan	2023
Polyisobutyleenopl.	4003
Polymeer	1010
Pour point depressant	1007
Raapolie opgewerkt	2009
Raapolie ruw	5001
Raapzaadolie 1/Raapzaadolie 2	
Raapzaadolie A.C.	4001
Synthetisch ester	4004
Triester van vetzuren	2031
Zeep (geaggr.)	3004
Zinknaftenaat	4006
Zw, li. ger. basisolie	3001

Sm-geaggr.

Biol. afbr. schr.vet	4000
Mineraal schroefasvet	3000
Minerale hydraul. olie	1000
Synth. hydraul. olie	2000

Organ. chem

Organische stof A	1009
Organische stof B	1010

Inorg. chem

Anorganische stof A	1011
---------------------	------

LCA Smeermiddelen

Anorganische stof B		
Divers		
RAFFOIL incineration		1002
RAFFOIL proces		1003
Energy		
Smeermiddel		
Stoom		
Divers		
Rafst olie-S raffoil		1004
Rafst rafgas raffoil		1005
Processing		
Smeermiddel		
1 ha achtergr. emissie		5005
1 ha bemesting		5006
1 ha gewasbescherming		5008
1 ha koolzaadoogst		5009
1 ha ploegen		5013
1 ha zaaien		5007
1 ha zaaklaar maken		5012

----- E N D -----

Category : Material
 Title : Productie van additieven voor biologisch afbreekbaar schroefasvet
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Productie van additieven voor biologisch afbreekbaar schroefasvet
 (geaggregeerd)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
barrage water	0.00398538	kg	
biomass	4.29219	MJ	
crude oil	0.218608	kg	
natural gas	0.184639	m3	
raw coal	0.0786213	kg	
raw lignite	0.0000032934	kg	
raw limestone	0.0000316942	kg	
raw rock salt	0.0000498593	kg	
unspecified energy	0.505866	MJ	
uranium ore	0.0000016013	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
aerosols	0.0000579314	kg	
aldehydes	0	kg	
alkanes	0.00092872	kg	
aromatics monoc	0.000000608	kg	
As	0.0000000083	kg	
Be	0.0000000008	kg	
benzene	0.0000024	kg	
Cd	0.000000001	kg	
Cl	0.0000442489	kg	
CO	0.000239353	kg	
CO2	0.46948	kg	
Cr	0.0000000058	kg	
Cu	0.0000000105	kg	
deltametrin	0.0000000373	kg	
dust coarse	0.000525306	kg	
dust fine	0.000100968	kg	
ethane	0.00006112	kg	
ethene	0.0000012208	kg	
F	0.0000036108	kg	
Fe	0.000000032	kg	
H2S	0.0000000376	kg	
HCl	0.0000005412	kg	
heptaan	0.000006112	kg	
hexane-n	0.000492208	kg	
HF	0.0000000288	kg	
Hg	0.0000000164	kg	
hydrocarb.che	0.00016	kg	
hydrocarb.fer	0.0000006505	kg	
hydrocarb.inc	0.0000138595	kg	
hydrocarb.inc coal	0.0000010561	kg	
hydrocarb.inc dies	0.0000424186	kg	
hydrocarb.inc gas	0.000398496	kg	
hydrocarb.inc oil	0.0000016982	kg	
hydrocarb.ref	0.0000118032	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000028712	kg	
metals diesel	0.0000000069	kg	
metals oil		0.0000000018	kg
metazachloor	0.0000056108	kg	
methane	0.00165411	kg	
Mn	0.000000017	kg	
Mo	0.0000000016	kg	
N2O	0.000142918	kg	

LCA Smeermiddelen

Na	0.0000001472	kg	
NH3	0.0000089987	kg	
Ni	0.0000000704	kg	
NOx	0.00205621	kg	
NOx excl N2O	0.000194518	kg	
olefines	0.0000006112	kg	
parathionethyl	0.0000037297	kg	
Pb	0.0000000414	kg	
propane	0.00002448	kg	
propene	0.0000012208	kg	
Sb	0.0000000018	kg	
Se	0.0000000054	kg	
SO2	0.00108067	kg	
toluene	0.00000368	kg	
V	0.0000000672	kg	
vinchlozolin	0.0000037297	kg	
xylene	0.0000024	kg	
Zn	0.0000000379	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000090221	kg	
Al	0.000000023	kg	
AOX	0.0000000206	kg	
aromatics monoc	0.0000000001	kg	
As	0.0000000046	kg	
B	0.000000184	kg	
Ba	0.0000000459	kg	
benzene	0.0000000071	kg	
BOD	0.0000002304	kg	
Cd	0.0000000045	kg	
Cl	0.000192258	kg	
CN	0.0000000267	kg	
COD	0.0000043712	kg	
Cr	0.0000000048	kg	
Cu	0.0000000045	kg	
deltametrin	0.0000000203	kg	
dissolved solids	0.0000000158	kg	
ethyleneoxide	0.0000000524	kg	
F	0.0000010247	kg	
Fe	0.000003516	kg	
Hg	0	kg	
metals	0.0000013096	kg	
metazachloor	0.0000031394	kg	
Mg	0.000009184	kg	
Mn	0.0000000918	kg	
Mo	0.0000000045	kg	
N-Kjeldahl	0.000005376	kg	
Na	0.0001376	kg	
NH4	0.0000004479	kg	
Ni	0.0000000702	kg	
NO3	0.000985765	kg	
oil	0.0000181907	kg	
P	0.0000000459	kg	
parathionethyl	0.0000020918	kg	
Pb	0.0000000048	kg	
phenol	0.0000001823	kg	
S	0.00000024	kg	
Se	0.0000000045	kg	
SO4	0.0000827201	kg	
solids undefined	0.0000207036	kg	
suspended solids	0.0000006736	kg	
tar	0.0000000001	kg	
TOC	0.000006896	kg	
toluene	0.0000000158	kg	
V	0.0000000045	kg	
vinchlozolin	0.0000020918	kg	
xylene	0.0000000004	kg	
Zn	0.0000001127	kg	
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.0000020111	kg	

bottom ash (ns-H)	0.000675468	kg
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000001322	kg
mining waste (ns)	0.0220682	kg
nucl. waste (ns-HH)	0.0000026673	kg
oil s.waste ref.(H)	0.0000129758	kg
process waste (ns)	0.0000318382	kg
undefined	0.00016076	kg
undefined (H)	0.0000138092	kg

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Additieven AC	1	Amount	p	100	Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van amine
 Author :
 Source :
 Date : 14/03/95
 Comment : Stelpost B

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Solid emissions	Amount	Un.	Comment		
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Amine	1	Mass	kg	100	Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Stikstofkunstmest (ammoniumnitraat) bij boer
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel, blz 28,
 Date : 13/03/95
 Comment : Transport N kunstmest van fabriek tot boer in twee stappen data conform
 BUWAL IMSA bijlage 2 tabel 11

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Ammoniumnitraat fab	1	kg	
Truck longdistance -B	0.136	tkm	naar DC: 80 km heen 70 % van 80 km terug (leeg)
Truck longdistance -B	0.017	tkm	naar boer: 10 km heen 70 % van 10 km terug (leeg)

LCA Smeermiddelen

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Ammoniumnitraat br	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie stikstofkunstmest (ammoniumnitraat)
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel, blz 14, 12-10-1994
 Date : 13/03/95
 Comment : Meng-energie niet inbegrepen; transport grondstoffen tot aan kunstmestfabriek.
 IMSA bijlage 2 fig. 5

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
unspecified energy	38.9	MJ	
Others	Amount	Un.	Comment

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
CO2	2.24	kg	
NOx	0.00372	kg	
NH3	0.00158	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
NO3	0.00664	kg	
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Ammoniumnitraat fab	2.8571	Mass	kg 100 Smeermiddel
			2.8571 kg ammoniumnitraat bevat 1 kg N.

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van anti foam agent (alkyl acrylate polymer) solution in s
 Author :
 Source :
 Date : 07/04/95
 Comment : Stelpost stel 50 % alkyl acrylate polymer

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	0.5	kg	alkylacrylate polymer
Organische stof A	0.5	kg	solvent

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Solid emissions	Amount	Un.	Comment		
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Anti foam agent	1	Mass	kg	100	Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van anti oxidant/wear/rust package
 Author :
 Source :
 Date : 07/04/95
 Comment : Stelpost B betreft complexe heterogene organische verbindingen amines, sulfides, carbamaten etc. zie bijlage 2 Tauw rapport 1991

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Solid emissions	Amount	Un.	Comment		
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Anti ox/wear/rust pac	1	Mass	kg	100	Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van asfalt
 Author :
 Source :
 Date : 07/04/95
 Comment : Geëxtrapoleerd op basis ETH data proces emissies: 1.0 (geen extra's) incin emissies: 0.5

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
RAFFOIL proces	1	p	
RAFFOIL incineration	0.5	p	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
--------------------	--------	-----	---------

LCA Smeermiddelen

Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Asfalt 1000	Mass	kg 100	Smeermiddel
End.			

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Benzotriazol
 Author :
 Source :
 Date : 14/03/95
 Comment : Stelpost; B

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Benzotriazol	1	Mass kg	100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van pesticiden
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel, 12-10-1994
 Date : 15/03/95
 Comment : Gegevens onvolledig wegens inzet geringe hoeveelheden. Emissies t/m productieprocessen zouden verwaarloosbaar klein zijn t.o.v. emissies tijdens gebruik. Zie blz 17 bijlage IMSA rapport.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
unspecified energy	95.4	MJ	per kg actieve stof in de pesticiden.
Others	Amount	Un.	Comment

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category

bestrijdingsmiddel 1 Mass kg 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van Ca-zouten
 Author :
 Source :
 Date : 22/03/95
 Comment : Dummy; nodig voor koolzaadolie omestering

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Ca-zouten	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van soort calcium carbonaat tbv bio-afbreekbaar schroefaskokervet
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier
 Date : 29/06/95
 Comment : Stelpost: gelijkgesteld aan CaCO₃; betreft bestanddeel voor bio-schroefaskokervet.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
CaCO ₃ tno	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Calcium carbonaat	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

0000000

LCA Smeermiddelen

Category : Material
 Title : Produktie van cracking output
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 22/03/95
 Comment : Pas op ; merkwaardige data !! Deelproces produktie van cracking output via stoomkraakproces.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
unspecified energy	5.66	MJ	opgave thermische energie
Others	Amount	Un.	Comment
Nafta IMSA		1.38	kg
MJelgr CBS mix	0.09	MJ	
MJin CBS raffinaderij	5.66	MJ	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
SO2	0.0001	kg	
CO2	0.00003	kg	IMSA stelt 30 mg !? klopt niet met MJ unspecified
NOx	0.0005	kg	
dust fine	0.00001	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
COD	0.0006	kg	
suspended solids	0.64	kg	
BOD	0.0002	kg	
suspended solids	0.00005	kg	
alkanes	0.00002	kg	stelpost 50 % CxHy
hydrocarb.che arom	0.00002	kg	stelpost 50 % CxHy
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
process waste (ns)	0.032	kg	IMSA stelt residu als afval ???
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Cracking output IMSA	1.006	Mass	kg 100 Smeermiddel
			waarvan 1.000 kg echte crack out
			0.006 kg acetyleen (IMSA stelt dit als afval ??)

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van dierlijk vet
 Author :
 Source : O.a. TA Luft 89 blz. 638
 Date : 07/04/95
 Comment : Stelpost: produktie uit dierlijk (slacht)afval bewerkingen: malen, smelten, persen, drogen. Aanname: slachtafval is geen grondstof !! stankemissie (belangrijk) niet meegegenomen !!!

