



Aanmaaktover 3

AANMAKEN 1 TON DIESELOLIE

PRIJS



15.884

**Vraag**

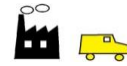
Wat is de prijs van het aanmaken van 1 ton dieselolie?

**Antwoord**

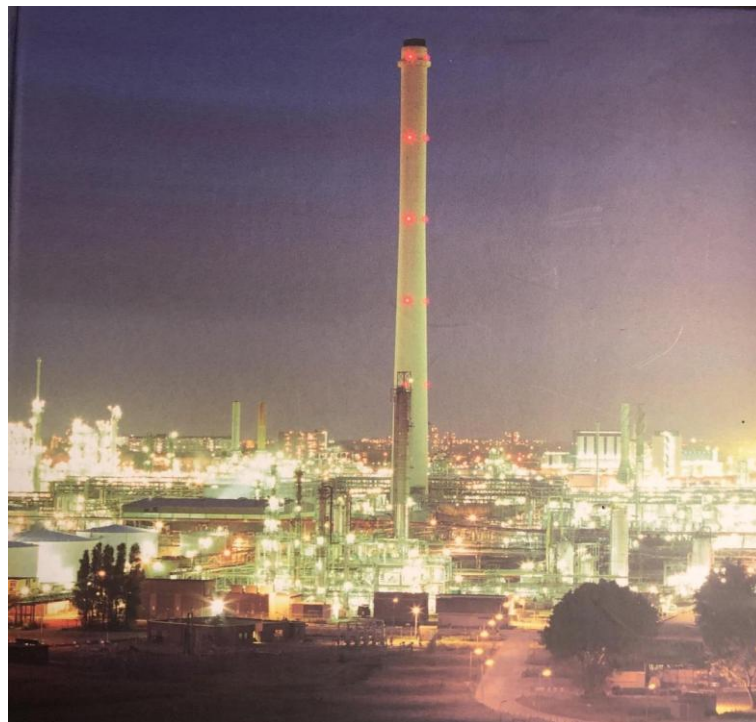
	Recept			$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	$\Delta S_{cf}$ [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]
<a href="#">1</a>		358	rijtjesfabrieken	396	-399	493
<a href="#">2</a>	"	11	rijtjeskantoren	5	0	4
<a href="#">3</a>	"	1.609	arbeiders	395	-244	227
<a href="#">4</a>	"	1	binnenvaartschip		in 19	
<a href="#">5</a>	"	1	tankauto		in 19	
<a href="#">6</a>		2,E+19	m <sup>3</sup> lucht	0	0	0
<a href="#">7</a>	"	1,06	ton ruwe olie	6.122	-3.759	4.833
<a href="#">8</a>	"	0,11	ton water	446	0	0
<a href="#">9</a>	"	173	kg aardgas voor synth.	2.048	-192	239
<a href="#">10</a>	"	206.072	kJ aardgas		in 15	
<a href="#">11</a>	"	173	kJ bedrijfsgas		in 16	
<a href="#">12</a>	"	34.345	kJ stroom	-3	-23	54
<a href="#">13</a>		21	kg O <sub>2</sub> uit Omgeving	137	0	0
<a href="#">14</a>	"	0,2	ton H <sub>2</sub> O naar Omgeving	-890	0	0
<a href="#">15</a>		1	ton diesel vormen	3.073	3.224	-1
<a href="#">16</a>	"	206.072	kJ aardgas doen	-15	-79	187
<a href="#">17</a>	"	446.490	kJ bedrijfsgas doen	-239	-216	62
<a href="#">18</a>	"	pm	overig			
<a href="#">19</a>	"	200	tonkm doen	465	-570	1.980
AMT 3		1	ton diesel klaar	11.475	-1.688	6.098
Terugkoppelbalk						
AMT 3		1	ton dieselolie klaar	11.464	-1.724	6.166

