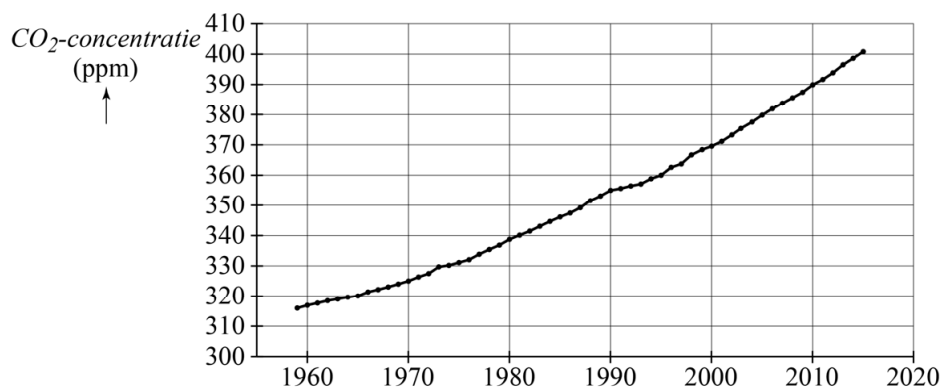


## CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer

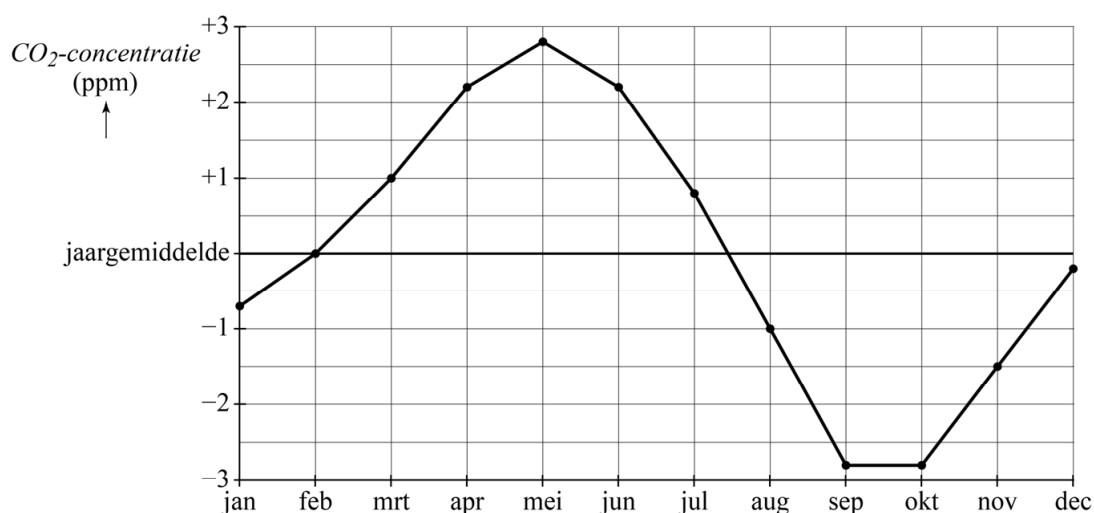
Vanaf 1959 heeft Charles David Keeling de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer gemeten. Deze metingen laten zien dat de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer in de loop van de jaren flink is toegenomen. In figuur 1 zijn voor de periode 1959–2015 de jaargemiddelden van de CO<sub>2</sub>-concentratie weergegeven. De gebruikte eenheid van de CO<sub>2</sub>-concentratie is ppm (parts per million): het aantal CO<sub>2</sub>-deeltjes per miljoen luchtdeeltjes. Figuur 1 staat vergroot afgedrukt op de uitwerkbijlage.

**figuur 1**



Het blijkt dat de CO<sub>2</sub>-concentratie elk jaar volgens hetzelfde patroon om het jaargemiddelde schommelt. In figuur 2 kun je aflezen hoeveel het maandgemiddelde van de CO<sub>2</sub>-concentratie afwijkt van het jaargemiddelde. Figuur 2 staat ook afgedrukt op de uitwerkbijlage.

**figuur 2**



- 3p 5 Bepaal het maandgemiddelde van de CO<sub>2</sub>-concentratie voor de maand september 1990. Gebruik hierbij de figuren op de uitwerkbijlage. Geef je antwoord in één decimaal nauwkeurig.

Keeling schatte in 1970 op grond van zijn meetgegevens over de periode 1959–1970 dat het jaargemiddelde van de CO<sub>2</sub>-concentratie vanaf 1970 jaarlijks met 0,3% zou toenemen. Daarmee voorspelde hij hoe hoog het jaargemiddelde van de CO<sub>2</sub>-concentratie in 1995 zou zijn. Die voorspelling wijkt een beetje af van het werkelijke jaargemiddelde van het jaar 1995.

- 5p **6** Bereken hoeveel procent de voorspelling afwijkt. Gebruik hierbij de figuur op de uitwerkbijlage. Geef je antwoord als geheel getal.

De CO<sub>2</sub>-concentratie blijft toenemen. In 2000 was het jaargemiddelde 369,5 ppm, in 2015 was dit opgelopen tot 400,8 ppm.

Tibbe vermoedt op basis van figuur 1 dat het jaargemiddelde in de periode 2000–2015 groeide volgens een exponentieel verband en dat de groei zich in de jaren daarna voortzet volgens hetzelfde exponentiële verband. Je kunt dan, uitgaande van bovenstaande gegevens, berekenen in welk jaar het jaargemiddelde voor het eerst hoger dan 500 ppm zal zijn.

- 5p **7** Bereken op deze manier in welk jaar het jaargemiddelde voor het eerst hoger dan 500 ppm zal zijn.

Marrit is het niet eens met Tibbe: zij vermoedt dat er vanaf het jaar 2000 geen sprake is van exponentiële groei, maar van lineaire groei. Je kunt dan, uitgaande van de jaargemiddelden van 2000 en 2015 en met behulp van lineair extrapoleren, berekenen in welk jaar het jaargemiddelde voor het eerst hoger dan 500 ppm zal zijn.

- 4p **8** Bereken op deze manier in welk jaar het jaargemiddelde voor het eerst hoger dan 500 ppm zal zijn.

Wereldwijd worden er afspraken gemaakt met als doel de CO<sub>2</sub>-concentratie omlaag te brengen.

Veronderstel dat het inderdaad lukt om de CO<sub>2</sub>-concentratie na 2015 zodanig te laten dalen dat het jaargemiddelde in 2050 nog maar 350 ppm is. Dan kan er bijvoorbeeld sprake zijn van afname volgens

- een lineair verband of
- een exponentieel verband.

In beide gevallen is het jaargemiddelde in 2015 gelijk en is ook het jaargemiddelde in 2050 gelijk. Echter, een CO<sub>2</sub>-concentratie van bijvoorbeeld 375 ppm wordt in het ene geval op een eerder moment bereikt dan in het andere geval.

- 3p **9** Leg uit, zonder berekeningen te geven, in welk van de twee genoemde gevallen de CO<sub>2</sub>-concentratie het eerst de waarde 375 ppm bereikt.