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
MJelgr CBS mix	0.0072	MJ	malen: ca. 2 Kwh per ton vet
Stoom	0.35	kg	Smelten + drogen: ca. 1 GJ/ton vet

MJelgr CBS mix	0.018	MJ	uitpersen van beenresten doorzet ca. 50 % van hoeveelheid vet ca. 10 Kwh per ton
	doorzet		

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Dierlijk vet	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van hexane
 Author :
 Source :
 Date : 15/03/95
 Comment : Stelpost; per kg 45 MJ output raffinaderij oplosmiddel voor persen koolzaad

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raffinaderij MJ 1990	45	MJ	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Hexane	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van koolzaad bij boer
 Author : TNO-ME
 Source : IMSA, rapportage analyse biodiesel
 Date : 13/03/95
 Comment : Verwijst naar 1 ha koolzaadoogst = 3700 kg tevens in rekening gebracht beslag
 biomassa + CO2 bonus.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
1 ha achtergr. emissie	1	p	
1 ha bemesting	1	p	

LCA Smeermiddelen

1 ha zaaien	1	p
1 ha gewasbescherming	1	p
1 ha koolzaadoogst	1	p
Koolzaad groei kg CO2	3700	kg

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Koolzaad boer	3700	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 30/04/95
 Comment : Inzake koolzaad: CO2-bonus & biomass classificatie beslag biomass post en negatieve CO2 emissie

INPUT

Raw materials biomass	Amount	Un.	Comment
	35.72	MJ	= 0.88 * 40.6 verbr.warmte c10 h20 o = 40.6 MJ/kg 12 % water dwz 0.88 kg ds

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

Airborne emissions CO2	Amount	Un.	Comment
	-2.504	kg	gebaseerd op ds = C23 H122 O6 dwz C-gehalte ds = 77.6 w% dwz CO2-bound ds = 0.776 * 44/12

Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
----------------------	--------	-----	---------

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
-----------------	--------	-----	---------

Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Koolzaad groei kg CO2	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : koolzaad bij pers/omesteren, geleverd vanaf boer
 Author : TNO-ME
 Source : IMSA, rapportage analyse biodiesel
 Date : 13/03/95
 Comment:

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Koolzaad boer	1000	kg	
Truck longdistance -B	85	tkm	Gebaseerd op 50 km heen 50 km terug leeg (70 %)

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Koolzaad pers	1000	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van koolzaad zaaigoed
 Author : IMSA
 Source : Rapportage Analyse Biodiesel, 12-10-1994
 Date : 13/03/95
 Comment : Koolzaad t.b.v. het zaaien/ Gegevens vergelijkbaar met produktie van koolzaad KME. Zou hetzelfde moeten zijn?

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
unspecified energy	7	MJ	
Others	Amount	Un.	Comment
N-aandeel NH4NO3	0.12	kg	0.12 kg N
Koolzaad groei kg CO2	1	kg	
Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
CO2	0.42	kg	tgV MJ verbrandingsemissies
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Koolzaad zaaigoed	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van Lithiumzeep
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Produktie van lithiumzeep t.b.v. het biologisch afbreekbare schroefaskokervet (geaggregeerde procesdata)

LCA Smeermiddelen

INPUT

	Amount	Un.	Comment
Raw materials			
barrage water	24.5603	kg	
biomass	596.972	MJ	
crude oil	1.89413	kg	
natural gas	5.71909	m3	
raw coal	2.85192	kg	
raw KCl	9.06049	kg	
raw lignite	0.0202964	kg	
raw limestone	9.33341	kg	
raw rock salt	5.10214	kg	
unspecified energy	42.0531	MJ	
uranium ore	0.0000329431	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

	Amount	Un.	Comment
Airborne emissions			
aerosols	0.00401286	kg	
aldehydes	0.0000008013	kg	
alkanes	0.120669	kg	
As	0.0000000974	kg	
Be	0.0000000134	kg	
benzo-a-pyrene	0.0000000123	kg	
Cd	0.0000000022	kg	
Cl	0.000705327	kg	
Cl2	0.0000000964	kg	
CO	0.0259728	kg	
CO2	-8.86607	kg	
Cr	0.0000000914	kg	
Cu	0.0000001217	kg	
deltametrin	0.0000051874	kg	
dust coarse	0.0880735	kg	
dust fine	0.0125751	kg	
F	0.0000575562	kg	
fluoranthene		0.0000001141	kg
H2S	0.0000079613	kg	
HCl	0.0000083452	kg	
hexane-n	0.06676	kg	
HF	0.0000000934	kg	
Hg	0.0000002629	kg	
hydrocarb.fer	0.0000103691	kg	
hydrocarb.inc	0.000967076	kg	
hydrocarb.inc coal	0.000154505	kg	
hydrocarb.inc dies	0.00735533	kg	
hydrocarb.inc gas	0.00284246	kg	
hydrocarb.inc oil	0.0000939176	kg	
hydrocarb.ref	0.000253382	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000902852	kg	
metals diesel	0.0000089822	kg	
metals oil		0.0000000296	kg
metazachloor	0.00078037	kg	
methane	0.0476227	kg	
Mn	0.0000002719	kg	
N2O	0.0198775	kg	
NH3	0.779964	kg	
Ni	0.0000001727	kg	
NOx	0.0673216	kg	
NOx excl N2O	0.0270542	kg	
parathionethyl	0.000518743	kg	
Pb	0.0000002088	kg	
Sb	0.0000000356	kg	
Se	0.0000000457	kg	
SO2	0.0444284	kg	
vinchlozolin	0.000518743	kg	
Zn	0.0000004313	kg	
Waterborne emissions			
acid	0.000116468	kg	

As	0.0000000004	kg
benzene	0.000000153	kg
BOD	0.0000002398	kg
Cd	0.0000000001	kg
Cl	3.08272	kg
CN	0.0000000796	kg
COD	0.0000015009	kg
Cr	0.0000000065	kg
Cu	0.0000000001	kg
deltametrin	0.0000028282	kg
dissolved solids	0.000165585	kg
ethyleneoxide	0.0000011263	kg
F	0.0000171063	kg
Fe	0.000116958	kg
Kjeld N	0.0000718165	kg
metals	0.0000127293	kg
metazachloor	0.000436646	kg
Na	0.619725	kg
NH4	0.00237592	kg
Ni	0.0000023387	kg
NO3	0.136528	kg
oil	0.000161551	kg
PAH	0.0000000031	kg
parathionethyl	0.000290947	kg
Pb	0.0000005865	kg
phenol	0.0000009918	kg
SO4	0.0292026	kg
solids undefined	0.000195407	kg
suspended solids	0.421802	kg
tar	0.000001467	kg
toluene	0.000000331	kg
vinchlozolin	0.000290947	kg
Zn	0.0000023643	kg

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.0123948	kg	
bottom ash (ns-H)	0.0140664	kg	
fly ash coal	0.0194678	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000043572	kg	
mining waste (ns)	2.28883	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.0000437844	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.000107238	kg	
process waste (ns)	0.00155379	kg	
undefined	0.0649177	kg	
undefined (H)	0.0000216661	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Lithiumzeep		1	Amount	p	100
					Smeermid del

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van methanol
 Author : TNO MEP/tro
 Source : Intern
 Date : 22/03/95
 Comment : Input voor koolzaadolie omestering. CO2 input synthesesgas niet meegenomen (130 gr).
 Aanname: bijprodukt katalysator niet meegenomen

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
water	1.5	kg	

LCA Smeermiddelen

Others	Amount	Un.	Comment
MJin aardgas -B	2.532	MJ	0.08 m3 (60 gr) a 31.65 MJ /m3
Gas aard tno	0.76	m3	570 gr

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Methanol fabr	1	Mass	kg 100 Smeermiddel
End.			

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Stikstof(kunstmest) (ammoniumnitraat)
 Author : TNO-ME
 Source : IMSA, rapportage analyse biodiesel
 Date : 13/03/95
 Comment : Nodig voor bemesting bij kweken van koolzaad. Verwijst naar ammoniumnitraat.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Ammoniumnitraat br	2.8571	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
N-aandeel NH4NO3	1	Mass	kg 100 Smeermiddel
End.			

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van nafta
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 22/03/95
 Comment : Pas op; merkwaardige data ??? (CO2 ??) produktie van nafta uit ruwe olie.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
crude oil	1.045	kg	
unspecified energy	3.9	MJ	opgave energie
Others	Amount	Un.	Comment
MJelgr CBS mix	0.12	MJ	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
SO2	0.0009	kg	
CO2	0.0002	kg	200 mg ??; klopt niet met 3.9 MJ unspecified
NOx	0.0002	kg	
hydrocarb.ref	0.00032	kg	
methane	0.00002	kg	
dust fine	0.00006	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
COD	0.00007	kg	
BOD	0.00004	kg	
oil	0.00097	kg	
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
undefined		0.00423 kg	opgave als S ???
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Nafta IMSA		1	Mass kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van neutrale basisolie
 Author : TNO-ME
 Source : CBS
 Date : 07/04/95
 Comment : Geëxtrapoleerd van ETH data proces emissies: 1.0 + 0.2 kg furfural/ton incin. emissies: 2.0

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
RAFFOIL incineration	2	p	
RAFFOIL proces	1	p	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
furfural	0.2	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Neutrale basisolie	1000	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie vetzuren
 Author :
 Source :
 Date : 01/09/95

LCA Smeermiddelen

Comment : Stelpost: drogen en destillatie van vetzuren (na vetsplitsing van raapolie)
 uitgangspunt: 80 kg stoom/ton produkt (ca. 300 MJ) 20 MJel/ton produkt (ca. 60 MJ)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Stoom	80	kg	
MJelgr CBS mix	20	MJ	
Vetzuren ruw	1000	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Vetzuren raf	1000	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van o.a. vetzuren en glycerine
 Author : TNO
 Source : Chem.Ing.Techn./Rapportage analyse biodiesel
 Date : 22/03/95
 Comment : Stelpost: vetsplitsen vgl met omestering KME, tevens extractie van glycerine (zie Chem.Ing. Tech. 67 (1995) blz 432). Toerekening vindt plaats op basis van gewicht 90% vetzuren versus 10% glycerine

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raapolie opgewerkt	1	kg	
MJelgr CBS mix	0.18	MJ	
Stoom	0.2	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Vetzuren ruw	0.9	Mass	kg 90 Smeermiddel
Glycerine vetsp/raap	0.1	Mass	kg 10 Smeermiddel
			Pct. verdeling op gewichtsbasis
			Pct. verdeling op gewichtsbasis

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Organo-fosforverbinding
 Author :
 Source :
 Date : 14/03/95
 Comment : Stelpost; A organisch (2) + A anorganisch (1)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Anorganische stof A	0.33	kg	
Organische stof A	0.67	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Organo-fosforverbind.	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Koolzaad olie, niet opgewerkt en raapkoek
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Betreft deelproces persen bij de productie van KME. Toerekening op basis van gewicht dus 39.2 % koolzaadolie versus 60.8 % raapkoek.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Koolzaad pers	1	kg	
MJelgr CBS mix	0.1512	MJ	mechanisch
Stoom	0.084	kg	
MJelgr CBS mix	0.034	MJ	chemisch
Stoom	0.25	kg	
Hexane	0.004	kg	verlies chemisch persen

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
hexane-n	0.004	kg	
alkanes	0.00723	kg	
CO2	0.343	kg	
NOx	0.000727	kg	
NH3	0	kg	
dust fine	0.0001	kg	50 mg/m3 bij 2 m3/kg
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Persprodukt ruw	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

LCA Smeermiddelen

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : phenolische antioxydanten
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier
 Date : 19/09/95
 Comment:

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof A	0.3	kg	
Organische stof B	0.9	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Phenolische anti-oxyd.	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Polyether siloxaan
 Author :
 Source :
 Date : 14/03/95
 Comment : Stelpost; A

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Polyether siloxaan	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
Title : Produktie van PIB oplossing
Author : TNO-ME
Source : Leverancier
Date : 29/06/95
Comment : Stelpost betreft bestanddeel PIB solution (12%) in rapeseed voor bio-schroefaskokervet.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raapolie opgewerkt	0.88	kg	
PE Id -B/tno	0.12	kg	PIB is min of meer vergl met PE

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Polyisobutyleenopl.	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
Title : Produktie van polymeer
Author :
Source :
Date : 07/04/95
Comment : Stelpost: B

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Polymeer	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
Title : Produktie van pour point depressant
Author :
Source :
Date : 07/04/95

LCA Smeermiddelen

Comment : Stelpost polymethacrylaat in refined mineral oil stel 50 % polymethacrylaat

