










Aanmaaktover 2	PRIJS		24.127
AANMAKEN 1 TON KEROSINE			

Vraag

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

Antwoord

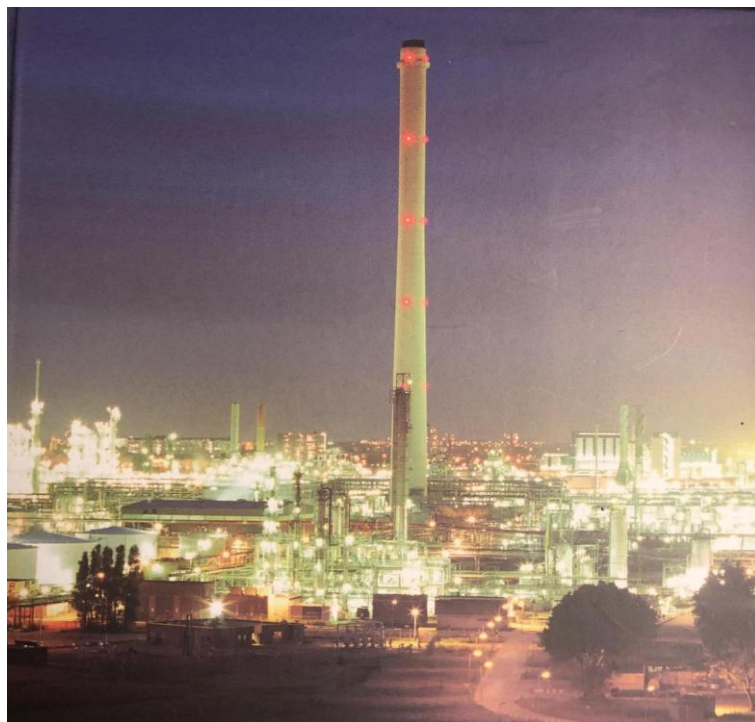
	Recept			ΔS_{σ} [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	ΔS_{θ} [kJ/°K]
1		358	rijtjesfabrieken	364	-367	454
2	"	11	rijtjeskantoren	5	0	4
3	"	1.609	arbeiders	363	-224	208
4	"	1	binnenvaartschip		in 19	
5	"	1	tankauto		in 19	
6		2,E+19	m ³ lucht	0	0	0
7	"	0,88	ton ruwe olie	5.091	-3.126	4.019
8	"	0,05	ton water	176	0	0
9	"	364	kg aardgas voor synth.	4.301	-404	501
10	"	81.595	kJ aardgas		in 15	
11	"	364	kJ bedrijfsgas		in 16	
12	"	13.599	kJ stroom	-1	-9	22
13		21	kg O ₂ uit Omgeving	137	0	0
14	"	0,1	ton H ₂ O naar Omgeving	-353	0	0
15		1	ton kerosine vormen	11.563	614	1.146
16	"	81.595	kJ aardgas doen	-6	-31	74
17	"	176.790	kJ bedrijfsgas doen	-239	-216	62
18	"	pm	overig			
19	"	200	tonkm doen	465	-570	1.980
AMT 2		1	ton kerosine klaar	21.402	-3.764	6.489
Terugkoppelbalk						
AMT 2		1	ton kerosine klaar	21.394	-3.797	6.551

