



Aanmaaktover 1

AANMAKEN 1 TON BENZINE

PRIJS



9.114

**Vraag**

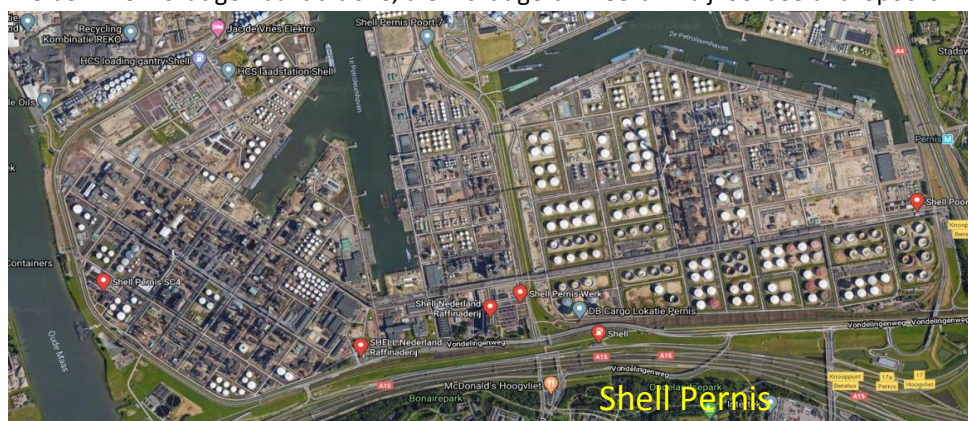
Wat is de prijs van het aanmaken van 1 ton benzine?