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof B	0.5	kg	polymethacrylaat
Neutrale basisolie	0.5	kg	refined mineral oil

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Pour point depressant	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Opwerken van koolzaadolie
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 22/03/95
 Comment : Betreft deelproces opwerken koolzaadolie bij de productie van KME.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raapolie ruw	1	kg	
MJelgr CBS mix	0.558	MJ	
Stoom	0.978	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Raapolie opgewerkt	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 23/08/95
 Comment:

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Persprodukt ruw	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Raapolie ruw	0.392	Mass	kg 39.2 Smeermiddel
Raapschroot	0.608	Mass	kg 60.8 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van raapzaadolie
 Author : TNO-ME
 Source : Leverancier
 Date : 29/06/95
 Comment : Globaal: volgens fabrikant koolzaadolie bio-schroefaskokervet

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raapolie opgewerkt	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Raapzaadolie	1	0.5 Mass	kg 50 Smeermiddel
Raapzaadolie	2	0.5 Mass	kg 50 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Raapzaadolie tbv bio-afbreekbaar schroefaskokervet
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier
 Date : 14/09/95
 Comment :

LCA Smeermiddelen

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Raapzaadolie 1	18.23	kg	
Raapzaadolie 2	18.23	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Raapzaadolie A.C.	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van synthetisch ester
 Author :
 Source :
 Date : 29/06/95
 Comment : Stelpost op basis van PET

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
PET -B/tno	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Synthetisch ester	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Material
 Title : triester van vetzuren
 Author : TNO-ME
 Source : CBS
 Date : 14/03/95
 Comment : Gegevens volgens opgave leverancier

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
MJelgr CBS mix	5760	MJ	Input elektr. bedraagt 1600 kWh

MJin aardgas -B	18993.4	MJ	Input aardgas bedraagt 600 m3; aanne: er wordt warmte mee opgewekt.		
Vetzuren raf Polyalkohol	ca 3000	ca 20000 kg			
OUTPUT					
Airborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Waterborne emissions esters	Amount 5	Un. kg	Comment 100 kg naar chemisch riool aanne 5 % naar opp.vl. water		
Solid emissions	Amount	Un.	Comment		
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Triester van vetzuren	19900	Mass	kg	100	Smeermiddel
			20000 kg stoechiometrich - 100 kg verlies		

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van zeep (geaggreerd)
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Produktie van zeep t.b.v. het minerale schroefasvet (geaggreerde procesdata)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment	
barrage water	8.96815	kg		
crude oil	0.195199	kg		
natural gas	0.0934443	m3		
raw coal	0.0213449	kg		
raw lignite	0.00741121	kg		
raw limestone	3.14136	kg		
raw rock salt	0.0155401	kg		
unspecified energy	0.160105	MJ		
uranium ore	0.0000029183	kg		
Others	Amount	Un.	Comment	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment	
aerosols	0.000199324	kg		
aldehydes	0.000000293	kg		
As	0.0000000049	kg		
Be	0.0000000001	kg		
benzo-a-pyrene	0	kg		
Cd	0.0000000043	kg		
Cl	0.0000056063	kg		
CO	0.000177602	kg		
CO2	1.58151	kg		
Cr	0.0000000111	kg		
Cu	0.0000000051	kg		
dust coarse	0.0269594	kg		
dust fine	0.00274298	kg		
F	0.0000004574	kg		
fluoranthene		0.0000000003	kg	
H2S	0.0000001908	kg		
HCl	0.0000001154	kg		
HF	0.0000000014	kg		
Hg	0.0000000062	kg		
hydrocarb.fer	0.0000000824	kg		

LCA Smeermiddelen

hydrocarb.inc	0.000243398	kg
hydrocarb.inc coal	0.0000006965	kg
hydrocarb.inc dies	0.0000269546	kg
hydrocarb.inc gas	0.000352174	kg
hydrocarb.inc oil	0.0000575771	kg
hydrocarb.ref	0.0000528751	kg
hydrocarbnm.inc gas	0.0000012485	kg
metals diesel	0.0000001677	kg
metals oil		0.0000000002 kg
methane	0.000786581	kg
Mn	0.0000000021	kg
NH3	0.00240006	kg
Ni	0.0000000159	kg
NOx	0.00254373	kg
Pb	0.0000000072	kg
Sb	0.0000000044	kg
Se	0.0000000003	kg
SO2	0.00601277	kg
Zn	0.0000000075	kg

Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000065294	kg	
As	0	kg	
benzene	0.0000000277	kg	
BOD	0.0000000169	kg	
Cd	0	kg	
Cl	0.00950645	kg	
CN	0.0000000165	kg	
COD	0.0000002345	kg	
Cr	0.0000000014	kg	
Cu	0	kg	
dissolved solids	0.0000357548	kg	
ethyleneoxide	0.0000002351	kg	
F	0.0000005625	kg	
Fe	0.0000005825	kg	
Hg	0	kg	
Kjeld N	0.0000002213	kg	
metals	0.0000010299	kg	
Na	0.00191	kg	
NH4	0.0000074269	kg	
Ni	0.0000000116	kg	
NO3	0.0000000029	kg	
oil	0.0000141941	kg	
PAH	0	kg	
Pb	0.0000000014	kg	
phenol	0.0000000447	kg	
SO4	0.0000903191	kg	
solids undefined	0.0000163873	kg	
suspended solids	0.0013	kg	
tar	0.0000005363	kg	
toluene	0.0000000692	kg	
Zn	0.0000000174	kg	

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.00452593	kg	
bottom ash (ns-H)	0.00122513	kg	
fly ash coal	0.00006	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000000602	kg	
mining waste (ns)	0.902534	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.0000008018	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.0000158722	kg	
process waste (ns)	0.000142626	kg	
undefined	0.000200346	kg	
undefined (H)	0.0000045215	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Zeep (geaggr.)	1	Amount	p	100	Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : S2; produktie van zinknaftenaat
 Author : TNO-MEP
 Source :
 Date : 29/06/95
 Comment : Stelpost: betreft toevoeging voor bio-schroefaskokervet.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Organische stof A	0.975	kg	7.5% naftenen + solvent
Zink avg tno	0.025	kg	2.5% Zn

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Zinknaftenaat	1	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van zware, licht geraffineerde basisolie
 Author :
 Source :
 Date : 07/04/95
 Comment : Geëxtrapoleerd op basis van ETH data 1.0 proces emissies, geen extra's 2.0 incin emissies

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
RAFFOIL incineration	2	p	
RAFFOIL proces	1	p	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Zw, li. ger. basisolie	1000	Mass	kg 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van biologisch afbreekbaar schroefasvet
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.

LCA Smeermiddelen

Date : 20/09/95

Comment : Productie van biologisch afbreekbaar schroefasvet (geaggregeerde procesdata)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
barrage water	6.57936	kg	
biomass	21.8488	MJ	
crude oil	0.0878934	kg	
natural gas	0.191209	m3	
raw coal	0.0529676	kg	
raw KCl	0.0906049	kg	
raw lignite	0.00543719	kg	
raw limestone	0.171941	kg	
raw rock salt	0.0932451	kg	
unspecified energy	23.8162	MJ	
uranium ore	0.0000026702	kg	
Zn ore	0.0152944	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
aerosols	0.000142443	kg	
aldehydes	0.0000009853	kg	
alkanes	0.00443005	kg	
aromatics monoc	0.0000001357	kg	
As	0.000000003	kg	
Be	0.0000000003	kg	
benzene	0.0000005358	kg	
benzo-a-pyrene	0.0000000001	kg	
Cd	0.0000000008	kg	
CFC-hard	0.0000000011	kg	
Cl	0.0000187492	kg	
Cl2	0.0000000012	kg	
CO	0.00637186	kg	
CO2	0.0354181	kg	
Cr	0.0000000024	kg	
Cu	0.0000000038	kg	
deltametrin	0.0000001898	kg	
dust coarse	0.00172884	kg	
dust fine	0.000273094	kg	
ethane	0.000013647	kg	
ethene	0.0000002725	kg	
F	0.0000015299	kg	
Fe	0.0000000071	kg	
fluoranthene		0.0000000011	kg
H2S	0.0000000894	kg	
H2SO4	0.0000000418	kg	
HCl	0.0000296145	kg	
heptaan	0.0000013647	kg	
hexane-n	0.0024461	kg	
HF	0.0000000081	kg	
Hg	0.0000000072	kg	
hydrocarb.che	0.0000623538	kg	
hydrocarb.fer	0.0000002824	kg	
hydrocarb.inc	0.00767065	kg	
hydrocarb.inc coal	0.0000017972	kg	
hydrocarb.inc dies	0.000231308	kg	
hydrocarb.inc gas	0.000143346	kg	
hydrocarb.inc oil	0.0000024076	kg	
hydrocarb.met melt	0.0000000002	kg	
hydrocarb.ref	0.0000055994	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000030029	kg	
metals diesel	0.0000001217	kg	
metals oil		0.0000000007	kg
metazachloor	0.0000285611	kg	
methane	0.00137519	kg	

Mn	0.0000000072	kg	
Mo	0.0000000003	kg	
N2O	0.000727503	kg	
Na	0.0000000328	kg	
NH3	0.00783324	kg	
Ni	0.0000000178	kg	
NOx	0.00374361	kg	
NOx excl N2O	0.000990168	kg	
olefines	0.0000001364	kg	
parathionethyl	0.0000189857	kg	
Pb	0.0000000118	kg	
propane	0.0000054659	kg	
propene	0.0000002725	kg	
Sb	0.0000000008	kg	
Se	0.0000000017	kg	
SO2	0.00262381	kg	
tetrachloromethane	0.0000000001	kg	
toluene	0.0000008216	kg	
V	0.000000015	kg	
vinchlozolin	0.0000189857	kg	
xylene	0.0000005358	kg	
Zn	0.0000001024	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000043164	kg	
Al	0.0000000006	kg	
AOX	0.0000000046	kg	
aromatics monoc	0	kg	
As	0.0000000001	kg	
asbest	0.0000000004	kg	
B	0.0000000041	kg	
Ba	0.0000000102	kg	
benzene	0.0000000037	kg	
BOD	0.0000000658	kg	
Cd	0.0000000011	kg	
Cd#	0.0000000004	kg	
Cl	0.0308769	kg	
CN	0.0000000069	kg	
COD	0.000001286	kg	
Cr	0.0000000011	kg	
Cu	0.0000000001	kg	
deltametrin	0.0000001035	kg	
dissolved solids	0.0137995	kg	
ethyleneoxide	0.0000000248	kg	
F	0.0000008161	kg	
Fe	0.000002023	kg	
Hg	0	kg	
Kjeld N	0.0000007184	kg	
metals	0.000000562	kg	
metazachloor	0.000015981	kg	
Mg	0.0000020514	kg	
Mn	0.0000000205	kg	
Mo	0.0000000001	kg	
N-Kjeldahl	0.0000012003	kg	
N-total	0	kg	
Na	0.00622925	kg	
NH4	0.0000239271	kg	
Ni	0.0000000404	kg	
NO3	0.00499768	kg	
oil	0.000177292	kg	
P	0.0000000102	kg	
PAH	0	kg	
parathionethyl	0.0000106485	kg	
Pb	0.0000000069	kg	
phenol	0.0000003638	kg	
S	0.0000000556	kg	
Se	0.0000000001	kg	
SO4	0.000310721	kg	
solids undefined	0.0000087313	kg	
suspended solids	0.00421817	kg	
tar	0.0000003934	kg	

LCA Smeermiddelen

TOC	0.0000015397	kg
toluene	0.0000000074	kg
V	0.0000000001	kg
vinchlozolin	0.0000106485	kg
xylene	0.0000000001	kg
Zn	0.0000000542	kg
Zn#	0.0000000805	kg

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.00332038	kg	
bottom ash (ns-H)	0.00112551	kg	
elec.asbest.waste (H)	0.000000041	kg	
fly ash coal	0.000194678	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000001435	kg	
Hg.waste i.c.(H)	0	kg	
mining waste (ns)	0.060084	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.0000014704	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.0000046345	kg	
process waste (ns)	0.0000238073	kg	
undefined	0.00178205	kg	
undefined (H)	0.000534616	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Biol. afbr. schr.vet	1	Mass	kg	100	Sm-geaggr.

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van mineraal schroefasvet
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Produktie van mineraal schroefasvet (geaggregeerde procesdata)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
barrage water	0.0898819	kg	
crude oil	0.959165	kg	
natural gas	0.0753117	m3	
raw coal	0.00259131	kg	
raw lignite	0.0000742777	kg	
raw limestone	0.0315555	kg	
raw rock salt	0.000344955	kg	
unspecified energy	0.0303215	MJ	
uranium ore	0.0000000718	kg	
water	0.0121	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
aerosols	0.0000597817	kg	
aldehydes	0.0000000029	kg	
alkanes	0.000321835	kg	
aromatics monoc	0.0000032015	kg	
As	0.0000000026	kg	
Be	0	kg	
benzene	0.0000126375	kg	
benzo-a-pyrene	0	kg	
Cd	0	kg	
Cl	0.0000012341	kg	
CO	0.0000719587	kg	
CO2	0.503489	kg	
Cr	0.0000000099	kg	

Cu	0.0000000326	kg	
dust coarse	0.000283555	kg	
dust fine	0.000236858	kg	
ethane	0.000321835	kg	
ethene	0.0000064282	kg	
F	0.0000001007	kg	
Fe	0.0000003235	kg	
fluoranthene	0	kg	
furfural	0.00006872	kg	
H2S	0.0000000028	kg	
HCl	0.0000029256	kg	
heptaan	0.0000321835	kg	
hexane-n	0.0000642828	kg	
HF	0.0000002911	kg	
Hg	0.0000000053	kg	
hydrocarb.che	0.0000042	kg	
hydrocarb.fer	0.0000000181	kg	
hydrocarb.inc	0.0000028017	kg	
hydrocarb.inc coal	0.0000000349	kg	
hydrocarb.inc dies	0.0000002725	kg	
hydrocarb.inc gas	0.00170789	kg	
hydrocarb.inc oil	0.000001427	kg	
hydrocarb.ref	0.0000008348	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000014767	kg	
metals diesel	0.0000000016	kg	
metals oil	0	kg	
methane	0.00251123	kg	
Mn	0.0000000004	kg	
Mo	0.0000000161	kg	
Na	0.0000014882	kg	
NH3	0.0000240006	kg	
Ni	0.00000006151	kg	
NOx	0.00331947	kg	
olefines	0.0000032183	kg	
Pb	0.0000002915	kg	
propane	0.000128903	kg	
propene	0.0000064282	kg	
Sb	0	kg	
Se	0.0000000259	kg	
SO2	0.00167444	kg	
toluene	0.0000193775	kg	
V	0.0000006794	kg	
xylene	0.0000126375	kg	
Zn	0.000000114	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000285604	kg	
Al	0.0000001213	kg	
AOX	0.0000001086	kg	
aromatics monoc	0.0000000005	kg	
As	0.0000000241	kg	
B	0.0000009688	kg	
Ba	0.0000002418	kg	
benzene	0.0000000026	kg	
BOD	0.0000012133	kg	
Cd	0.0000000241	kg	
Cl	0.00105702	kg	
CN	0.0000001215	kg	
COD	0.0000228532	kg	
Cr	0.0000000242	kg	
Cu	0.0000000241	kg	
dissolved solids	0.0000003583	kg	
ethyleneoxide	0.0000000037	kg	
F	0.0000000328	kg	
Fe	0.0000013063	kg	
Hg	0.0000000002	kg	
Kjeld N	0.0000000022	kg	
metals	0.0000047523	kg	
Mg	0.0000483595	kg	
Mn	0.0000004836	kg	

LCA Smeermiddelen

Mo	0.0000000241	kg
N-Kjeldahl	0.000028308	kg
Na	0.00074365	kg
NH4	0.0000000862	kg
Ni	0.000000026	kg
NO3	0.0000207319	kg
oil	0.0000684005	kg
P	0.0000002418	kg
PAH	0	kg
Pb	0.0000000242	kg
phenol	0.0000007904	kg
S	0.0000012637	kg
Se	0.0000000241	kg
SO4	0.000436476	kg
solids undefined	0.0000760237	kg
suspended solids	0.0000165469	kg
tar	0.0000000053	kg
TOC	0.0000363118	kg
toluene	0.0000000035	kg
V	0.0000000241	kg
xylene	0.0000000024	kg
Zn	0.0000002437	kg

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.0000453604	kg	
bottom ash (ns-H)	0.0000494105	kg	
fly ash coal	0.0000006	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000000072	kg	
mining waste (ns)	0.0109307	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.000000079	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.0000475389	kg	
process waste (ns)	0.0000022518	kg	
undefined	0.000844542	kg	
undefined (H)	0.0000674714	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Mineraal schroefasvet	1	Mass	kg	100	Sm-geaggr.

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Produktie van minerale hydraulische olie
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Produktie van minerale hydraulische olie (geaggregeerde procesdata)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
barrage water	0.000208507	kg	
crude oil	1.14167	kg	
natural gas	0.0874082	m3	
raw coal	0.00486775	kg	
raw lignite	0.0000001723	kg	
raw limestone	0.000169219	kg	
raw rock salt	0.000226023	kg	
unspecified energy	0.0377209	MJ	
uranium ore	0.0000000914	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
--------	--------	-----	---------

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
aerosols	0.0000715396	kg	

aldehydes	0	kg	
alkanes	0.000382	kg	
aromatics monoc	0.0000038	kg	
As	0.0000000321	kg	
Be	0	kg	
benzene	0.000015	kg	
Cd	0	kg	
Cl	0.0000025278	kg	
CO	0.0000846226	kg	
CO2	0.598758	kg	
Cr	0.0000000122	kg	
Cu	0.0000000402	kg	
dust coarse	0.0000302963	kg	
dust fine	0.000250539	kg	
ethane	0.000382	kg	
ethene	0.00000763	kg	
F	0.0000002062	kg	
Fe	0.0000003979	kg	
furfural	0.00019791	kg	
H2S	0.0000000022	kg	
HCl	0.0000035944	kg	
heptaan	0.0000382	kg	
hexane-n	0.0000763	kg	
HF	0.0000003581	kg	
Hg	0.0000000068	kg	
hydrocarb.che	0.00000965	kg	
hydrocarb.fer	0.0000000371	kg	
hydrocarb.inc	0.0000008322	kg	
hydrocarb.inc coal	0.0000000613	kg	
hydrocarb.inc dies	0.0000000003	kg	
hydrocarb.inc gas	0.00203133	kg	
hydrocarb.inc oil	0.0000010942	kg	
hydrocarb.ref	0.0000007121	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000017747	kg	
metals oil		0.0000000001	kg
methane	0.0029954	kg	
Mn	0.0000000009	kg	
Mo	0.0000000199	kg	
Na	0.0000018303	kg	
NH3	0	kg	
Ni	0.0000007565	kg	
NOx	0.00395553	kg	
olefines	0.00000382	kg	
Pb	0.0000003588	kg	
propane	0.000153	kg	
propene	0.00000763	kg	
Sb	0.0000000001	kg	
Se	0.000000032	kg	
SO2	0.00196438	kg	
toluene	0.000023	kg	
V	0.0000008356	kg	
xylene	0.000015	kg	
Zn	0.0000001408	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000339877	kg	
Al	0.000000144	kg	
AOX	0.000000129	kg	
aromatics monoc	0.0000000006	kg	
As	0.0000000287	kg	
B	0.00000115	kg	
Ba	0.000000287	kg	
benzene	0.0000000029	kg	
BOD	0.00000144	kg	
Cd	0.0000000287	kg	
Cl	0.00114177	kg	
CN	0.0000001442	kg	
COD	0.0000271281	kg	
Cr	0.0000000287	kg	
Cu	0.0000000287	kg	
dissolved solids	0.0000000008	kg	

LCA Smeermiddelen

ethyleneoxide	0.0000000031	kg
F	0.0000000587	kg
Fe	0.0000016294	kg
Hg	0.0000000002	kg
metals	0.0000056538	kg
Mg	0.0000574	kg
Mn	0.000000574	kg
Mo	0.0000000287	kg
N-Kjeldahl	0.0000336	kg
Na	0.00086	kg
NH4	0.0000000255	kg
Ni	0.0000000324	kg
NO3	0.0000246131	kg
oil	0.0000813779	kg
P	0.0000000287	kg
Pb	0.0000000287	kg
phenol	0.0000009377	kg
S	0.0000015	kg
Se	0.0000000287	kg
SO4	0.000517	kg
solids undefined	0.000090449	kg
suspended solids	0.00000421	kg
tar	0	kg
TOC	0.0000431	kg
toluene	0.0000000038	kg
V	0.0000000287	kg
xylene	0.0000000028	kg
Zn	0.0000002908	kg

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.0000001052	kg	
bottom ash (ns-H)	0.0000608339	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000000069	kg	
mining waste (ns)	0.00283451	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.0000001523	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.0000565437	kg	
process waste (ns)	0.0000019209	kg	
undefined	0.00100004	kg	
undefined (H)	0.0000800609	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Minerale hydraul. olie	1	Mass	kg	100	Sm-geaggr.

End.

0000000

Category : Material
 Title : Produktie van synthetische hydraulische olie
 Author : TNO-MEP
 Source : Leverancier, TNO e.a.
 Date : 20/09/95
 Comment : Produktie van synthetische hydraulische olie (geaggregeerde procesdata)

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
barrage water	0.00794539	kg	
biomass	35.0955	MJ	
crude oil	0.243134	kg	
natural gas	0.352852	m3	
raw coal	0.0746848	kg	
raw lignite	0.0000065659	kg	
raw limestone	0.000030318	kg	
raw rock salt	0.0000555761	kg	
raw unspecified	0.0019503	kg	
unspecified energy	2.24543	MJ	
uranium ore	0.0000016203	kg	

Others	Amount	Un.	Comment
OUTPUT			
Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
aerosols	0.000195909	kg	
aldehydes	0.0000000001	kg	
alkanes	0.00715718	kg	
aromatics monoc	0.0000006283	kg	
As	0.0000000081	kg	
Be	0.0000000008	kg	
benzene	0.0000024802	kg	
Cd	0.0000000007	kg	
Cl	0.0000447409	kg	
CO	0.00116576	kg	
CO2	-0.960437	kg	
Cr	0.0000000005	kg	
Cu	0.0000000103	kg	
deltametrin	0.0000003049	kg	
dust coarse	0.000497149	kg	
dust fine	0.000199259	kg	
ethane	0.0000631627	kg	
ethene	0.0000012616	kg	
F	0.0000036727	kg	
Fe	0.0000000033	kg	
H2S	0.0000000239	kg	
HCl	0.0000008025	kg	
heptaan	0.0000063162	kg	
hexane-n	0.00393738	kg	
HF	0.0000000297	kg	
Hg	0.0000000164	kg	
hydrocarb.che	0.0000482735	kg	
hydrocarb.fer	0.0000006577	kg	
hydrocarb.inc	0.0000092603	kg	
hydrocarb.inc coal	0.0000009433	kg	
hydrocarb.inc dies	0.000346477	kg	
hydrocarb.inc gas	0.000445275	kg	
hydrocarb.inc oil	0.0000008813	kg	
hydrocarb.ref	0.000007506	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.0000055982	kg	
metals diesel	0.0000000564	kg	
metals oil		0.0000000018	kg
metazachloor	0.0000458774	kg	
methane	0.0026127	kg	
Mn	0.0000000172	kg	
Mo	0.0000000016	kg	
N2O	0.00116858	kg	
Na	0.0000001521	kg	
NH3	0.0000735759	kg	
Ni	0.0000000713	kg	
NO2	0.000003894	kg	
NOx	0.00326819	kg	
NOx excl N2O	0.0015905	kg	
olefines	0.0000006316	kg	
P	0.0000000045	kg	
parathionethyl	0.0000304965	kg	
Pb	0.0000000042	kg	
propane	0.0000252981	kg	
propene	0.0000012616	kg	
Sb	0.0000000015	kg	
Se	0.0000000055	kg	
SO2	0.00105728	kg	
toluene	0.0000038029	kg	
V	0.0000000694	kg	
vinchlozolin	0.0000304965	kg	
xylene	0.0000024802	kg	
Zn	0.0000000382	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
acid	0.0000107255	kg	