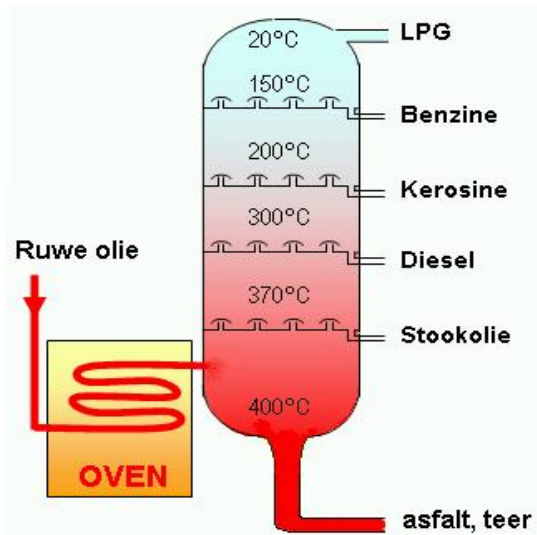
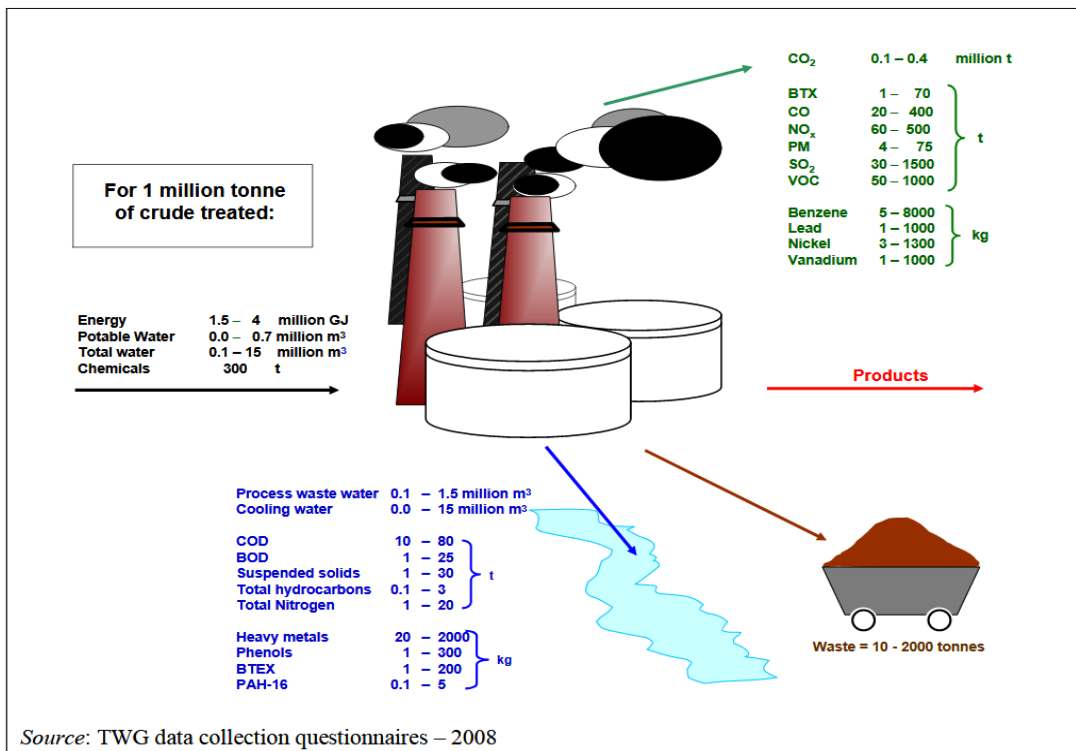


Gereedschappen



De kerosine wordt gemaakt uit olie, die wordt geraffineerd in bijvoorbeeld Europort.





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

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

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

2)

1 **358** rijtjesfabrieken



<i>Inzetstaat Rijtjesfabriek</i>					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	5,E-07	75	550	0,7	3,E-06

Toelichting:

- produktie-eenheid p.e. = 1 ton kerosine
- C = n vaten/jaar * l vat * q kerosine * ρ kerosine = 1.819.397 p.e./jaar

waarin:

- n vaten/jaar = 2,E+08 vaten ruwe olie/jaar 1)
- l vat = 0,159 m³
- q kerosine = 0,10 % uit vat olie
- ρ kerosine = 0,750 ton/m³
- T p.e. = 1/C jaar/p.e.
- fn = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
- waarin O r.f. = 10.000 m²
- fo : het gehele complex heeft gemiddeld 0,65 maal de hoogte schatting
- rijtjesfabriek
- n r.f. = Σ fn * fo = 358 rijtjesfabrieken
- fg = (1/(C*Tg)) * fn * fo
- ft = Σ σ p.e. / Σ σ na = 0,09 't Overzicht
- ΔS inzet ger./p.e. = ft * fg * AT 2 Rijtjesfabriek [kJ/°K . p.e.]