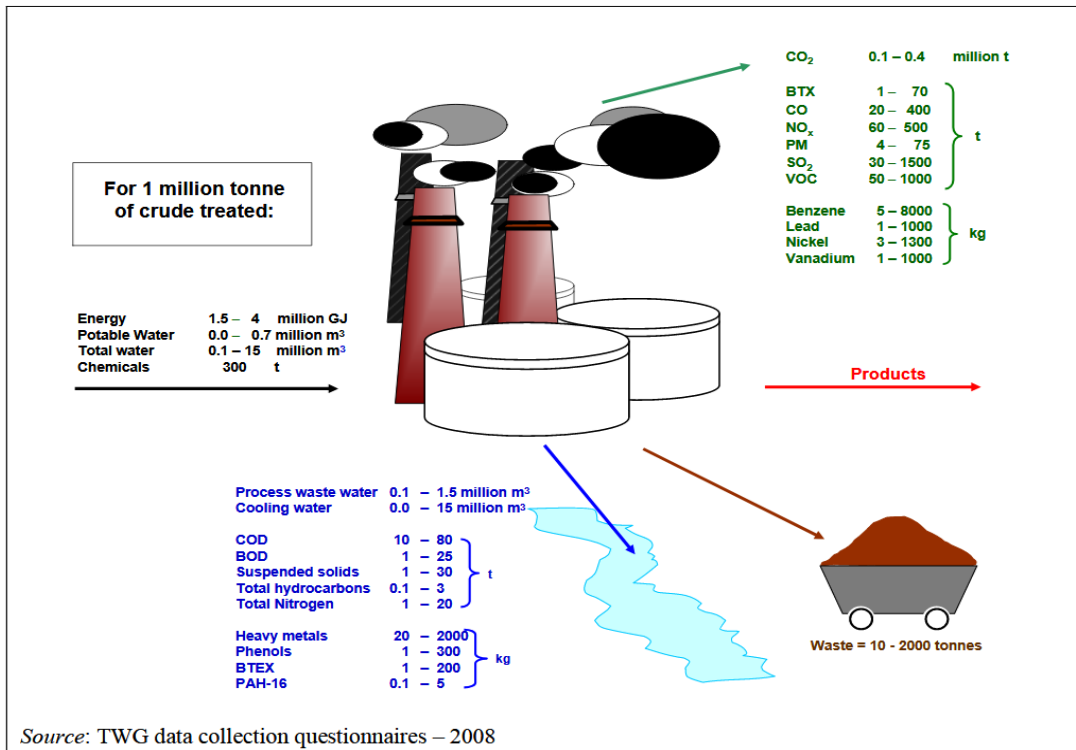
**Antwoord**

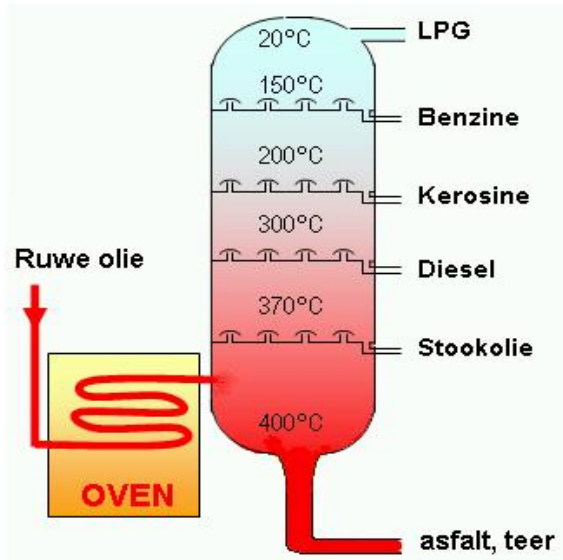
		Recept		$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	$\Delta S_{cf}$ [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]
<a href="#">1</a>		358	rijtjesfabrieken	353	-355	439
<a href="#">2</a>	"	11	rijtjeskantoren	5	0	3
<a href="#">3</a>	"	1.609	arbeiders	352	-217	202
<a href="#">4</a>	"	1	binnenvaartschip		in 19	
<a href="#">5</a>	"	1	tankauto		in 19	
<a href="#">6</a>		2,E+19	m <sup>3</sup> lucht	0	0	0
<a href="#">7</a>	"	0,86	ton ruwe olie	4.952	-3.040	3.909
<a href="#">8</a>	"	0,19	ton water	738	0	1
<a href="#">9</a>	"	85	kg aardgas voor synth.	1.000	-94	117
<a href="#">10</a>	"	341.290	kJ aardgas		in 15	
<a href="#">11</a>	"	85	kJ bedrijfsgas		in 16	
<a href="#">12</a>	"	56.882	kJ stroom	-5	-39	90
<a href="#">13</a>		21	kg O <sub>2</sub> uit Omgeving	137	0	0
<a href="#">14</a>	"	0,4	ton H <sub>2</sub> O naar Omgeving	-1.475	0	0
<a href="#">15</a>		1	ton benzine vormen	569	597	1.115
<a href="#">16</a>	"	341.290	kJ aardgas doen	-25	-130	310
<a href="#">17</a>	"	739.463	kJ bedrijfsgas doen	-239	-216	62
<a href="#">18</a>	"	pm	overig			
<a href="#">19</a>	"	200	tonkm doen	465	-570	1.980
AMT 1		1	ton benzine klaar	6.362	-3.495	6.247

**Gereedschappen**

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







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)

Dit wordt bij benadering uit 1 ton ruwe olie gemaakt

bij Shell Pernis

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

Inzelsstaat Rijtjesfabriek					
C	T <sub>p.e.</sub>	T <sub>g</sub>	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
8,E+06	1,E-07	75	550	0,7	6,E-07



Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton benzine
- $C = n \text{ vaten/jaar} * l \text{ vat} * q \text{ benzine} * \rho \text{ benzine} = 7.859.796 \text{ p.e./jaar}$

waarin:

- $n \text{ vaten/jaar} = 2,E+08 \text{ vaten ruwe olie/jaar}$  1)
- $l \text{ vat} = 0,159 \text{ m}^3$
- $q \text{ benzine} = 0,45 \text{ \% uit vat olie}$
- $\rho \text{ benzine} = 0,720 \text{ ton/m}^3$
- $T_{p.e.} = 1/C$  jaar/p.e.
- $f_n = \text{oppervlakte hele complex} / \text{opp. 1 rijtjesfabriek}$
- $\text{waarin } O_{r.f.} = 10.000 \text{ m}^2$

- fo : het gehele complex heeft gemiddeld 0,65 maal de hoogte schatting rijtjesfabriek
- n r.f. =  $\sum f_n * f_o =$  358 rijtjesfabrieken
- fg =  $(1/(C * T_g)) * f_n * f_o$
- ft =  $S_{\sigma \text{ p.e.}} / \sum S_{\sigma \text{ na}} =$  0,38 't Overzicht
- $\Delta S$  inzet ger./p.e. =  $f_t * f_g * \text{AT 2 Rijtjesfabriek}$  [ 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	353	-355	439