LCA Smeermiddelen

Al	0.0000000238	kg
AOX	0.0000000213	kg
aromatics monoc	0.0000000001	kg
As	0.0000000067	kg
B	0.0000001901	kg
Ba	0.0000000474	kg
benzene	0.0000000056	kg
BOD	0.0000002381	kg
Cd	0.0000000098	kg
Cl	0.000207378	kg
CN	0.0000000261	kg
COD	0.0000045011	kg
Cr	0.0000000346	kg
Cu	0.0000000186	kg
deltametrin	0.0000001662	kg
dissolved solids	0.0000000316	kg
esters	0.000259602	kg
ethyleneoxide	0.0000000333	kg
F	0.000059752	kg
Fe	0.0000033477	kg
Hg	0.0000000003	kg
metals	0.0000015155	kg
metazachloor	0.0000256701	kg
Mg	0.0000094909	kg
Mn	0.0000000949	kg
Mo	0.0000000047	kg
N-Kjeldahl	0.0000055556	kg
Na	0.000142199	kg
NH4	0.0000004529	kg
Ni	0.0000000768	kg
NO3	0.00803045	kg
oil	0.0000205812	kg
P	0.0000190555	kg
parathionethyl	0.0000171046	kg
Pb	0.0000000148	kg
phenol	0.0000002098	kg
S	0.000000248	kg
Se	0.0000000047	kg
SO4	0.0000854848	kg
solids undefined	0.0000237456	kg
suspended solids	0.0000006961	kg
tar	0.0000000003	kg
TOC	0.0000071264	kg
toluene	0.0000000102	kg
V	0.0000000047	kg
vinchlozolin	0.0000171046	kg
xylene	0.0000000004	kg
Zn	0.0000001166	kg

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
bottom ash (ns)	0.0000040096	kg	
bottom ash (ns-H)	0.000698177	kg	
Hg.sludge gas pur.(H)	0.0000002636	kg	
mining waste (ns)	0.0209972	kg	
nucl. waste (ns-HH)	0.0000026971	kg	
oil s.waste ref.(H)	0.0000130151	kg	
process waste (ns)	0.000020247	kg	
undefined	0.00376716	kg	
undefined (H)	0.0000138695	kg	

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Synth. hydraul. olie	1	Mass	kg	100	Sm-geaggr.

End.

ooo0ooo

Category : Material
Title :
Author : TNO IMET

Source : ETH/TNO
Date : 31/08/95
Comment : Stelpost voor org. eenvoudige chemicalien (solvents, simple polymeren)
gemiddelde output raffinadery + 2 MJel/kg + 5 MJth/kg + 0.2 kg/ton diffuse
emissies

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
RAFFOIL incineration	1	p	
RAFFOIL proces	1	p	
MJelgr CBS mix	2000	MJ	
MJin CBS chemie overig	10000	MJ	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
hydrocarb.che	0.2	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Organische stof A	1000	Mass	kg 100 organ. chem

End.

ooo0ooo

Category : Material
Title :
Author : TNO IMET
Source : ETH/TNO
Date : 31/08/95
Comment : Stelpost voor org. complexe chemicalien (specials, complexe polymeren)
gemiddelde output raffinadery + 10 MJel/kg + 25 MJth/kg + 1.0 kg/ton diffuse
emissies

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
RAFFOIL incineration	1	p	
RAFFOIL proces	1	p	
MJelgr CBS mix	10000	MJ	
MJin CBS chemie overig	25000	MJ	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
hydrocarb.che	1	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
Organische stof B	1000	Mass	kg 100 organ. chem

End.

ooo0ooo

LCA Smeermiddelen

Category : Material
 Title : Bereiding basis stof anorganisch
 Author : TNO ME EGS
 Source : RIVM SPIN 102
 Date : 12/04/95
 Comment : Stelpost: uitgaande van P2O5 Kemira + 2.5 MJth/kg + 0.5 MJel/kg

INPUT

Raw materials raw unspecified	Amount 2.955	Un. kg	Comment feitelijk p-ore
Others Zwavelzuur	Amount 3.108	Un. kg	Comment uitgedrukt in H2SO4, in vorm van 75% H2SO4 oplossing
MJelgr CBS mix	0.576	MJ	
MJelgr CBS mix	0.5	MJ	stelpost
MJin CBS chemie overig	2.5	MJ	stelpost

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
P	6.9	mg	opgave 16 mg P2O5
F	33	mg	
NO2	5.9	g	
SO2	15	g	
dust fine	0.1	g	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
P	28.8	g	opgave 76 g P2O5
F	89	g	
As	3	mg	
Cd	7.7	mg	
Cr	45	mg	
Cu	21	mg	
Hg	0.45	mg	
Ni	15	mg	
Pb	15	mg	
Zn	9.6	mg	
Solid emissions undefined	Amount 5.455	Un. kg	Comment Feitelijk p-gypsum
Main products Anorganische stof A	Amount 1	Quantity Mass	Un. Pct. Sub-category kg 100 inorg. chem

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title : Bereiding basis stof anorganisch
 Author : TNO ME EGS
 Source : RIVM SPIN 102
 Date : 12/04/95
 Comment : Stelpost: uitgaande van P2O5 Kemira + 25 MJth/kg + 5 MJel/kg tevens 100
 voudige grondstofuitputting

INPUT

Raw materials raw unspecified	Amount 295.5	Un. kg	Comment 100 * 2.955 feitelijk p-ore
Others Zwavelzuur	Amount 3.108	Un. kg	Comment uitgedrukt in H2SO4, in vorm van 75% H2SO4 oplossing

MJelgr CBS mix	0.576	MJ	
MJelgr CBS mix	5	MJ	stelpost
MJin CBS chemie overig	25	MJ	stelpost

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
P	6.9	mg	opgave 16 mg P2O5
F	33	mg	
NO2	5.9	g	
SO2	15	g	
dust fine	0.1	g	

Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
P	28.8	g	opgave 76 g P2O5
F	89	g	
As	3	mg	
Cd	7.7	mg	
Cr	45	mg	
Cu	21	mg	
Hg	0.45	mg	
Ni	15	mg	
Pb	15	mg	
Zn	9.6	mg	

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
undefined	5.455	kg	Feitelijk p-gypsum

Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
Anorganische stof B	1	Mass	kg	100	inorg. chem

End.

ooo0ooo

Category : Material
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 22/08/95
 Comment : Gemiddeld verbr. emissies raffinaderij (energiefactor = 1.0) vereenvoudigde
 ETH data raffoil (inzet 33 % olie; 67% raf gas) raffinaderij is
 electriciteitsneutraal

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
rafst olie-S raffoil	20	kg	20 kg olie aeq.
rafst rafgas raffoil	41	kg	40 kg olie aeq. = 40 * 41/40 = 41 kg raf.gas

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment		
Solid emissions	Amount	Un.	Comment		
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category
RAFFOIL incineration	1	Amount	p	100	Divers

End.

ooo0ooo

LCA Smeermiddelen

Category : Material
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 22/08/95
 Comment : Basisprocesemissies raffinaderij vereenvoudigde ETH data raffoil raffinaderij is electriciteitsneutraal

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
crude ref tno	1004.3	kg	gecorrigeerd voor brandstof naar fakkel

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
CO2	12.4	kg	tg van 4.3 kg crude
SO2	0.359	kg	
NOx	0.0242	kg	
aerosols	0.01	kg	
ethane	0.382	kg	
propane	0.153	kg	
alkanes	0.382	kg	inclusief pentaan en butaan
hexane-n	0.0763	kg	
heptaan	0.0382	kg	
ethene	0.00763	kg	
propene	0.00763	kg	
olefines	0.00382	kg	buteen
benzene	0.015	kg	
toluene	0.023	kg	
xylene	0.015	kg	
aromatics monoc	0.0038	kg	ethylbenzene
methane	0.082	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Cl	1.13	kg	
SO4	0.517	kg	
N-Kjeldahl	0.0336	kg	0.030 kg N NH4 en 0.0036 kg org N
NO3	0.0246	kg	
S	0.0015	kg	
CN	0.000144	kg	
Al	0.000144	kg	
As	0.0000287	kg	
Ba	0.000287	kg	
Pb	0.0000287	kg	
B	0.00115	kg	
Cd	0.0000287	kg	
Cr	0.0000287	kg	
Fe	0.00144	kg	
Cu	0.0000287	kg	
Mg	0.0574	kg	
Mn	0.000574	kg	
Mo	0.0000287	kg	
Na	0.86	kg	
Ni	0.0000287	kg	
P	0.000287	kg	
Hg	0.000000287	kg	
Se	0.0000287	kg	
V	0.0000287	kg	
Zn	0.000287	kg	
suspended solids	0.00421	kg	
TOC	0.0431	kg	
COD	0.026	kg	
BOD	0.00144	kg	
phenol	0.000936	kg	

oil	0.00225	kg				
benzene	0.00000258	kg				
toluene	0.00000287	kg				
xylene	0.00000287	kg				
aromatics monoc	0.00000063	kg			ethylbenzene	
AOX	0.000129	kg				
Solid emissions	Amount	Un.	Comment			
undefined 1	kg					
undefined (H)	0.08	kg				
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category	
RAFFOIL proces	1	Amount	p	100	Divers	
End.						

0000000

Category : Energy
 Title : Produktie van stoom
 Author : TNO-ME
 Source : IMSA/TNO
 Date : 15/03/95
 Comment : Enthalpie stoom gesteld op 2.771 MJ/kg (IMSA rapportage analyse biodiesel, bijlage blz 23). praktijkrendement hooguit 80 % bij stoomopwekking.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment			
Others	Amount	Un.	Comment			
MJin aardgas -B	3.464	MJ	= 2771/.8 2771 MJ volgens IMSA rapport: druk 12 bar, temp. 187 °C			

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment			
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment			
Solid emissions	Amount	Un.	Comment			
Main products	Amount	Quantity	Un.	Pct.	Sub-category	
Stoom	1	Mass	kg	100	Smeermiddel	
End.						

0000000

Category : Energy
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 22/08/95
 Comment : ETH emissiefactor/geen precombustion ETH tab IV 9.38 Ca en Co niet opgenomen

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment			
Others	Amount	Un.	Comment			
crude ref tno	1000	kg	precombustion verwaarloosd			

LCA Smeermiddelen

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
CO2	3220	kg	
CO	0.00015	kg	
SO2	16.4	kg	
NOx	3	kg	
aerosols	1.5	kg	
methane	0.015	kg	0.02, maar 0.005 (20%) opgenomen in hydrocarbons
hydrocarb.inc oil	0.025	kg	
HCl	0.09	kg	
HF	0.009	kg	
As	0.0008	kg	Cd = 0 !!
Cr	0.0003	kg	
Cu	0.001	kg	
Fe	0.01	kg	
Hg	0.000006	kg	
Mo	0.0005	kg	
Na	0.046	kg	
Ni	0.019	kg	
Pb	0.009	kg	
Se	0.0008	kg	
V	0.021	kg	
Zn	0.0035	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
rafst olie-S raffoil	1000	Mass	kg 100 Divers
End.			
	0000000		

Category : Energy
 Title :
 Author :
 Source :
 Date : 22/08/95
 Comment : ETH emissiefactor/ geen precombustion ETH tab IV 9.39

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
crude ref tno	1000	kg	precombustion verwaarloosd

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
CO2	2750	kg	
CO	0.00015	kg	
SO2	0.05	kg	
NOx	3	kg	
methane	0.02	kg	
hydrocarbnm.inc gas	0.02	kg	
Hg	0.00007	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
rafst rafgas raffoil	1000	Mass	kg 100 Divers

End.

ooo0ooo

Category : processing
 Title : Achtergrondemissie lachgas bij 1 ha grasland
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 23/03/95
 Comment : Aangenomen dat achtergrondemissie grasland gelijk is aan die van 1 ha bouwgrond voor koolzaadteelt.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment

OUTPUT

Airborne emissions N2O	Amount 0.1	Un. kg	Comment Gemiddelde waarde; vlg. IMSA rapport wordt geëmitteerd: 0 - 0,2 kg per ha.
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products 1 ha achtergr. emissie	Amount 1	Quantity Amount	Un. p
		Pct. 100	Sub-category Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : processing
 Title : Bemesting van 1 ha als deelproces voor landbewerking
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Landbewerking t.b.v. het verbouwen van koolzaad (zie blz 11 van de bijlage), voor opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
MJin diesel trac cbs	199	MJ	inzet 0.8 uur licht (7 l/uur)
N-aandeel NH4NO3	175	kg	Excl. toediening zware metalen

OUTPUT

Airborne emissions N2O	Amount 4.223	Un. kg	Comment Als volgt berekend: (1.25% van N-gift van 175 kg/ha) + 0.5 kg.
methane	2.19	kg	
Waterborne emissions NO3	Amount 29.1	Un. kg	Comment uitspoeling = 26 kg plus afspoeling = 0.4% van N-gift van 175 kg/ha. Geen P2O5 emissie, wegens geen gebruik van fosfaatmeststoffen.

LCA Smeermiddelen

Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha bemesting	1	Amount	p 100 Smeermiddel
End.	0000000		

Category : Processing
 Title : Gewasbescherming
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Landbewerking t.b.v. het verbouwen van koolzaad (zie blz 11/17 van de bijlage),
 uitgedrukt in opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
Mjin diesel trac cbs	373.1	MJ	inzet 1.5 uur licht (=7 l/uur) bestrijdingsmiddel 1.76 kg praktikwaarden/ha: 4.7 l/ha pesticiden. Dit komt overeen met 1.76 kg actieve stof.

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
deltametrin	0.00115	kg	23 % verdamping actieve stof
vinchlozolin	0.115	kg	
metazachloor	0.173	kg	
parathionethyl	0.115	kg	
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
metazachloor	0.0968	kg	12.9 % uitloging etc. actieve stof
deltametrin	0.000627	kg	
parathionethyl	0.0645	kg	
vinchlozolin	0.0645	kg	
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha gewasbescherming	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

0000000

Category : Processing
 Title : Oogsten/maaien en afvoer boerderij per ha (deelproc. landbewerking)
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Oogsten en drogen koolzaad (zie blz 11 etc. van bijlage 2) uitgedrukt in
 opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha geen rekening gehouden met
 gewichtsverlies koolzaad (12 w% vocht naar max 9 w%).

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment

MJin diesel trac cbs	3162.3	MJ	Inzet 2.8 uur combine (30 l/uur) voor oogsten/maaien en 0.5 uur zwaar (10 l/uur) voor afvoer naar boerderij
MJin aardgas -B	2550	MJ	drogen etc. geen opgave type brandstof hier ingevuld als aardgas

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha koolzaadoogst	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Processing
 Title : ploegen van 1 ha als deelproces voor landbewerking
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Landbewerking t.b.v. het verbouwen van koolzaad (zie blz 11 van de bijlage), uitgedrukt in opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
MJin diesel trac cbs	994.9	MJ	inzet 2.8 uur zwaar (10 l/uur)

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha ploegen	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Processing
 Title : Zaaïen op 1 ha als deelproces voor landbewerking
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Landbewerking t.b.v. het verbouwen van koolzaad (zie blz 11 van de bijlage), uitgedrukt in opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment

LCA Smeermiddelen

MJin diesel trac cbs	248.7	MJ	inzet 1 uur licht (7 l/uur)
Koolzaad zaaigoed	5	kg	
1 ha zaaiklaar maken	1	p	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha zaaaien	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

ooo0ooo

Category : Processing
 Title : Zaaiklaar maken van 1 ha als deelproces voor landbewerking
 Author : IMSA
 Source : Rapportage analyse biodiesel
 Date : 14/03/95
 Comment : Landbewerking t.b.v. het verbouwen van koolzaad (zie blz 11 van de bijlage),
 uitgedrukt in opbrengst van 3700 kg koolzaad per ha.

INPUT

Raw materials	Amount	Un.	Comment
Others	Amount	Un.	Comment
MJin diesel trac cbs	248.7	MJ	inzet 1 uur licht (7 l/uur)
1 ha ploegen	1	kg	

OUTPUT

Airborne emissions	Amount	Un.	Comment
Waterborne emissions	Amount	Un.	Comment
Solid emissions	Amount	Un.	Comment
Main products	Amount	Quantity	Un. Pct. Sub-category
1 ha zaaiklaar maken	1	Amount	p 100 Smeermiddel

End.

----- E N D -----

Bijlage 3 Resultaten

Genormaliseerde score's van de smeermiddelen op de verschillende milieu-thema's

De score's zijn weergegeven voor 2 groepen van milieu-effecten, te weten een selectie van de milieuthema's uit de LCA handleiding [12] en een aantal categorieën die niet geheel vergelijkbaar zijn met de thema's.

De eerste groep omvat de belangrijkste thema's. Niet beschouwd zijn stank, geluid en ruimte.

De tweede groep bestaat uit het thema 'uitputting biomassa'. Dit thema kan belangrijk zijn voor een goede beoordeling van produkten op basis van plantaardig materiaal. De normalisatie stap is nog niet uitgewerkt op een vergelijkbaar niveau als die uit de eerste groep. Vandaar dat deze score apart wordt gehouden.

De andere score's uit de tweede groep hebben te maken met afval.

Finale afvalstoffen zijn datgene wat overblijft na verwerking van huishoudelijk afval en daarmee gelijk te stellen bedrijfsafval.

Finale toxische afvalstoffen zijn de stoffen die vallen onder het regime van gevaarlijke afvalstoffen.

Finale radioactief afval is het restprodukt van het nucleaire deel van de elektriciteits-opwekking.

Al deze afvallen worden weergegeven als een genormeerde hoeveelheid. De score heeft geen betrekking op potentiële effecten. In die zin heeft het een afwijkende betekenis van de score's uit groep 1.

Voor een verklaring van de codes wordt verwezen naar tabel 1 van bijlage 1.

Tabel 1 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg minerale hydraulische olie

Milieu-effect	Eenheid	Neutrale basisolie	Anti ox/wear/rust pac	Pour point depressant	Anti foam agent	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	7.23e-05	7.41e-07	1.82e-07	1.80e-07	7.34e-05
Uitputting fossiele brandstof	GJ	4.98e-02	7.71e-04	1.62e-04	1.69e-04	5.09e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	6.31e-01	3.14e-02	5.13e-03	5.80e-03	6.74e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	0.00e+00	4.00e-08	5.67e-09	6.48e-09	5.21e-08
Humane toxiciteit	kg eq ht	7.51e-03	1.42e-04	2.81e-05	2.86e-05	7.70e-03
Aquatise ecotoxiciteit	m ³ eq at	2.59e-05	2.42e-07	6.19e-08	6.06e-08	2.62e-05
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	5.44e-04	7.79e-06	1.68e-06	1.65e-06	5.55e-04
Verzuring	kg eq SO ₂	4.59e-03	1.07e-04	2.01e-05	2.16e-05	4.74e-03
Vermesting	kg eq PO ₄	5.03e-04	1.11e-05	2.11e-06	2.27e-06	5.18e-04
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	kg	2.55e-03	9.82e-04	1.42e-04	1.65e-04	3.84e-03
Finale toxische afvalstoffen	kg	1.57e-04	3.08e-05	4.53e-06	5.13e-06	1.97e-04
Finaal radioactief afval	kg	0.00e+00	1.17e-07	1.66e-08	1.89e-08	1.52e-07

Tabel 2 Genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg minerale hydraulische olie

Milieu-effect	Neutrale basisolie	Anti ox/wear/rust pac	Pour point depressant	Anti foam agent	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	6.52e-08	6.68e-10	1.64e-10	1.62e-10	0
Uitputting fossiele energiedragers	1.94e-04	3.01e-06	6.34e-07	6.58e-07	1.99e-04
Broeikaseffect	4.44e-05	2.21e-06	3.61e-07	4.08e-07	4.74e-05
Aantasting ozonlaag	0.00e+00	1.09e-07	1.54e-08	1.76e-08	1.42e-07
Humane toxiciteit	9.94e-05	1.88e-06	3.72e-07	3.78e-07	1.02e-04
Aquatise ecotoxiciteit	7.94e-06	7.44e-08	1.90e-08	1.86e-08	8.05e-06
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	4.54e-05	6.50e-07	1.41e-07	1.37e-07	4.64e-05
Verzuring	6.87e-05	1.61e-06	3.01e-07	3.24e-07	7.09e-05
Vermesting	2.00e-05	4.41e-07	8.39e-08	9.04e-08	2.06e-05
Uitputting biomassa	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	2.83e-06	1.09e-06	1.58e-07	1.83e-07	4.26e-06
Finale toxische afvalstoffen	2.33e-06	4.56e-07	6.71e-08	7.60e-08	2.92e-06
Finaal radioactief afval	0.00e+00	2.88e-06	4.09e-07	4.68e-07	3.76e-06

LCA Smeermiddelen

Tabel 3 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg synthetische hydraulische olie

Milieu-effect	Eenheid	Triester van vetzuren	Phenolische verbindingen	Amine	Benzo-triazol	Organo-fosfor verbind.	Polyether siloxaan	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	1.63e-05	1.14e-06	9.01e-07	1.00e-07	8.67e-05	5.00e-10	1.05e-04
Uitputting fossiele brandstof	GJ	2.38e-02	1.13e-03	9.38e-04	1.04e-04	9.02e-05	5.21e-07	2.60e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	-6.81e-01	4.29e-02	3.82e-02	4.25e-03	2.34e-03	2.12e-05	-5.93e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	1.53e-07	5.18e-08	4.86e-08	5.40e-09	1.45e-09	2.70e-11	2.61e-07
Humane toxiciteit	kg eq ht	7.21e-03	2.01e-04	1.72e-04	1.91e-05	3.09e-05	9.57e-08	7.63e-03
Aquatiscie ecotoxiciteit	m ³ eq at	4.60e-03	3.78e-07	2.95e-07	3.27e-08	1.29e-06	1.64e-10	4.60e-03
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	4.79e-03	1.13e-05	9.47e-06	1.05e-06	8.06e-07	5.26e-09	4.81e-03
Verzuring	kg eq SO ₂	5.10e-03	1.52e-04	1.31e-04	1.45e-05	2.29e-05	7.26e-08	5.42e-03
Vermesting	kg eq PO ₄	1.58e-03	1.58e-05	1.35e-05	1.50e-06	5.98e-05	7.48e-09	1.67e-03
Uitputting biomassa	GJ	3.51e-02	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	3.51e-02
Finale afvalstoffen	kg	1.85e-02	1.29e-03	1.19e-03	1.33e-04	3.65e-03	6.64e-07	2.48e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	6.42e-04	4.03e-05	3.74e-05	4.16e-06	1.58e-06	2.08e-08	7.25e-04
Finaal radioactief afval	kg	2.38e-06	1.52e-07	1.42e-07	1.58e-08	5.35e-09	7.90e-11	2.70e-06

Tabel 4 Genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg synthetische hydraulische olie

Milieu-effect	Triester van vetzuren	Phenolische verbindingen	Amine	Benzo-triazol	Organo-fosforverbinding	Polyether siloxaan	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	1.47e-08	1.03e-09	8.12e-10	9.02e-11	7.82e-08	4.51e-13	9.48e-08
Uitputting fossiele energiedragers	9.28e-05	4.42e-06	3.66e-06	4.07e-07	3.52e-07	2.03e-09	0,0102
Broeikaseffect	-4.79e-05	3.02e-06	2.69e-06	2.99e-07	1.64e-07	1.49e-09	-4.17e-05
Aantasting ozonlaag	4.17e-07	1.41e-07	1.32e-07	1.47e-08	3.94e-09	7.34e-11	7.09e-07
Humane toxiciteit	9.55e-05	2.66e-06	2.28e-06	2.54e-07	4.10e-07	1.27e-09	1.01e-04
Aquatiscie ecotoxiciteit	1.41e-03	1.16e-07	9.05e-08	1.01e-08	3.95e-07	5.03e-11	1.41e-03
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	4.00e-04	9.40e-07	7.91e-07	8.79e-08	6.73e-08	4.39e-10	4.02e-04
Verzuring	7.64e-05	2.28e-06	1.96e-06	2.18e-07	3.43e-07	1.09e-09	8.12e-05
Vermesting	6.29e-05	6.29e-07	5.37e-07	5.96e-08	2.38e-06	2.98e-10	6.65e-05
Uitputting biomassa	3.10e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	3.10e-03
Finale afvalstoffen	2.06e-05	1.43e-06	1.33e-06	1.47e-07	4.06e-06	7.37e-10	2.75e-05
Finale toxische afvalstoffen	9.51e-06	5.97e-07	5.54e-07	6.16e-08	2.35e-08	3.08e-10	1.07e-05
Finaal radioactief afval	5.88e-05	3.74e-06	3.51e-06	3.90e-07	1.32e-07	1.95e-09	6.66e-05

Tabel 5 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg mineraal schroefasvet

Milieu-effect	Eenheid	Lichte neutrale basisolie	Zware, licht geraf. basisolie	Asfalt	Dierlijk vet	Zeep	Kalk	Polymeer	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	2.51e-05	3.31e-05	2.83e-06	7.58e-08	8.87e-06	1.87e-03	4.20e-07	1.94e-03
Uitputting fossiele brandstof	GJ	1.73e-02	2.28e-02	1.95e-03	1.57e-04	2.98e-05	9.55e-05	4.38e-04	4.28e-02
Broeikasewffect	kg eq CO ₂	2.20e-01	2.89e-01	1.47e-02	9.20e-03	1.89e-03	1.42e-02	1.78e-02	5.67e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	2.27e-08	2.27e-08
Humane toxiciteit	kg eq ht	2.61e-03	2.98e-03	2.05e-04	1.41e-05	4.04e-06	1.15e-04	8.04e-05	6.01e-03
Aquatische ecotoxiciteit	m ³ eq at	8.99e-06	1.18e-05	1.06e-06	2.00e-08	3.45e-09	6.67e-08	1.38e-07	2.21e-05
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	1.89e-04	2.09e-04	1.90e-05	2.41e-07	5.57e-08	1.51e-06	4.42e-06	4.23e-04
Verzuring	kg eq SO ₂	1.59e-03	2.10e-03	1.55e-04	1.20e-05	3.28e-06	7.47e-05	6.10e-05	4.00e-03
Vermesting	kg eq PO ₄	1.75e-04	2.30e-04	1.84e-05	1.99e-06	4.51e-07	2.89e-06	6.29e-06	4.35e-04
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	kg	8.85e-04	1.17e-03	1.03e-04	3.64e-05	7.29e-05	9.00e-03	5.58e-04	1.18e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	5.46e-05	7.19e-05	6.42e-06	1.62e-06	9.16e-07	1.15e-05	1.75e-05	1.64e-04
Finaal radioactief afval	kg	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	4.70e-09	3.38e-09	4.64e-09	6.63e-08	7.90e-08

Tabel 6 Genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg mineraal schroefasvet

Milieu-effect	Lichte neutrale basisolie	Zware, licht geraf. basisolie	Asfalt	Dierlijk vet	Zeep	Kalk	Polymeer	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	2.27e-08	2.99e-08	2.55e-09	6.83e-11	8.00e-09	1.69e-06	3.79e-10	1.75e-06
Uitputting fossiele energiedragers	6.76e-05	8.90e-05	7.61e-06	6.13e-07	1.16e-07	3.73e-07	1.71e-06	0,0167
Broeikasewffect	1.54e-05	2.03e-05	1.04e-06	6.47e-07	1.33e-07	9.98e-07	1.25e-06	3.98e-05
Aantasting ozonlaag	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	6.17e-08	6.17e-08
Humane toxiciteit	3.46e-05	3.95e-05	2.72e-06	1.86e-07	5.35e-08	1.52e-06	1.07e-06	7.96e-05
Aquatische ecotoxiciteit	2.76e-06	3.64e-06	3.25e-07	6.13e-09	1.06e-09	2.05e-08	4.22e-08	6.79e-06
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	1.58e-05	1.75e-05	1.58e-06	2.02e-08	4.65e-09	1.26e-07	3.69e-07	3.54e-05
Verzuring	2.39e-05	3.15e-05	2.32e-06	1.80e-07	4.91e-08	1.12e-06	9.14e-07	5.99e-05
Vermesting	6.96e-06	9.17e-06	7.31e-07	7.91e-08	1.80e-08	1.15e-07	2.51e-07	1.73e-05
Uitputting biomassa	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	9.83e-07	1.30e-06	1.15e-07	4.04e-08	8.10e-08	1.00e-05	6.19e-07	1.31e-05
Finale toxische afvalstoffen	8.08e-07	1.06e-06	9.51e-08	2.40e-08	1.36e-08	1.71e-07	2.59e-07	2.44e-06
Finaal radioactief afval	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.16e-07	8.35e-08	1.14e-07	1.64e-06	1.95e-06

LCA Smeermiddelen

Tabel 7 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg biologisch afbreekbaar schroefasvet

Milieu-effect	Eenheid	Raap- zaad- olie	Lithium- zeep	Polyiso- butyleen oplossing	Synthe- tisch ester	Calcium carbo- naat	Zink- nafte- naat	Addi- tieven	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	1.32e-06	5.59e-03	2.85e-07	3.00e-06	4.70e-03	5.20e-02	1.64e-07	6.23e-02
Uitputting fossiele brandstof	GJ	4.14e-03	3.90e-03	1.62e-03	2.35e-02	1.49e-05	2.24e-03	1.80e-04	3.56e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	-4.16e-01	-2.57e-02	-7.25e-02	7.60e-01	9.91e-04	5.57e-02	5.43e-03	3.07e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	2.93e-07	0.00e+00	3.69e-08	8.64e-09	3.38e-07
Humane toxiciteit	kg eq ht	1.99e-03	1.80e-03	4.73e-04	5.59e-03	8.08e-05	3.44e-04	3.72e-05	1.03e-02
Aquatische ecotoxiciteit	m ³ eq at	1.71e-03	7.81e-04	3.66e-04	1.31e-05	1.50e-08	9.71e-07	5.67e-06	2.87e-03
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	2.15e-07	0.00e+00	2.15e-07
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	1.75e-03	8.15e-04	4.00e-04	2.08e-03	7.33e-07	2.06e-05	7.43e-06	5.07e-03
Verzuring	kg eq SO ₂	1.37e-03	1.28e-03	3.15e-04	3.31e-03	1.75e-05	2.60e-04	2.77e-05	6.57e-03
Vermesting	kg eq PO ₄	5.27e-04	3.00e-04	1.15e-04	2.61e-04	9.20e-07	2.73e-05	4.13e-06	1.24e-03
Uitputting biomassa	GJ	1.30e-02	5.97e-03	2.80e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	4.29e-05	2.18e-02
Finale afvalstoffen	kg	3.10e-03	2.39e-02	7.09e-04	4.49e-03	1.80e-02	1.50e-02	2.23e-04	6.54e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	1.13e-04	1.42e-04	2.42e-05	8.06e-04	3.86e-06	5.69e-04	7.02e-06	1.66e-03
Finale radioactief afval	kg	4.28e-07	4.38e-07	9.18e-08	3.59e-07	1.58e-09	1.26e-07	2.67e-08	0,0001

Tabel 8 Genormeerde milieuprofielwaarden betreffende de productie van 1 kg biologisch afbreekbaar schroefasvet

Milieu-effect	Raap- zaad- olie	Lithium- zeep	Polyiso- butyleen oplossing	Synthe- tisch ester	Calcium carbo- naat	Zink- nafte- naat	Addi- tieven	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	1.19e-09	5.03e-06	2.56e-10	2.70e-09	4.24e-06	4.69e-05	1.48e-10	5,62e-03
Uitputting fossiele energiedragers	1.62e-05	1.52e-05	6.31e-06	9.18e-05	5.83e-08	8.73e-06	7.04e-07	1.39e-04
Broeikaseffect	-2.93e-05	-1.81e-06	-5.10e-06	5.34e-05	6.97e-08	3.91e-06	3.82e-07	2.16e-05
Aantasting ozonlaag	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	7.96e-07	0.00e+00	1.00e-07	2.35e-08	9.19e-07
Humane toxiciteit	2.64e-05	2.38e-05	6.26e-06	7.40e-05	1.07e-06	4.56e-06	4.93e-07	1.37e-04
Aquatische ecotoxiciteit	5.24e-04	2.40e-04	1.12e-04	4.02e-06	4.61e-09	2.98e-07	1.74e-06	8.82e-04
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	4.98e-08	0.00e+00	4.98e-08
Fotochemische smogvorming	1.46e-04	6.81e-05	3.34e-05	1.73e-04	6.12e-08	1.72e-06	6.20e-07	4.23e-04
Verzuring	2.05e-05	1.92e-05	4.71e-06	4.95e-05	2.62e-07	3.89e-06	4.15e-07	9.85e-05
Vermesting	2.10e-05	1.19e-05	4.57e-06	1.04e-05	3.67e-08	1.09e-06	1.65e-07	4.92e-05
Uitputting biomassa	1.15e-03	5.28e-04	2.47e-04	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	3.79e-06	1.93e-03
Finale afvalstoffen	3.44e-06	2.65e-05	7.87e-07	4.99e-06	2.00e-05	1.66e-05	2.47e-07	7.26e-05
Finale toxische afvalstoffen	1.67e-06	2.10e-06	3.58e-07	1.19e-05	5.72e-08	8.43e-06	1.04e-07	2.47e-05
Finale radioactief afval	1.06e-05	1.08e-05	2.27e-06	8.86e-06	3.91e-08	3.10e-06	6.58e-07	3.63e-05

Tabel 9 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden van 150 kg minerale hydraulische olie betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Eenheid	Productie	Gebruik	Afvalverbranding	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	1.10e-02	0.00e+00	-4.39e-04	1.06e-02
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	7.64e+00	0.00e+00	-1.45e+00	6.19e+00
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	1.01e+02	0.00e+00	3.32e+02	4.33e+02
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	7.82e-06	0.00e+00	0.00e+00	7.82e-06
Humane toxiciteit	kg eq ht	1.16e+00	1.09e-03	-3.18e-01	8.39e-01
Aquatische ecotoxiciteit	m ³ eq at	3.93e-03	4.94e-01	-1.21e-04	4.98e-01
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	8.33e-02	0.00e+00	1.21e-02	9.54e-02
Verzuring	kg eq SO ₂	7.11e-01	0.00e+00	-2.80e-01	4.31e-01
Vermesting	kg eq PO ₄	7.77e-02	0.00e+00	-2.63e-02	5.14e-02
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	kg	5.75e-01	0.00e+00	-5.02e+00	-4.45e+00
Finale toxische afvalstoffen	kg	2.96e-02	0.00e+00	-2.07e-01	-1.78e-01
Finaal radioactief afval	kg	2.29e-05	0.00e+00	-8.33e-04	-8,10e-02

Tabel 10 Genormeerde milieuprofielwaarden van 150 kg minerale hydraulische olie betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Productie	Gebruik	Afvalverbranding	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	9.93e-06	0.00e+00	-3.95e-07	9.54e-06
Uitputting fossiele energiedragers	2.98e-02	0.00e+00	-5.64e-03	2.42e-02
Broeikaseffect	7.11e-03	0.00e+00	2.33e-02	3.04e-02
Aantasting ozonlaag	2.13e-05	0.00e+00	0.00e+00	2.13e-05
Humane toxiciteit	1.53e-02	1.44e-05	-4.21e-03	1.11e-02
Aquatische ecotoxiciteit	1.21e-03	1.52e-01	-3.70e-05	1.53e-01
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	6.96e-03	0.00e+00	1.01e-03	7.96e-03
Verzuring	1.06e-02	0.00e+00	-4.19e-03	6.45e-03
Vermesting	3.10e-03	0.00e+00	-1.05e-03	2.05e-03
Uitputting biomassa	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	6.39e-04	0.00e+00	-5.58e-03	-4.94e-03
Finale toxische afvalstoffen	4.39e-04	0.00e+00	-3.07e-03	-2.63e-03
Finaal radioactief afval	5.64e-04	0.00e+00	-2.06e-02	-2.00e-02

LCA Smeermiddelen

Tabel 11 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden van 24 kg synthetische hydraulische olie betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Eenheid	Productie	Gebruik	Afvalverbranding	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	2.52e-03	0.00e+00	-4.39e-05	2.48e-03
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	6.25e-01	0.00e+00	-1.45e-01	4.80e-01
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	-1.42e+01	0.00e+00	3.32e+01	1.89e+01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	6.26e-06	0.00e+00	0.00e+00	6.26e-06
Humane toxiciteit	kg eq ht	1.83e-01	1.07e-03	-3.18e-02	1.52e-01
Aquatische ecotoxiciteit	m ³ eq at	1.10e-01	9.76e-03	-1.21e-05	1.20e-01
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	1.15e-01	0.00e+00	1.21e-03	1.17e-01
Verzuring	kg eq SO ₂	1.30e-01	0.00e+00	-2.80e-02	1.02e-01
Vermesting	kg eq PO ₄	4.01e-02	0.00e+00	-2.63e-03	3.74e-02
Uitputting biomassa	GJ	8.42e-01	0.00e+00	0.00e+00	8.42e-01
Finale afvalstoffen	kg	5.95e-01	0.00e+00	-5.02e-01	9.29e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	1.74e-02	0.00e+00	-2.07e-02	-3.32e-03
Finaal radioactief afval	kg	6.47e-05	0.00e+00	-8.33e-05	-1.86e-05

Tabel 12 Genormeerde milieuprofielwaarden van 24 kg synthetische hydraulische olie betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Productie	Gebruik	Afvalverbranding	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	2.27e-06	0.00e+00	-3.95e-08	2.24e-06
Uitputting fossiele energiedragers	2.44e-03	0.00e+00	-5.64e-04	1.87e-03
Broeikaseffect	-1.00e-03	0.00e+00	2.33e-03	1.33e-03
Aantasting ozonlaag	1.70e-05	0.00e+00	0.00e+00	1.70e-05
Humane toxiciteit	2.43e-03	1.42e-05	-4.21e-04	2.02e-03
Aquatische ecotoxiciteit	3.39e-02	3.00e-03	-3.70e-06	3.69e-02
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	9.64e-03	0.00e+00	1.01e-04	9.74e-03
Verzuring	1.95e-03	0.00e+00	-4.19e-04	1.53e-03
Vermesting	1.60e-03	0.00e+00	-1.05e-04	1.49e-03
Uitputting biomassa	7.45e-02	0.00e+00	0.00e+00	7.45e-02
Finale afvalstoffen	6.61e-04	0.00e+00	-5.58e-04	1.03e-04
Finale toxische afvalstoffen	2.58e-04	0.00e+00	-3.07e-04	-4.92e-05
Finaal radioactief afval	1.60e-03	0.00e+00	-2.06e-03	-4.60e-04

Tabel 13 Totale niet-genormeerde milieuprofielwaarden van minerale versus synthetische hydraulische olie (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Eenheid	Mineraal	Synthetisch
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	1.06e-02	2.48e-03
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	6.19e+00	4.80e-01
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	4.33e+02	1.89e+01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	7.82e-06	6.26e-06
Humane toxiciteit	kg eq ht	8.39e-01	1.52e-01
Aquatistische ecotoxiciteit	m ³ eq at	4.98e-01	1.20e-01
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	9.54e-02	1.17e-01
Verzuring	kg eq SO ₂	4.31e-01	1.02e-01
Vermesting	kg eq PO ₄	5.14e-02	3.74e-02
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	8.42e-01
Finale afvalstoffen	kg	-4.45e+00	9.29e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	-1.78e-01	-3.32e-03
Finaal radioactief afval	kg	-8.11e-04	-0,00186

Tabel 14 Totale genormeerde milieuprofielwaarden van minerale versus synthetische hydraulische olie (f.e. = 2000 h gebruik hydraulische olie in 1 wiellaadschop)

Milieu-effect	Mineraal	Synthetisch
Uitputting minerale grondstoffen	9.54e-06	2.24e-06
Uitputting fossiele energiedragers	2.42e-02	1.87e-03
Broeikaseffect	3.04e-02	1.33e-03
Aantasting ozonlaag	2.13e-05	1.70e-05
Humane toxiciteit	1.11e-02	2.02e-03
Aquatistische ecotoxiciteit	1.53e-01	3.69e-02
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	7.96e-03	9.74e-03
Verzuring	6.45e-03	1.53e-03
Vermesting	2.05e-03	1.49e-03
Uitputting biomassa	0.00e+00	7.45e-02
Finale afvalstoffen	-4.94e-03	1.03e-04
Finale toxische afvalstoffen	-2.63e-03	-4.92e-05
Finaal radioactief afval	-2.00e-02	-4.60e-04

Tabel 15 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg mineraal schroefasvet betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Eenheid	Productie	Gebruik	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	3.88e-03	0.00e+00	3.88e-03
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	8.56e-02	0.00e+00	8.56e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	1.13e+00	0.00e+00	1.13e+00
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	4.54e-08	0.00e+00	4.54e-08
Humane toxiciteit	kg eq ht	1.20e-02	4.35e-01	4.47e-01
Aquatistische ecotoxiciteit	m ³ eq at	4.42e-05	1.01e-01	1.01e-01
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	8.47e-04	0.00e+00	8.47e-04
Verzuring	kg eq SO ₂	8.00e-03	0.00e+00	8.00e-03
Vermesting	kg eq PO ₄	8.70e-04	0.00e+00	8.70e-04
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	kg	2.36e-02	0.00e+00	2.36e-02
Finale toxische afvalstoffen	kg	3.29e-04	0.00e+00	3.29e-04
Finaal radioactief afval	kg	1.58e-07	0.00e+00	1.58e-07

Tabel 16 Genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg mineraal schroefasvet betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Productie	Gebruik	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	3.50e-06	0.00e+00	3.50e-06
Uitputting fossiele energiedragers	3.34e-04	0.00e+00	3.34e-04
Broeikaseffect	7.97e-05	0.00e+00	7.97e-05
Aantasting ozonlaag	1.23e-07	0.00e+00	1.23e-07
Humane toxiciteit	1.59e-04	5.77e-03	5.93e-03
Aquatistische ecotoxiciteit	1.36e-05	3.10e-02	3.10e-02
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Fotochemische smogvorming	7.07e-05	0.00e+00	7.07e-05
Verzuring	1.20e-04	0.00e+00	1.20e-04
Vermesting	3.47e-05	0.00e+00	3.47e-05
Uitputting biomassa	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Finale afvalstoffen	2.63e-05	0.00e+00	2.63e-05
Finale toxische afvalstoffen	4.87e-06	0.00e+00	4.87e-06
Finaal radioactief afval	3.90e-06	0.00e+00	3,90e-04

Tabel 17 Niet-genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg bioafbreekbaar schroefasvet betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Eenheid	Productie	Gebruik	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	1.25e-01	0.00e+00	1.25e-01
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	7.12e-02	0.00e+00	7.12e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	6.14e-01	0.00e+00	6.14e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	6.76e-07	0.00e+00	6.76e-07
Humane toxiciteit	kg eq ht	2.06e-02	3.99e-03	2.46e-02
Aquatise ecotoxiciteit	m ³ eq at	5.75e-03	3.55e-02	4.13e-02
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	4.29e-07	0.00e+00	4.29e-07
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	1.01e-02	0.00e+00	1.01e-02
Verzuring	kg eq SO ₂	1.31e-02	0.00e+00	1.31e-02
Vermesting	kg eq PO ₄	2.47e-03	0.00e+00	2.47e-03
Uitputting biomassa	GJ	4.37e-02	0.00e+00	4.37e-02
Finale afvalstoffen	kg	1.31e-01	0.00e+00	1.31e-01
Finale toxische afvalstoffen	kg	3.33e-03	0.00e+00	3.33e-03
Finaal radioactief afval	kg	2.94e-06	0.00e+00	2.94e-06

Tabel 18 Genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg bioafbreekbaar schroefasvet betreffende productie-, gebruik- en afvalfase (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Productie	Gebruik	Totaal
Uitputting minerale grondstoffen	1.12e-04	0.00e+00	1.12e-04
Uitputting fossiele energiedragers	2.78e-04	0.00e+00	2.78e-04
Broeikaseffect	4.32e-05	0.00e+00	4.32e-05
Aantasting ozonlaag	1.84e-06	0.00e+00	1.84e-06
Humane toxiciteit	2.73e-04	5.29e-05	3.26e-04
Aquatise ecotoxiciteit	1.76e-03	1.09e-02	1.27e-02
Terristische ecotoxiciteit	9.96e-08	0.00e+00	9.96e-08
Fotochemische smogvorming	8.46e-04	0.00e+00	8.46e-04
Verzuring	1.97e-04	0.00e+00	1.97e-04
Vermesting	9.85e-05	0.00e+00	9.85e-05
Uitputting biomassa	3.86e-03	0.00e+00	3.86e-03
Finale afvalstoffen	1.45e-04	0.00e+00	1.45e-04
Finale toxische afvalstoffen	4.93e-05	0.00e+00	4.93e-05
Finaal radioactief afval	7.26e-05	0.00e+00	7,26e-03

Tabel 19 Totale niet-genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg mineraal versus bioafbreekbaar schroefasvet (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Eenheid	Mineraal	Bio-afbreekbaar
Uitputting minerale grondstoffen	j ⁻¹	3.88e-03	1.25e-01
Uitputting fossiele energiedragers	GJ	8.56e-02	7.12e-02
Broeikaseffect	kg eq CO ₂	1.13e+00	6.14e-01
Aantasting ozonlaag	kg eq CFC-11	4.54e-08	6.76e-07
Humane toxiciteit	kg eq ht	4.47e-01	2.46e-02
Aquatische ecotoxiciteit	m ³ eq at	1.01e-01	4.13e-02
Terristische ecotoxiciteit	kg eq tt	0.00e+00	4.29e-07
Fotochemische smogvorming	kg eq C ₂ H ₄	8.47e-04	1.01e-02
Verzuring	kg eq SO ₂	8.00e-03	1.31e-02
Vermesting	kg eq PO ₄	8.70e-04	2.47e-03
Uitputting biomassa	GJ	0.00e+00	4.37e-02
Finale afvalstoffen	kg	2.36e-02	1.31e-01
Finale toxische afvalstoffen	kg	3.29e-04	3.33e-03
Finaal radioactief afval	kg	1.58e-07	2.94e-06

Tabel 20 Totale genormeerde milieuprofielwaarden van 2 kg mineraal versus bioafbreekbaar schroefasvet (f.e. = gebruik per jaar per boot)

Milieu-effect	Mineraal	Bio-afbreekbaar
Uitputting minerale grondstoffen	3.50e-06	1.12e-04
Uitputting fossiele energiedragers	3.34e-04	2.78e-04
Broeikaseffect	7.97e-05	4.32e-05
Aantasting ozonlaag	1.23e-07	1.84e-06
Humane toxiciteit	5.93e-03	3.26e-04
Aquatische ecotoxiciteit	3.10e-02	1.27e-02
Terristische ecotoxiciteit	0.00e+00	9.96e-08
Fotochemische smogvorming	7.07e-05	8.46e-04
Verzuring	1.20e-04	1.97e-04
Vermesting	3.47e-05	9.85e-05
Uitputting biomassa	0.00e+00	3.86e-03
Finale afvalstoffen	2.63e-05	1.45e-04
Finale toxische afvalstoffen	4.87e-06	4.93e-05
Finaal radioactief afval	3.90e-06	0,00726