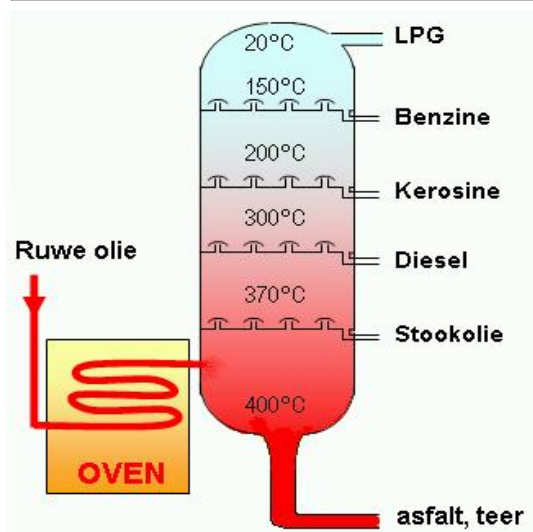
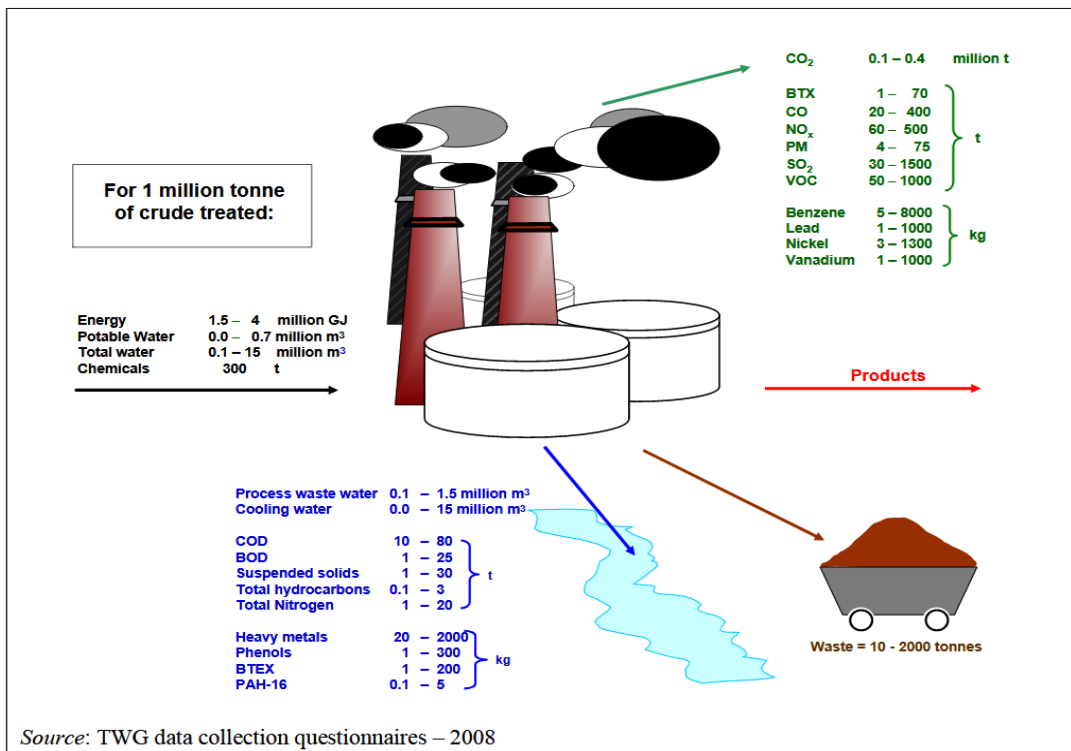


# Gereedschappen



De diesel wordt gemaakt uit olie, die wordt geraffineerd in bijvoorbeeld Europoort.





Dit wordt bij benadering uit 1 ton ruwe olie gemaakt bij Shell Pernis, zie ook

2)

Capaciteit fabrieken Shell Pernis rond 2004

Proces	Vaten/etm.
1 Atm. destillatie	418.000
2 Vacuüm destillatie	140.00
3 Thermische bewerking	46.000
4 Katalytisch kraken	48.000
5 Waterstof kraken	55.000
6 Katalytisch omvorming	42.000
7 Isomerisering	23.000
8 Waterstof zuivering	233.000

Bron: Vereniging

Nederlandse Petroleum Industrie

[www.vnpi.nl](http://www.vnpi.nl)

Stof	m [kg]
lpg	50
butaan	40
benzine	430
kerosine	100
dieselolie	210
stookolie	100
kooks	10
bitumen	30
overig	30
ruwe olie	1000

**1**      **358**      rijtjesfabrieken



<i>Inzetstaat Rijtjesfabriek</i>					
<b>C</b>	<b> Tp.e.</b>	<b> Tg</b>	<b> f n</b>	<b> f o</b>	<b> f g</b>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+06	2,E-07	75	550	0,7	1,E-06

Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton dieselolie
- C = n vaten/jaar \* l vat \* q diesel \* ρ diesel = 4.228.279 p.e./jaar

waarin:

- n vaten/jaar = 2,E+08 vaten ruwe olie/jaar      1)
- l vat = 0,159 m<sup>3</sup>
- q diesel = 0,21 % uit vat olie
- ρ diesel = 0,830 ton/m<sup>3</sup>
- T p.e. = 1/C      jaar/p.e.
- f n = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
- waarin O r.f. = 10.000 m<sup>2</sup>
- f o : het gehele complex heeft gemiddeld 0,65 maal de hoogte      schatting
- rijtjesfabriek
- n r.f. = Σ f n \* f o = 358 rijtjesfabrieken
- f g = (1/(C \* Tg)) \* f n \* f o
- f t = Σ σ p.e. / Σ S σ na = 0,23      't Overzicht
- ΔS inzet ger./p.e. = f t \* f g \* AT 2 Rijtjesfabriek      [ kJ/°K . p.e. ]

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		3,E-07	r.fabriek doen	396	-399	493



**2**      11      rijtjeskantoren

<i>Inzetstaat Rijtjeskantoor</i>					
<b>C</b>	<b> Tp.e.</b>	<b> Tg</b>	<b> f n</b>	<b> f o</b>	<b> f g</b>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+06	2,E-07	75	1.609	0,20	3,E-08

Toelichting:

- f n : de fabriek heeft n arbeiders      0
- f o : de overhead is 0,20
- f g = ((1/(C \* Tg)) \* f n \* f o / 30)
- ΔS inzet r.k./p.e. = f t \* f g \* AT RK      [ kJ/°K . p.e ]
- n r.k. = f n \* f o / 30 = 10,73 rijtjeskantoren

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

AT 3		1	r.kantoor afspelen	7,E+08	-3,E+07	5,E+08
2		8,E-09	r.kantoren doen	5	0	4

**3**      1.609      arbeiders



Stel in de r.fabrieken is de gemiddelde inzet 1,0 arbeider/r.f.  
 ofwel volcontinu 4,5 „

<i>Inzetstaat Mens</i>					
<b>C</b>	<b> Tp.e.</b>	<b> Tg</b>	<b> f n</b>	<b> f o</b>	<b> f g</b>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+06	2,E-07	45	1.609	6,0	5,E-05

Toelichting:

- f n = bezetting 1 r.fabriek \* n r.f.

- fo = fuitbesteding \* fkostwinner 6,0 want
- . uitbestedingsfactor is 2,0
- . arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.
- fg = (1/(C\*Tg))\*fn\*fo
- ΔS inzet ger./p.e. = ft\*fg \* AT Mens [ kJ/°K . p.e. ]

AT M		1	mens afspelen	3,E+07	-2,E+07	2,E+07
3		1,E-05	mens doen	395	-244	227

**4**      **1**      **binnenvaartschip**

De inzet hiervan is doorberekend in 19

**5**      **1**      **tankauto**

De inzet hiervan is doorberekend in 19



## Men Neme





**6**      **2,E+19**      **m³ lucht**

De lucht is nodig voor het leveren van zuurstof en het opnemen van kooldioxide en stikstof.

**7**      **1,1**      **ton ruwe olie**

't Overzicht

Met DT 3 Aardolie:

DT 3		1	ton olie klaar	5.789	-3.554	4.570
7		1,06	ton olie doen	6.122	-3.759	4.833

Toelichting:

- m olie/p.e. = m olie totaal \* ft = 1.058 kg olie/p.e.



**8**      **0,11**      **ton drinkwater**

Schat de raffinaderij verbruikt 0,5 ton water/ton ruwe olie

Zie figuur 3.1 van bron

3)

Met DT 9 Drinkwater:

DT 9		1	ton water delven	3.893	-1	3
8		0,11	ton water doen	446	0	0

Toelichting:

- m water/p.e. = m water totaal \* ft = 0,11 ton water/p.e.



**9**      **173**      **kg aardgas voor H<sub>2</sub>-synthese**

Benodigd 139 kg CH<sub>4</sub>/ton diesel 't Overzicht

ofwel met factor 1/0,8

173 kg aardgas/ton diesel KT 4

Met DT 4 Aardgas:

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.823	-1.111	1.378
9		0,173	ton gas doen	2.048	-192	239

**10**      **206.072**      **kJ aardgas**

Stel specifieke energieverbruik SEV = 3 GJ/ton doorzet ruwe olie

- voor bron zie 3.10.1 in 3)

ofwel E p.e. = SEV\*ft = 0,69 GJ/p.e.

't Overzicht

Stel 30 % hiervan wordt geleverd door verbranding aardgas

ofwel E p.e. - aardgas = 0,206 GJ/p.e.

Zie verder 16

**11**      **446.490**      **kJ bedrijfsgas**

Stel 65 % van E p.e. wordt geleverd door bedrijfsgas.