**2** 10,73 rijtjeskantoren

Inzetstaat Rijtjeskantoor					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
8,E+06	1,E-07	75	1.609	0,20	2,E-08

Toelichting:

- fn : de fabriek heeft n arbeiders 3
- fo : de overhead is 0,20
- fg =  $((1/(C * T_g)) * f_n * f_o / 30)$
- $\Delta S$  inzet r.k./p.e. =  $f_t * f_g * \text{AT RK}$  [ 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		7,E-09	r.kantoren doen	5	0	3



**3** 1.609 arbeiders

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

Inzetstaat Mens					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
8,E+06	1,E-07	45	1.609	6,0	3,E-05

Toelichting:

- fn = 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 =  $(1/(C * T_g)) * f_n * f_o$
- $\Delta S$  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	352	-217	202

**4** 1 binnenvaartschip

De inzet hiervan is doorberekend in 19

**5** 1 tankauto

De inzet hiervan is doorberekend in 19



**6** 2,E+19 m³ lucht

*Men Neme*





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		0,86	ton olie doen	4.952	-3.040	3.909

Toelichting:

- m olie/p.e. = m olie totaal \* ft =                      855      kg olie/p.e.



**8**      **0,19**      **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		0,19	ton water doen	738	0	1

Toelichting:

- m water/p.e. = m water tot \* ft =                      0,19      ton water/p.e.

**9**      **85**      **kg aardgas voor H<sub>2</sub>-synthese**

Benodigd                      68      kg CH<sub>4</sub>/ton benzine



*'t Overzicht*

ofwel met factor 1/0,8

85      kg aardgas/ton b.

KT 4

Met DT 4 Aardgas:

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.823	-1.111	1.378
9		0,085	ton gas doen	1.000	-94	117

**10**      **341.290**      **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 =

1,14      GJ/p.e.

*'t Overzicht*

Stel                      30      % hiervan wordt geleverd door verbranding aardgas

ofwel E p.e. - aardgas =

0,341      GJ/p.e.

Zie verder

16

**11**      **739.463**      **kJ bedrijfsgas**

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



Zie verder

17

**12**      **56.882**      **kJ stroom**

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

Met AMT 4 Fossielstroom:

AMT 4		1	kJ stroom klaar	-9,E-05	-7,E-04	2,E-03
12		56.882	kJ stroom doen	-5	-39	90



## Pandgeld

De pandgelden zijn al verrekend onder

*Roeren & Mengten*  
*Men Neme*

behalve:

**13**            **137**      **voor**      **21,4**      **kg O<sub>2</sub> uit Omgeving**

17

**14**            **-1.475**      **voor**      **0,38**      **ton H<sub>2</sub>O naar Omgeving**

*Eigenwaarden*

Schat de raffinaderij loost

1      ton water/ton ruwe olie

Zie figuur 3.1 van bron

3)