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		2,E-07	r.fabriek doen	364	-367	454



2 11 rijtjeskantoren

<i>Inzetstaat Rijtjeskantoor</i>					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[jaar/p.e.]	[p.e./jaar]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	5,E-07	75	1.609	0,20	8,E-08

Toelichting:

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

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

AT 3		1	r.kantoor afspelen	7,E+08	-3,E+07	5,E+08
2		7,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>					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	5,E-07	45	1.609	6,0	1,E-04

Toelichting:

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

- $f_o = \text{fuitbesteding} * \text{fkostwinner}$ 6,0 want
- . uitbestedingsfactor is 2,0
- . arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.
- $f_g = (1/(C*T_g)) * f_n * f_o$
- $\Delta S \text{ inzet ger./p.e.} = f_t * f_g * \text{AT Mens}$ [kJ/°K . p.e.]

AT M		1	mens afspelen	3,E+07	-2,E+07	2,E+07
3		1,E-05	mens doen	363	-224	208

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 0,9 ton ruwe olie

't Overzicht

Met DT 3 Aardolie:

DT 3		1	ton olie klaar	5.789	-3.554	4.570
7		0,88	ton olie doen	5.091	-3.126	4.019

Toelichting:

- m olie/p.e. = m olie totaal * ft = 879 kg olie/p.e.



8 0,05 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		0,05	ton water doen	176	0	0

Toelichting:



- m water/p.e. = m water totaal * ft = 0,05 ton water/p.e.

9 364 kg aardgas voor H₂-synthese

Benodigd 291 kg CH₄/ton kerosine 't Overzicht

ofwel met factor 1/0,8 364 kg aardgas/ton b. KT 4

Met DT 4 Aardgas:

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.823	-1.111	1.378
9		0,364	ton gas doen	4.301	-404	501

10 81.595 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 = 0,27 GJ/p.e.

't Overzicht

Stel 30 % hiervan wordt geleverd door verbranding aardgas

ofwel E p.e. - aardgas = 0,082 GJ/p.e.

Zie verder

16

11 176.790 kJ bedrijfsgas

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



Zie verder

17

12 13.599 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		13.599	!kJ stroom doen	-1	-9	22





Pandgeld

De pandgelden zijn al verrekend onder

Roeren & Mengten
Men Neme

behalve:

13  **137** voor **21,4** kg O₂ uit Omgeving 17
14  **-353** voor **0,09** ton H₂O naar Omgeving

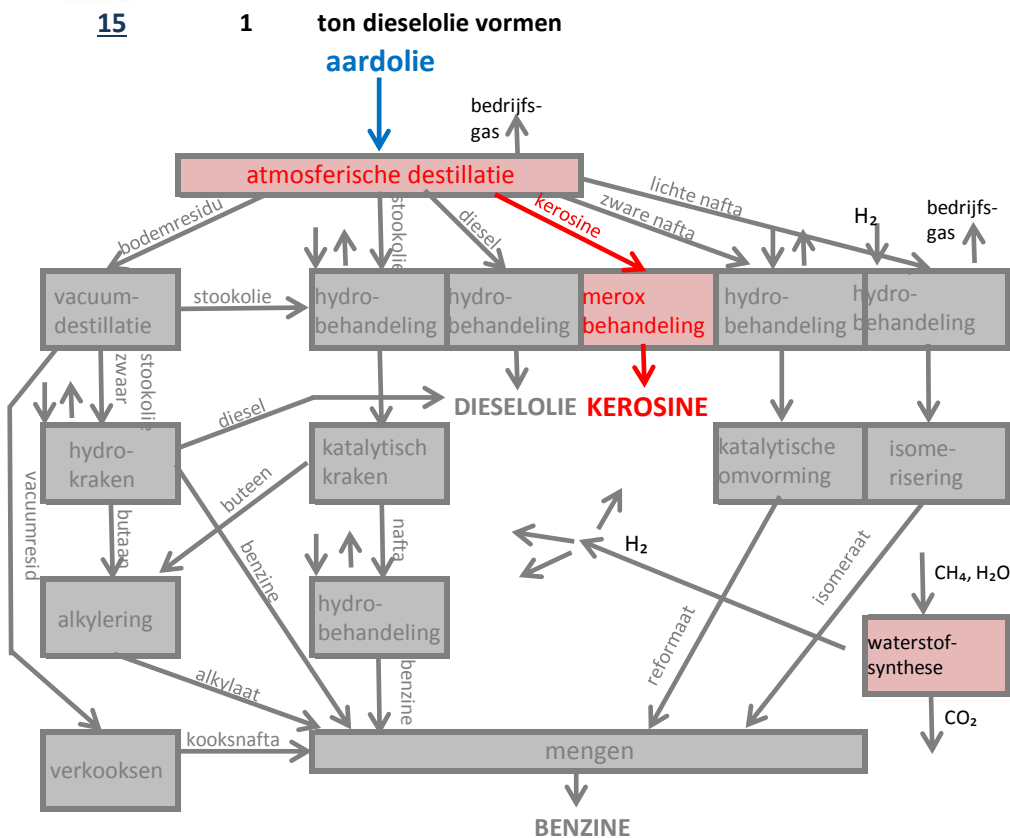
Schat de raffinerij loost 1 ton water/ton ruwe olie

