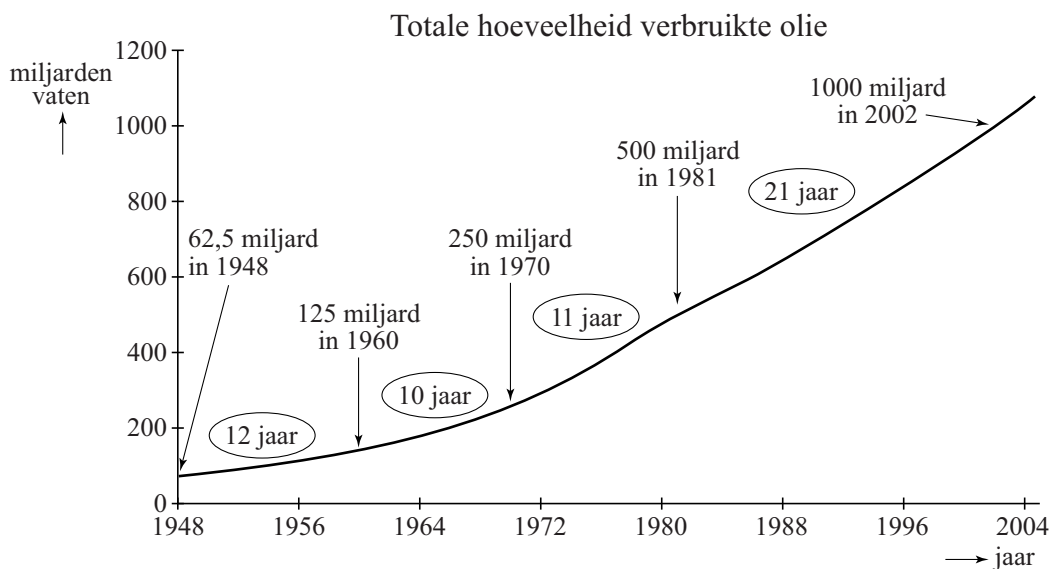


Olie is een belangrijke grondstof. In figuur 1 is af te lezen hoeveel olie er wereldwijd in totaal is verbruikt sinds er in 1859 voor het eerst een oliebron geslagen werd. Zo valt bijvoorbeeld af te lezen dat het totaal van 1000 miljard vaten in de loop van 2002 gepasseerd werd.

**figuur 1**



In de grafiek van figuur 1 zijn vanaf 1948 de perioden aangegeven waarin de totale hoeveelheid verbruikte olie verdubbelde. Tussen 1948 en 1981 duurde het telkens ongeveer 11 jaar tot de totale hoeveelheid verbruikte olie was verdubbeld. Dit betekent dat tussen 1948 en 1981 de totale hoeveelheid verbruikte olie bij benadering exponentieel groeide.

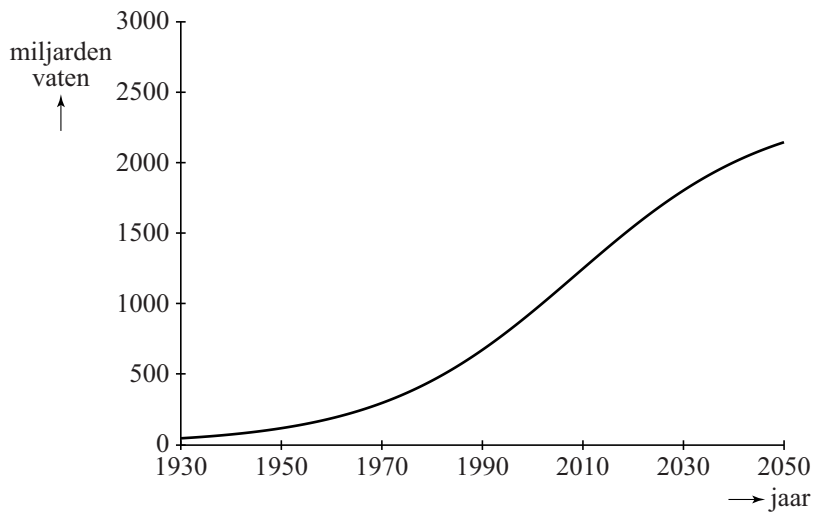
- 4p **9** Bereken het jaarlijkse groeipercentage dat hoort bij een verdubbelingstijd van 11 jaar. Geef je antwoord in één decimaal nauwkeurig.

Vanaf 1981 groeide de totale hoeveelheid verbruikte olie bij benadering nog steeds exponentieel, maar met een andere groeifactor. In de grafiek is te zien dat de totale hoeveelheid verbruikte olie verdubbelde van 500 miljard tot 1000 miljard vaten in de periode van 1981 tot 2002. Een verdubbelingstijd van 21 jaar komt overeen met een groei van ongeveer 3,4% per jaar.

- 4p **10** Bereken op algebraïsche wijze het jaar waarin volgens dit exponentiële model de totale hoeveelheid verbruikte olie de grens van 750 miljard vaten passeerde.

Er zijn in de loop der jaren verschillende modellen gemaakt die het verbruik van olie voorspellen. Een van deze modellen is het model van Hubbert uit 1956. In figuur 2 zie je een grafiek die uit dit model volgt.

**figuur 2**



Deze grafiek hoort bij de totale hoeveelheid olie die tot dat moment verbruikt is. Een formule voor deze totale hoeveelheid is:

$$V = \frac{2400}{1 + 56 \cdot 0,95^t}$$

Hierin is  $V$  de totale hoeveelheid verbruikte olie in miljarden vaten en  $t$  de tijd in jaren, met  $t = 0$  op 1 januari 1930.

De totale hoeveelheid winbare olie in de wereld wordt geschat op 2400 miljard vaten.

- 4p 11 Bereken in welk jaar deze geschatte voorraad volgens het model van Hubbert voor de helft verbruikt was.