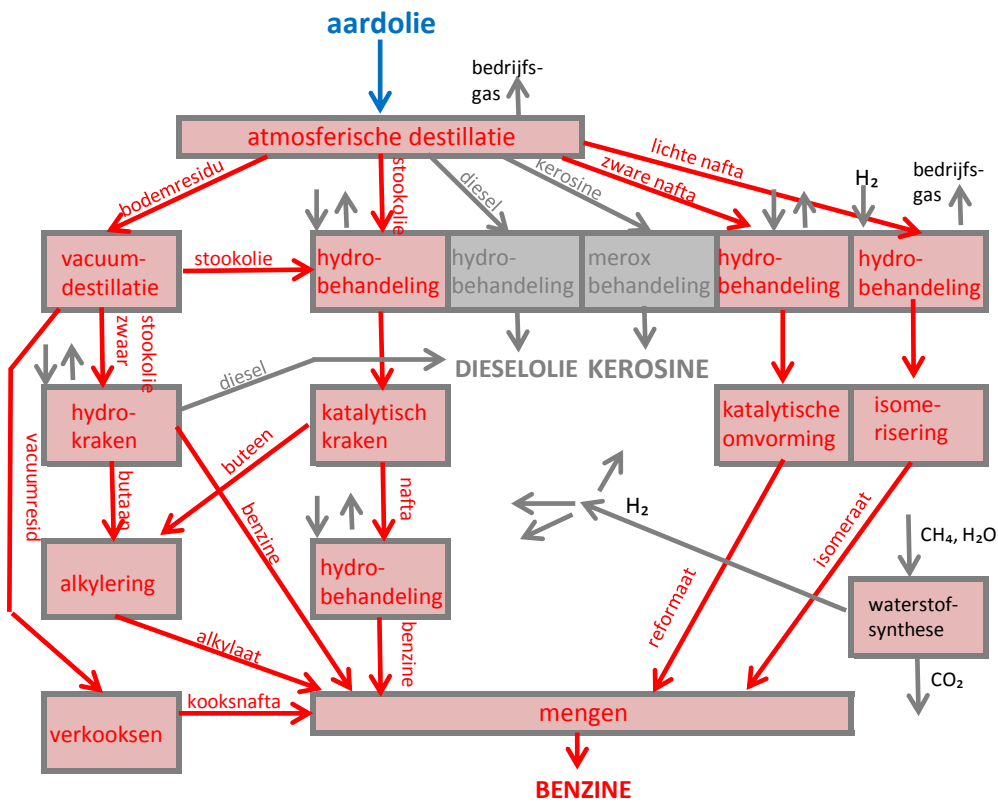
- m water/p.e. = m water totaal \* ft =

0,38      ton/p.e.



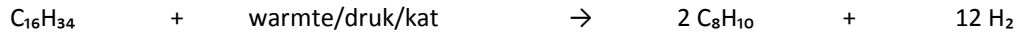
## Roeren & Mengten



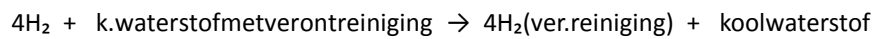
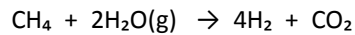


• Vorming ΔSσ :

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



- waterstofsynthese t.b.v. hydrobehandelingen:



- overig: reacties met verontreinigingen en stoom PM

't Overzicht							
Termen reactievgl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	Sσ [kJ/°K.mol]	Sσ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
<b>Vóór</b>							
aardolie	0,500	4.512	2.256	0,900	4.060		
CH <sub>4</sub>	0,016	4.230	68	0,186	787		
H <sub>2</sub> O(g)	0,018	8.459	152	0,188	1.590		
<b>Na</b>							
lpg	0,044	2.643	116	0,27	714		
butaan	0,058	1.604	93	0,31	497		
benzine	0,106	9.434	1.000	0,247	2.330		
kerosine	0,134	1.736	233	0,321	557		
diesel	0,168	2.907	488	0,484	1.407		
stookolie	0,352	661	233	0,8	529		
bitumen	0,700	100	70	1,000	100		
kooks	0,012	1.938	23	0,006	12		
H <sub>2</sub>	0,002	16.919	34	0,130	2.199		
CO <sub>2</sub>	0,044	4.230	186	0,213	901		
overig							
ΔSσ na-vóór =					2.808	ΔHf =	



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)

$$\Delta S_{\sigma \text{ 1 p.e.}} = \Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} \cdot ft = 1.065 \text{ [kJ/}^\circ\text{K]}$$

● **Spreiding  $\Delta S_{\sigma}$  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	-0,69
15		-1.604	mol CO <sub>2</sub> doen	-496	597	1.115

Toelichting:

- ft is toegepast

**16**      **341.290**      **kJ aardgas verbranden**      10

Met KT 4 Aardgas:

KT 4		100.000	kJ aardgas klaar	-7	-38	91
16		341.375	kJ aardgas doen	-25	-130	310



**17**      **7,E+05**      **kJ bedrijfsgas verbranden**

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

<i>'t Overzicht</i>							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	S <sub>σ</sub> [kJ/°K.mol]	S <sub>σ</sub> [kJ/°K]	H <sub>f</sub> [kJ/mol]	H <sub>f</sub> [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
17		-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 benzine wordt afgeleverd bij klanten.

- binnenvaartschip

Verplaatsen 0,5 ton benzine  
over 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

Verplaatsen 0,5 ton benzine  
over 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-ernis-refinery/shell-ernis.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.p](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/REF_BREF_2015.p) 3)
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrotreating>