



Aanmaaktover 3a

AANMAKEN 1 TON BITUMEN

PRIJS



19.349

**Vraag**

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

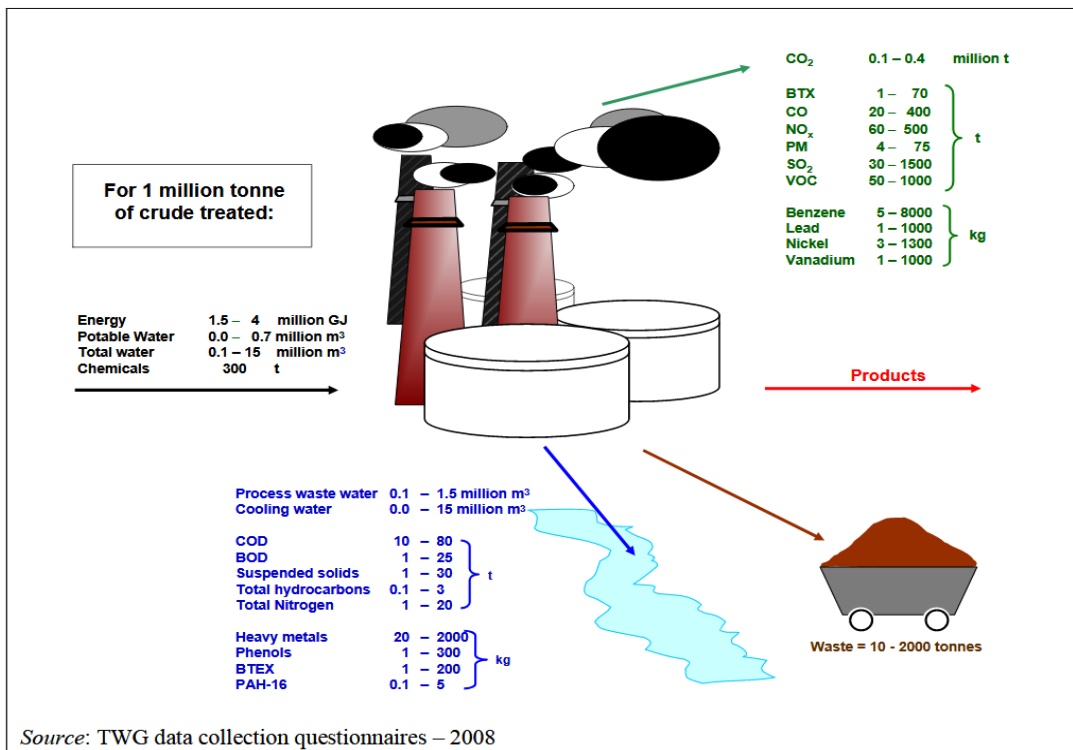
**Antwoord**

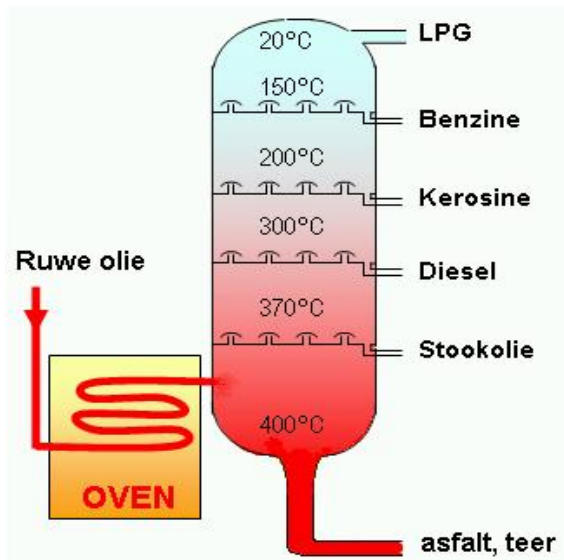
		Recept		$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	$\Delta S_{cf}$ [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]
<a href="#">1</a>		358	rijtjesfabrieken	130	-131	162
<a href="#">2</a>	"	11	rijtjeskantoren	2	0	1
<a href="#">3</a>	"	1.609	arbeiders	196	-121	112
<a href="#">4</a>	"	1	tankauto		in 18	
<a href="#">5</a>		2,E+19	m <sup>3</sup> lucht	0	0	0
<a href="#">6</a>	"	0,52	ton ruwe olie	3.036	-1.864	2.396
<a href="#">7</a>	"	0,01	ton water	32	0	0
<a href="#">8</a>	"	1.213	kg aardgas voor synth.	14.335	-1.347	1.671
<a href="#">9</a>	"	14.598	kJ aardgas		in 15	
<a href="#">10</a>	"	1213	kJ bedrijfsgas		in 16	
<a href="#">11</a>	"	2.433	kJ stroom	0	-2	4
<a href="#">12</a>		21	kg O <sub>2</sub> uit Omgeving	137	0	0
<a href="#">13</a>	"	0,0	ton H <sub>2</sub> O naar Omgeving	-63	0	0
<a href="#">14</a>		1	ton bitumen vormen	451	243	454
<a href="#">15</a>	"	14.598	kJ aardgas doen	-1	-6	14
<a href="#">16</a>	"	31.629	kJ bedrijfsgas doen	-211	-283	0
<a href="#">17</a>	"	pm	overig			
<a href="#">18</a>	"	200	tonkm doen	241	-864	2.982
AMT 3a		1	ton bitumen klaar	18.043	-3.510	4.816

**Gereedschappen**

De bitumen 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

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

Bron: Vereniging  
Nederlandse Petroleum Industrie  
[www.vnpi.nl](http://www.vnpi.nl)

### 1 358 rijtjesfabrieken

Inzetstaat 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]	[-]	[-]	[-]
6,E+05	2,E-06	75	550	0,7	8,E-06



Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton bitumen
- C = n vaten/jaar \* l vat \* q bit. \* ρ bit. = 604.040 p.e./jaar

waarin:

- n vaten/jaar = 2,E+08 vaten ruwe olie/jaar 1)
- l vat = 0,159 m<sup>3</sup>
- q bitumen = 0,03 % uit vat olie
- ρ bitumen = 0,830 ton/m<sup>3</sup>
- T<sub>p.e.</sub> = 1/C jaar/p.e.
- f<sub>n</sub> = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
- waarin O<sub>r.f.</sub> = 10.000 m<sup>2</sup>
- f<sub>o</sub> : het gehele complex heeft gemiddeld 0,65 maal de hoogte schatting rijtjesfabriek

- n r.f. =  $\sum f_n \cdot f_o =$  358 rijtjesfabrieken
- $f_g = (1/(C \cdot T_g)) \cdot f_n \cdot f_o$
- $f_t = S_{\sigma} \text{ p.e.} / \sum S_{\sigma} \text{ na} =$  0,01 't Overzicht
- $\Delta S \text{ inzet ger./p.e.} = f_t \cdot f_g \cdot \text{AT 2 Rijtjesfabriek}$  [ kJ/°K . p.e. ]
- waarin toedelingsfactor ( $S_{\sigma} \text{ BIT.} / \sum S_{\sigma} \text{ na}$ ) = 0,02 't Overzicht

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		9,E-08	r.fabriek doen	130	-131	162



**2** 11 rijtjeskantoren

Inzetstaat Rijtjeskantoor					
C	Tp.e.	Tg	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
6,E+05	2,E-06	75	1.609	0,20	2,E-07

Toelichting:

- f<sub>n</sub> : de fabriek heeft n arbeiders 3
- f<sub>o</sub> : de overhead is 0,20
- $f_g = ((1/(C \cdot T_g)) \cdot f_n \cdot f_o / 30)$
- $\Delta S \text{ inzet r.k./p.e.} = f_t \cdot f_g \cdot \text{AT RK}$  [ kJ/°K . p.e ]
- n r.k. =  $f_n \cdot f_o / 30 =$  10,73 rijtjeskantoren

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

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

**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	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[jaar/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
6,E+05	2,E-06	45	1.609	6,0	4,E-04

Toelichting:

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

AT M		1	mens afspelen	3,E+07	-2,E+07	2,E+07
3		6,E-06	mens doen	196	-121	112

**4** 1 tankauto

De inzet hiervan is doorberekend in

18



**5** 2,E+19 m<sup>3</sup> lucht

*Men Neme*





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

**6** 0,5 ton ruwe olie

't Overzicht

Met DT 3 Aardolie:

DT 3		1	ton olie klaar	5.789	-3.554	4.570
6		0,52	ton olie doen	3.036	-1.864	2.396

Toelichting:



- m olie/p.e. = m olie totaal \* ft = 524 kg olie/p.e.

**7 0,01 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
7		0,01	ton water doen	32	0	0

Toelichting:



- m water/p.e. = m water totaal \* ft = 0,01 ton water/p.e.

**8 1.213 kg aardgas voor H<sub>2</sub>-synthese**

Benodigd 970 kg CH<sub>4</sub>/ton bitumen 't Overzicht

ofwel met factor 1/0,8 1.213 kg aardgas/ton b. KT 4

Met DT 4 Aardgas:

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.823	-1.111	1.378
8		1,213	ton gas doen	14.335	-1.347	1.671

**9 14.598 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 = 0,05 GJ/p.e. 't Overzicht

Stel 30 % hiervan wordt geleverd door verbranding aardgas

ofwel E p.e. - aardgas = 0,015 GJ/p.e.

Zie verder 15

**10 31.629 kJ bedrijfsgas**



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

Zie verder 16

**11 2.433 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
11		2.433	kJ stroom doen	0	-2	4



## Pandgeld

De pandgelden zijn al verrekend onder

*Roeren & Mengten  
Men Neme*

behalve:

**12**  **137 voor 21,4 kg O<sub>2</sub> uit Omgeving 16**

**13**  **-63 voor 0,02 ton H<sub>2</sub>O naar Omgeving**

Schat de raffinaderij loost 1 ton water/ton ruwe olie

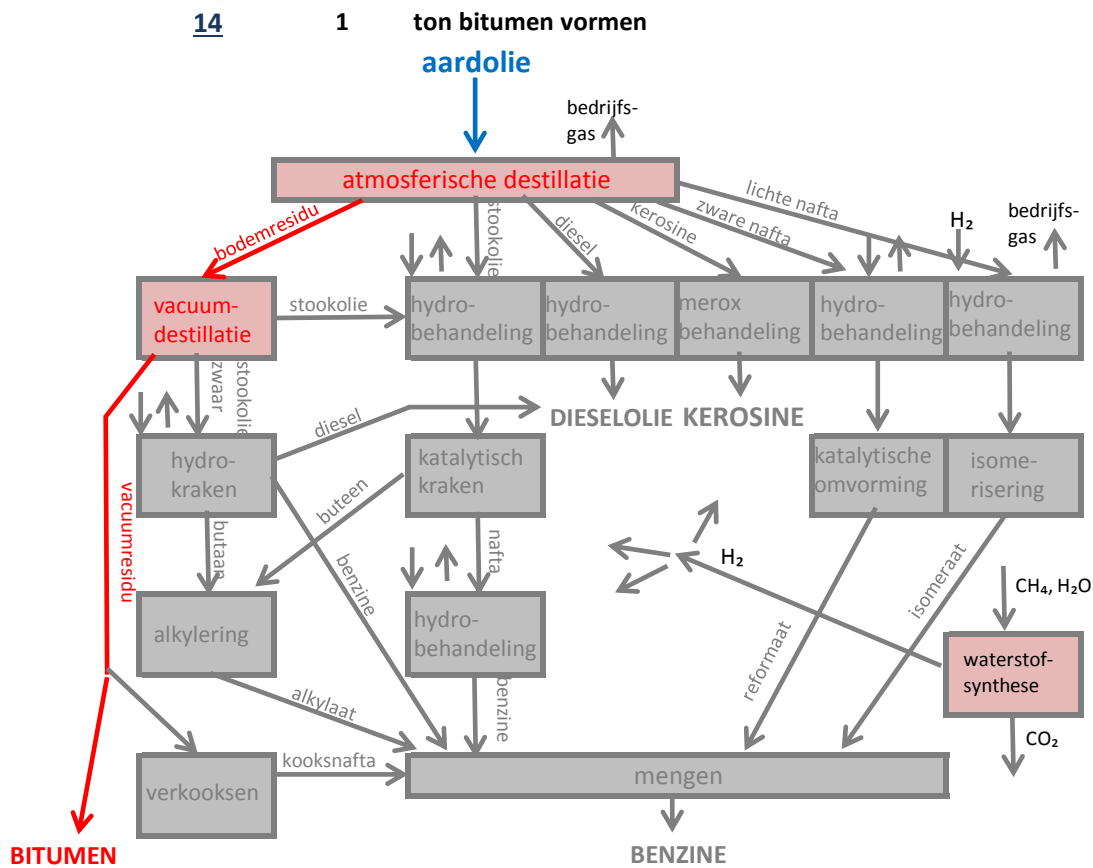
Zie figuur 3.1 van bron 3)

- m water/p.e. = m water totaal \*ft = 0,02 ton/p.e.



*Roeren & Mengten*



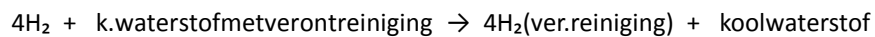
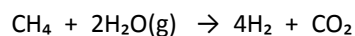


• **Vorming  $\Delta S_{\sigma}$  :**

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



- waterstofsynthese t.b.v. hydrobehandelingen:



- overig: reacties met verontreinigingen en stoom PM

't Overzicht 1							
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	64.667	32.333	0,900	58.200		
CH <sub>4</sub>	0,016	60.625	970	0,186	11.276		
H <sub>2</sub> O(g)	0,018	121.250	2.183	0,188	22.795		
<b>Na</b>							
lpg	0,044	37.879	1.667	0,27	10.227		
butaan	0,058	22.989	1.333	0,31	7.126		
benzine	0,106	135.220	14.333	0,247	33.399		
kerosine	0,134	24.876	3.333	0,321	7.985		
diesel	0,168	41.667	7.000	0,484	20.167		
stookolie	0,352	9.470	3.333	0,8	7.576		
bitumen	0,700	1.429	1.000	1,000	1.429		
kooks	0,012	27.778	333	0,006	167		
H <sub>2</sub>	0,002	242.500	485	0,130	31.525		
CO <sub>2</sub>	0,044	60.625	2.668	0,213	12.913		
overig							
$\Delta S_{\sigma}$ na-vóór =					40.243	$\Delta H_f$ =	



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)

$$\Delta S_{\sigma} \text{ 1 p.e.} = \Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} * f_t = 653 \quad [\text{kJ}/^\circ\text{K}]$$

● **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 DT 0 Kooldioxide:



DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
14		-654	mol CO <sub>2</sub> doen	-202	243	454

Toelichting:

- de toedelingsfactor f<sub>t</sub> is toegepast

**15**      **14.598**    **kJ aardgas verbranden**      9

Met KT 4 Aardgas:



KT 4		100.000	kJ aardgas klaar	-7	-38	91
15		15.810	kg aardgas doen	-1	-6	14

**16**      **3,E+04**    **kJ bedrijfsgas verbranden**



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

<i>'t Overzicht 2</i>							
Termen reactievgl	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

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
14		670	mol O <sub>2</sub> doen	nvt	-249	nvt

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
14		89	mol CO <sub>2</sub> doen	nvt	-33	nvt

Toelichting:

- het toepassen van de factor f<sub>t</sub> = (S<sub>σ bit</sub>./ΣS<sub>σ na</sub>) wordt achterwege gelaten omdat de onderhavige waarden nihil zijn.

**17**      **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

**18 200 tonkm doen**



De bitumen wordt afgeleverd bij klanten.

- tankauto

L = 1,0 bitumen

s = 200 km

Met VT 1 Vrachtwagen:

VT 1		1	vwt tonkm klaar	1,2	-4,3	14,9
18		200	vwt tonkm doen	241	-864	2.982



*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.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/REF_BREF_2015.pdf) 3)
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydotreating>