



Aanmaaktover 49

AANMAKEN 1 TON BITUMEN

PRIJS



34.268

Vraag

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

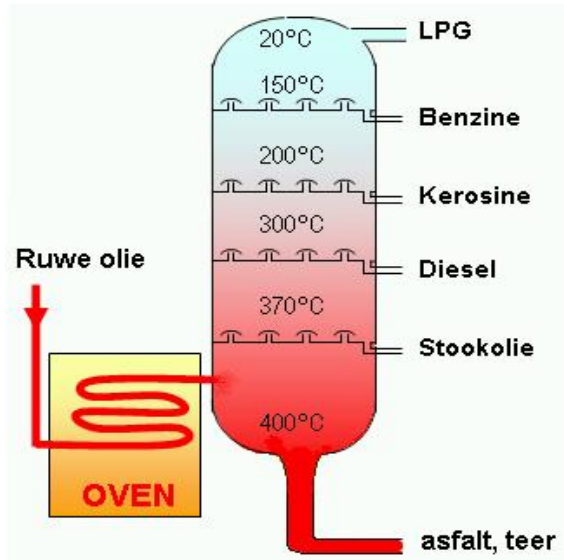
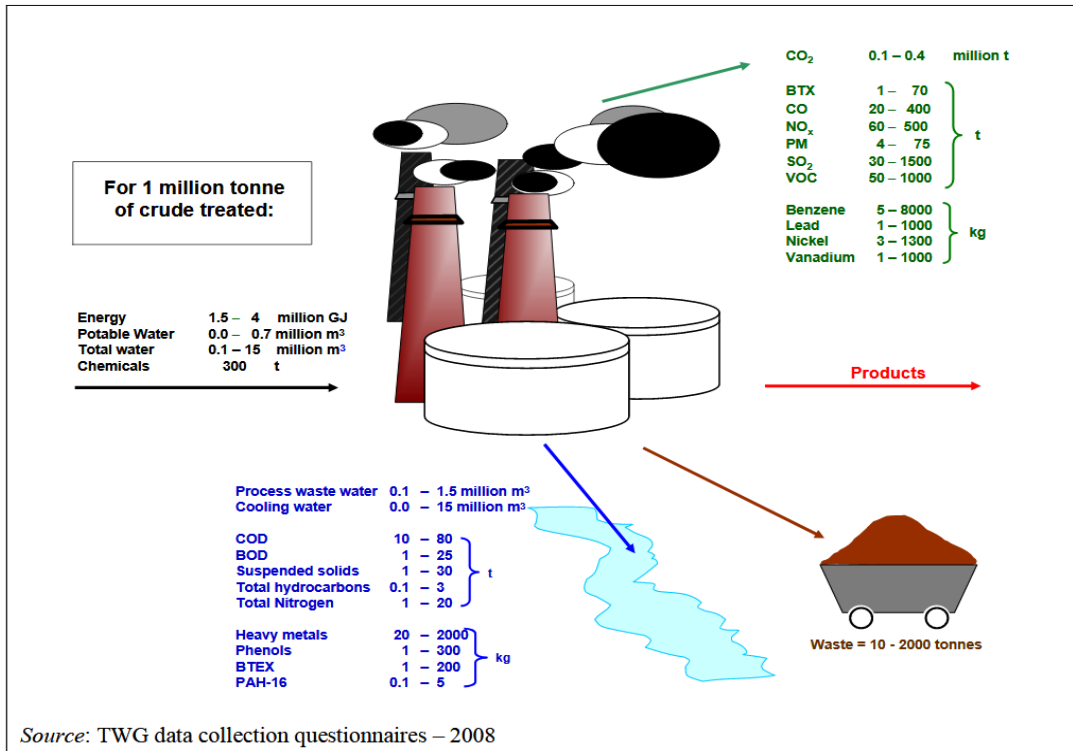
Antwoord

		Recept		ΔS_{σ} [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	ΔS_{θ} [kJ/°K]
1		455	rijtjesfabrieken	6.548	-1.436	5.466
2	"	1	binnenvaartschip		in 18	
3	"	1	tankauto		in 18	
4	"	2.048	arbeiders	78	-25	30
5		2,E+19	m ³ lucht	0	0	0
6	"	0,48	ton ruwe olie	3.684	-217	2.321
7	"	0,01	ton water	29	0	0
8	"	1.213	kg aardgas voor synth.	14.971	-61	1.111
9	"	13.499	kJ aardgas		in 15	
10	"	1213	kJ bedrijfsgas		in 16	
11	"	2.250	kJ stroom	19	0	16
12		21	kg O ₂ uit Omgeving	137	0	0
13	"	0,0	ton H ₂ O naar Omgeving	-58	0	0
14		1	ton bitumen vormen	430	339	962
15	"	13.499	kJ aardgas doen	3	1	39
16	"	29.249	kJ bedrijfsgas doen	-239	25	94
17	"	pm	overig			
18	"	200	tonkm doen	1.602	-775	2.427
AMT 3		1	ton bitumen klaar	25.604	-1.376	10.040

**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

1 455 rijtjesfabrieken

Inzetstaat Rijtjesfabriek					
T _{p.e.}	C	T _g	f _n	f _o	f _g
[jaar/p.e.]	[p.e./jaar]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E-06	6,E+05	75	700	0,7	1,E-05

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 m³

q bitumen = 0,03 % uit vat olie

ρ bitumen = 0,830 ton/m³

- T_{p.e.} = 1/C jaar/p.e.

- f_n = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek

waarin O_{r.f.} = 10.000 m²

- f_o : het gehele complex heeft gemiddeld 0,65 maal de hoogte rijtjesfabriek schatting



- n_{r.f.} = Σ f_n*f_o = 455 rijtjesfabrieken

- f_g = (1/(C*T_g))*f_n*f_o

- ΔS inzet ger./p.e. = (S_{σ BIT.}/ΣS_{σ na})*f_g * AT 2 Rijtjesfabriek [kJ/°K . p.e.]

waarin toedelingsfactor (S_{σ BIT.}/ΣS_{σ na}) = 0,01

Overzicht

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-3,E+08	1,E+09
1		4,272E-06	r.fabriek doen	6.548	-1.436	5.466

2 1 binnenvaartschip

De inzet hiervan is doorberekend in 18

3 1 tankauto

De inzet hiervan is doorberekend in 18

4 2.048 arbeiders

Stel in de r.fabrieken is de gemiddelde inzet 1,0 arbeider/r.f.

ofwel volcontinu 4,5 „

Inzetstaat Mens					
T _{p.e.} [jaar]	C [p.e./jaar]	T _g [jaar]	f _n [-]	f _o [-]	f _g [-]
2,E-06	6,E+05	45	2.048	3,3	2,E-04

Toelichting:

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

- f_o = 3*1,2 want

. arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.

. uitbestedingsfactor is 1,2

- f_g = (1/(C*T_g))*f_n*f_o

- ΔS inzet ger./p.e. = (S_o bit./ΣS_o na)*f_g* AT Mens [kJ/°K . p.e.]

AT M		1	mens afspelen	2,E+07	-7,E+06	8,E+06
4		4,E-06	mens doen	78	-25	30



5

2,E+19 m³ 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

Overzicht

Met HT 3 Olie:

HT 3		1	ton olie klaar	7.597	-448	4.786
6		0,48	ton olie doen	3.684	-217	2.321

Toelichting:

- D olie/p.e. = D olie totaal * (S_o bit./ΣS_o na) = 485 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	3.906	0	12
7		0,01	ton water doen	29	0	0

Toelichting:

- D water/p.e. = D water totaal * (S_o bit./ΣS_o na) = 0,01 ton water/p.e.

8

1.213 kg aardgas voor H₂-synthese

Benodigd

970 kg CH₄/ton bitumen

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	12.347	-50	916
8		1,213	ton gas doen	14.971	-61	1.111

9

13.499 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*(S_o bit./ΣS_o na) =

0,04 GJ/p.e.

Overzicht

Stel 30 % hiervan wordt geleverd door verbranding aardgas

ofwel E p.e. - aardgas =

0,013 GJ/p.e.

Zie verder

15

10

29.249 kJ bedrijfsgas

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



Zie verder

16

11 2.250 kJ stroom

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

Met AMT 4 Fossilstroom:

AMT 4		1	kJ stroom klaar	8,E-03	-1,E-04	7,E-03
11		2.250	kJ stroom doen	19	0	16





Pandgeld

De pandgelden zijn al verrekend onder

*Roeren & Mengten
Men Neme*

behalve:

12		137	voor	21,4	kg O₂ uit Omgeving	16
13		-58	voor	0,01	ton H₂O naar Omgeving	

Schat de raffinerij loost 1 ton water/ton ruwe olie

Zie figuur 3.1 van bron

3)

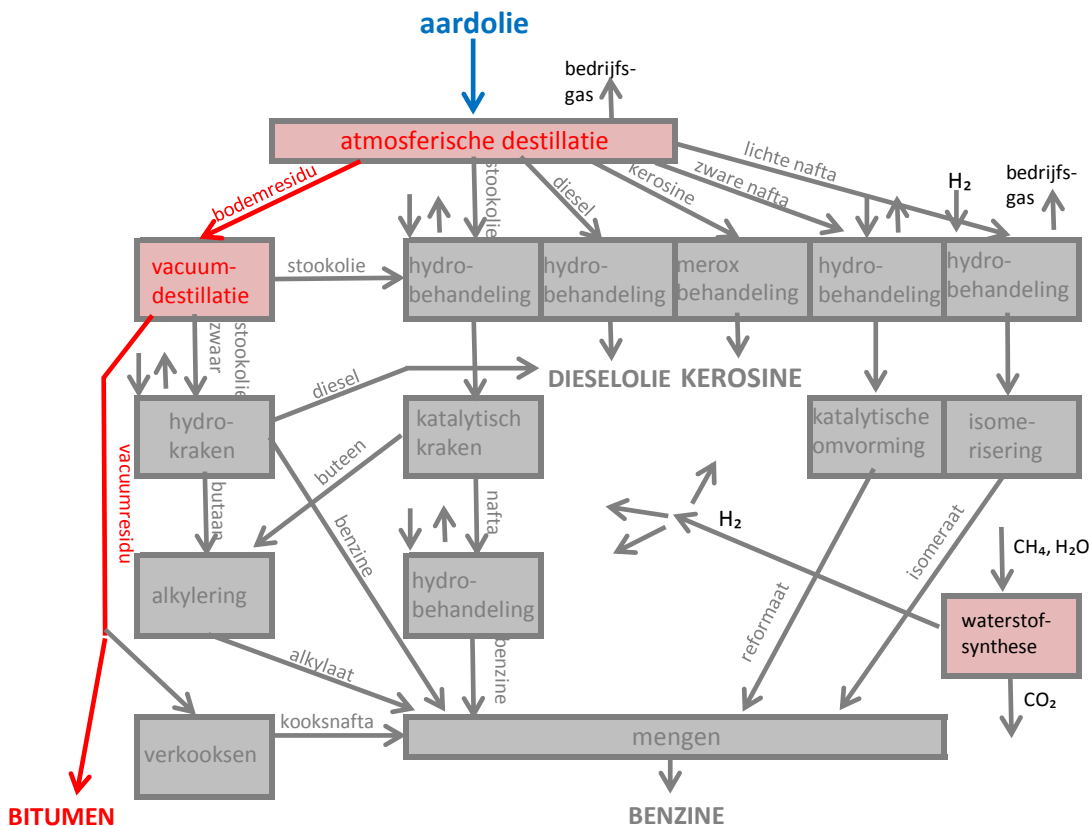
- D water/p.e. = D water totaal * (S_{o bit.}/ΣS_{o na}) = 0,01



Roeren & Mengten



14 1 ton bitumen vormen

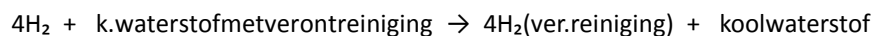
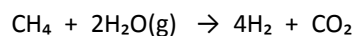


• Vorming ΔS_o :

- 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	64.667	32.333	0,900	58.200		
CH ₄	0,016	60.625	970	0,186	11.276		
H ₂ O(g)	0,018	121.250	2.183	0,188	22.795		
Na							
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	0,300	40.566		
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 ₂	0,002	242.500	485	0,130	31.525		
CO ₂	0,044	60.625	2.668	0,213	12.913		
overig							
$\Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} =$					47.409	$\Delta H_f =$	

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)

$$\Delta S_{\sigma \text{ 1 p.e.}} = \Delta S_{\sigma \text{ na-vóór}} * (S_{\sigma \text{ bit.}} / \Sigma S_{\sigma \text{ na}}) = 711 \text{ [kJ/°K]}$$

● **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 DT 0 CO₂ :



DT 0		1	mol CO ₂ lucht → cilinder klaar	0,31	-0,37	-1,06
14		-909	mol CO ₂ lucht → cilinder doen	-281	339	962

Toelichting:

- de toedelingsfactor ($S_{\sigma \text{ bit.}} / \Sigma S_{\sigma \text{ na}}$) is toegepast

15 13.499 kJ aardgas verbranden 9

Met KT 4 Aardgas:



KT 4		100.000	kJ aardgas klaar	22	3	267
15		14.712	kg aardgas doen	3	1	39

16 3,E+04 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
$\Delta S_{\sigma} \text{ vóór-na} =$					-211	$\Delta H_f =$	-4,E+05

Met DT 0 CO₂:

DT 0 tvs 5		1	mol CO ₂ lucht → cilinder klaar	0,00	-0,41	0,00
16		21,4	mol O ₂ lucht → cilinder doen	0	-8,7	0

Met DT 0 CO₂:

DT 0		1	mol CO ₂ lucht → cilinder klaar	0,31	-0,37	-1,06
16		-89	mol CO ₂ lucht → cilinder doen	-28	33,2	94

Toelichting:

- het toepassen van de factor ($S_{\sigma \text{ bit.}} / \Sigma S_{\sigma \text{ na}}$) 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	vwtonkm klaar	8,0	-3,9	12,1
18		200	vwtonkm doen	1.602	-775	2.427



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 3)
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydrotreating>