Zie verder 17

**12**      **34.345**      **kJ stroom**

Stel 5 % van E p.e. wordt geleverd door stroom

Met AMT 4 Fossilstroom:

AMT 4		1	!kJ stroom klaar	-9,E-05	-7,E-04	2,E-03
12		34.345	!kJ stroom doen	-3	-23	54



## Pandgeld

De pandgelden zijn al verrekend onder

Roeren & Mengden  
Men Neme

behalve:

**13** **137** voor **21,4** kg O<sub>2</sub> uit Omgeving 17  
**14** **-890** voor **0,23** ton H<sub>2</sub>O naar Omgeving

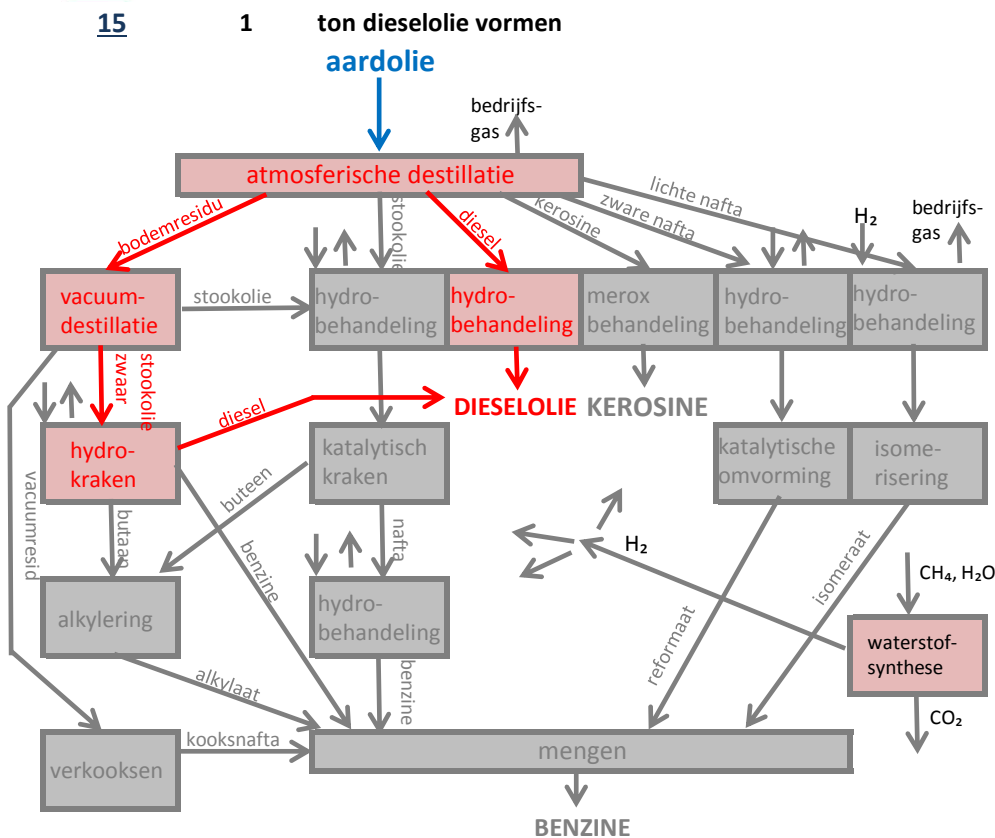
Schat de raffinerij loost 1 ton water/ton ruwe olie

Zie figuur 3.1 van bron 3)

- m water/p.e. = m water totaal \* ft = 0,23 ton water/p.e.



## Roeren & Mengden

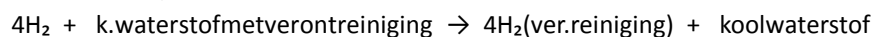
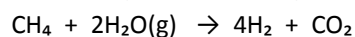


### • Vorming ΔS<sub>σ</sub>:

- veel kraakprocessen, bijvoorbeeld de omvorming van hexadecaan in xyleen:



- waterstofsynthese t.b.v. hydrobehandelingen:



- overig: reacties met verontreinigen en stoom PM



't Overzicht							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	S $\sigma$ [kJ/°K.mol]	S $\sigma$ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
<b>Vóór</b>							
aardolie	0,500	9.238	4.619	0,900	8.314		
CH <sub>4</sub>	0,016	8.661	139	0,186	1.611		
H <sub>2</sub> O(g)	0,018	17.321	312	0,188	3.256		
<b>Na</b>							
lpg	0,044	5.411	238	0,27	1.461		
butaan	0,058	3.284	190	0,31	1.018		
benzine	0,106	19.317	2.048	0,247	4.771		
kerosine	0,134	3.554	476	0,321	1.141		
diesel	0,168	5.952	1.000	0,484	2.881		
stookolie	0,352	1.353	476	0,8	1.082		
bitumen	0,700	204	143	1,000	204		
kooks	0,012	3.968	48	0,006	24		
H <sub>2</sub>	0,002	34.643	69	0,130	4.504		
CO <sub>2</sub>	0,044	8.661	381	0,213	1.845		
overig							
$\Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} =$					5.749	$\Delta H_f =$	