Zie figuur 3.1 van bron 3)

- m water/p.e. = m water totaal * ft = 0,09 ton/p.e.



Roeren & Mengten

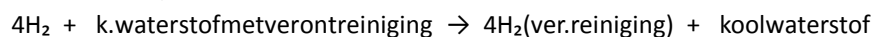
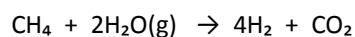


• Vorming ΔS_r:

- 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 σ [kJ/°K.mol]	S σ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
Vóór							
aardolie	0,500	19.400	9.700	0,900	17.460		
CH ₄	0,016	18.188	291	0,186	3.383		
H ₂ O(g)	0,018	36.375	655	0,188	6.839		
Na							
lpg	0,044	11.364	500	0,27	3.068		
butaan	0,058	6.897	400	0,31	2.138		
benzine	0,106	40.566	4.300	0,247	10.020		
kerosine	0,134	7.463	1.000	0,321	2.396		
diesel	0,168	12.500	2.100	0,484	6.050		
stookolie	0,352	2.841	1.000	0,8	2.273		
bitumen	0,700	429	300	1,000	429		
kooks	0,012	8.333	100	0,006	50		
H ₂	0,002	72.750	146	0,130	9.458		
CO ₂	0,044	18.188	800	0,213	3.874		
overig							
ΔS_{σ} na-vóór =					12.073	$\Delta H_f =$	

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 H₂/ton ruwe olie
- zie paragraaf 3.13 in 3)

$$\Delta S_{\sigma} \text{ 1 p.e.} = \Delta S_{\sigma} \text{ na-vóór} * ft = 1.095 \text{ [kJ/°K]}$$

● **Spreiding ΔS_{cf} en Opwarming ΔS_{θ} :**

→ Spreiden afvalgas

Spreiding in de Omgeving vooralsnog PM

→ Spreiden afvalwater



Spreiding in de Omgeving vooralsnog PM

→ Spreiden CO₂ en opwarmen dampkring

De waterstof-synthese geeft CO₂-emissie

't Overzicht

Met de Delftover 0 Kooldioxide :



DT 0		1	mol CO ₂ delven	0,31	-0,37	-0,69
15		-1.649	mol CO ₂ doen	-510	614	1.146

Toelichting:

- ft is toegepast

16 **81.595** **kJ aardgas verbranden** **10**

Met KT 4 Aardgas:

KT 4		100.000	kJ aardgas klaar	-7	-38	91
16		81.959	kJ aardgas doen	-6	-31	74



17 **2,E+05** **kJ bedrijfsgas verbranden**

Stel het bedrijfsgas bestaat uit evenveel massa CO als -H₂

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

> zuurstof uit Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:



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

Toelichting:

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

> kooldioxide naar Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		-89	mol CO ₂ 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 kerosine wordt afgeleverd bij klanten.

- binnenvaartschip

L = 0,5 ton kerosine
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 kerosine
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

3)

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrotreating>