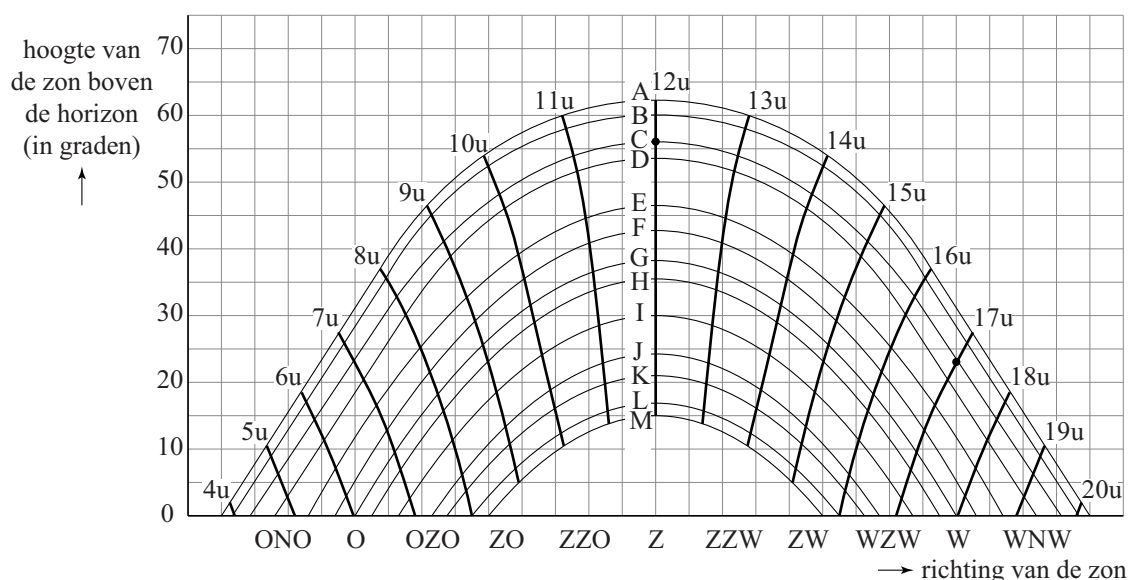


# Zonnebanen

Hoe hoog staat de zon aan de hemel en in welke richting zien we de zon? Om dat te onderzoeken zijn grafische voorstellingen van de zogeheten zonnebanen aan de hemel een handig hulpmiddel. Voor elke dag van het jaar kun je een zonnebaan tekenen. In figuur 1 is dit voor 24 dagen gedaan.

In de figuur is in baan C met een stip aangegeven dat de zon om 12 uur precies in het Zuiden (Z) staat,  $56^\circ$  boven de horizon. Ook is aangegeven dat in baan C de zon om 17 uur precies in het Westen (W) staat,  $23^\circ$  boven de horizon. De letters in de figuur staan ook in de tabel en horen bij de data in de tabel. Zo kun je zien dat op 13 mei en op 1 augustus de zon baan C volgt. De figuur staat ook vergroot op de uitwerkbijlage.

**figuur 1**



**tabel**

zonnebanen $52^\circ$ N.B.	
A	22 juni
B	1 juni            12 juli
C	13 mei            1 augustus
D	1 mei            13 augustus
E	12 april            1 september
F	1 april            12 september
G	21 maart            23 september
H	14 maart            1 oktober
I	1 maart            14 oktober
J	11 februari            1 november
K	1 februari            11 november
L	12 januari            1 december
M	22 december

3p 19 Onderzoek met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage op welke dagen van het jaar de zon 's ochtends om 8 uur al  $30^\circ$  of hoger boven de horizon staat.

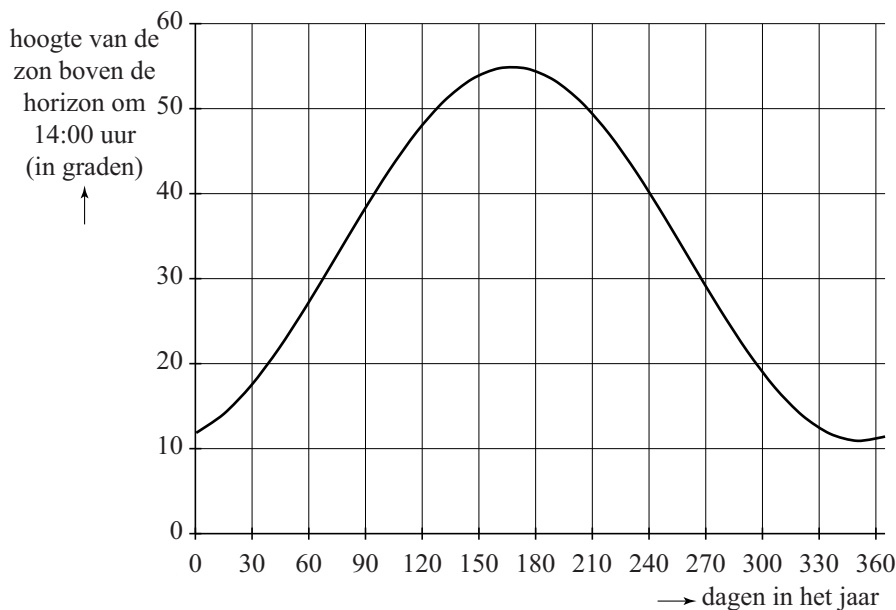
In figuur 1 kun je zien dat de zon elke dag om 12 uur 's middags zijn hoogste stand van die dag bereikt<sup>1)</sup>. Uit figuur 1 blijkt ook dat die hoogste stand door het jaar heen varieert. Op de uitwerkbijlage zie je een tabel met vijf zonnebanen en de hoogte van de zon boven de horizon om 12:00 uur in graden. Ook zie je een assenstelsel met langs de horizontale as de dagen in het jaar en langs de verticale as de hoogte van de zon boven de horizon in graden.

- 3p **20** Vul op de uitwerkbijlage de tabel verder in en teken de punten uit de tabel in het assenstelsel.

De zonnebanen zijn geen sinusoïden. De grafiek van het verband tussen de stand van de zon op een vast tijdstip op een bepaalde dag en het nummer van die dag in het jaar is wel bij benadering een sinusoïde.

In figuur 2 staat de sinusoïde die een benadering is van het verband tussen de hoogte van de zon boven de horizon om 14:00 uur op een bepaalde dag en de tijd  $t$  in dagen in het jaar. Hierbij is  $t = 0$  op 1 januari genomen. De figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

**figuur 2**



- 5p **21** Stel op basis van figuur 2 een formule op voor het verband tussen de hoogte  $H$  van de zon om 14:00 uur op een bepaalde dag en de tijd  $t$  in dagen in het jaar. Licht je antwoord toe.

noot 1 De tijden in de figuur zijn tijden in zogenoemde ware zonnetijd. Deze tijd verschilt van de tijd die we in het dagelijks leven gebruiken. De ware zonnetijd kent geen zomer- of wintertijd. In deze opgave gebruiken we alleen de tijd zoals aangegeven in de figuur.