Toelichting:

- de molmassa's zijn schattingen van gemiddelden m.u.v. lpg en butaan
- de massa's volgens opgave in 2)
- de S-waarden zijn schattingen van gemiddelden m.u.v. lpg en butaan
- voor de zuiveringsprocessen met hydratering is nodig ca 15 kg H<sub>2</sub>/ton ruwe olie  
zie paragraaf 3.13 in 3)

$$\Delta S_{\sigma \text{ 1 p.e.}} = \Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} * ft = 1.316 \text{ [kJ/°K]}$$

• **Spreiding  $\Delta S_{cf}$  en Opwarming  $\Delta S_{\theta}$  :**

→ Spreiden afvalgas

Spreiding in de Omgeving vooralsnog PM

→ Spreiden afvalwater



Spreiding in de Omgeving vooralsnog PM

→ Spreiden CO<sub>2</sub> en opwarmen dampkring

De waterstof-synthese geeft CO<sub>2</sub>-emissie

't Overzicht

Met de Delftover 0 Kooldioxide :



DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven	0,31	-0,37	0,00
15		-8.661	mol CO <sub>2</sub> doen	-2.676	3.224	-1

Toelichting:

- ft is toegepast

$$\underline{16} \quad 206.072 \text{ kJ aardgas verbranden} \quad 10$$

Met KT 4 Aardgas:

KT 4		100.000	kJ aardgas klaar	-7	-38	91
16		206.246	kJ aardgas doen	-15	-79	187



$$\underline{17} \quad 4, E+05 \text{ kJ bedrijfsgas verbranden}$$

Stel het bedrijfsgas bestaat uit evenveel massa CO als -H<sub>2</sub>

't Overzicht							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	Sσ [kJ/°K.mol]	Sσ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
<b>Vóór</b>							
CO	0,028	89	2,5	0,198	18	-111	-1,E+04
H <sub>2</sub>	0,002	1.250	2,5	0,130	163	0	0,E+00
O <sub>2</sub>	0,032	670	21,4	0,205	137	0	0,E+00
<b>Na</b>							
CO <sub>2</sub>	0,044	89	3,9	0,21	19	-394	-4,E+04
H <sub>2</sub> O(l)	0,018	1.250	22,5	0,07	88	-285	-4,E+05
$\Delta S_{\sigma} \text{ vóór-na} =$					-211	$\Delta H_f =$	-4,E+05

> zuurstof uit Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:



DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		670	mol O <sub>2</sub> doen	n.v.t.	-249,29	n.v.t.

Toelichting:

- alleen de spreidingskolom is van toepassing, want geen reactie in de oceaan en geen broeikasef
- zie voor het pandgeld uit de vormingskolom *Pandgeld*

> kooldioxide naar Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
0		-89	mol CO <sub>2</sub> doen	-27,59	33,24	62,04

Toelichting:

- het toepassen van ft wordt achterwege gelaten omdat de onderhavige waarden nihil zijn.

**18 overig**

PM gesteld:

- verontreinigingen in het te lozen afvalwater
- verontreinigingen in de emissie naar de dampkring
- het nemen van ongeveer 3 ton chemicaliën per ton ruwe olie



**19 200 tonkm doen**

De dieselolie wordt afgeleverd bij klanten.

- binnenvaartschip

L = 0,5 ton dieselolie  
s = 200 km



Met VT 14 Binnenvaartschip :

VT 14		1	bvstonkm klaar	3,4	-1,4	4,9
19		100	bvstonkm doen	344,1	-137,6	489,2

- tankauto

L = 0,5 ton dieselolie  
s = 200 km

Met VT 1 Vrachtwagen:

VT 1		1	vwtonkm klaar	1,2	-4,3	14,9
19		100	vwtonkm doen	121	-432	1.491



*Klaar !*



Bron :

- <https://www.shell.nl/over-ons/shell-pernis-refinery/shell-pernis.html> 1)
- <https://www.cmo.nl/pdf/smo/aardolie.pdf> 2)
- <https://vnpi.nl/wp-content/uploads/2017/06/studie-raffinaderijen-naar-2030.pdf>
- [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/REF\\_BREF\\_2015.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/REF_BREF_2015.pdf) 3)
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrotreating>