Versturen van data

Data kan via verschillende kanalen verstuurd worden, bijvoorbeeld via een kabel of draadloos.

Bij het versturen van data is het belangrijk dat deze foutloos verstuurd wordt. Data kan foutloos verstuurd worden als de zogeheten **kanaalcapaciteit** groot genoeg is.

De kanaalcapaciteit is de maximale hoeveelheid data die per seconde over een kanaal overgedragen kan worden.
Een formule waarmee de kanaalcapaciteit bepaald kan worden, is

$$C = B \cdot {}^{2}\log(1+R) \qquad \text{(formule 1)}$$

Hierin is
- C de kanaalcapaciteit in bits per seconde (bps);
- B de bandbreedte in hertz (Hz);
- R de signaal-ruisverhouding.

Deze signaal-ruisverhouding is de verhouding tussen de sterkte van het gewenste signaal en de sterkte van de aanwezige ruis.

Met de formule

$$S = 10 \cdot {}^{10}\log(R) \qquad \text{(formule 2)}$$

kan R omgerekend worden naar decibel (dB).

In 2016 had een goed werkende draadloos-internetverbinding vaak een bandbreedte van $20 \cdot 10^{6}$ Hz en een waarde van S van 40 dB.

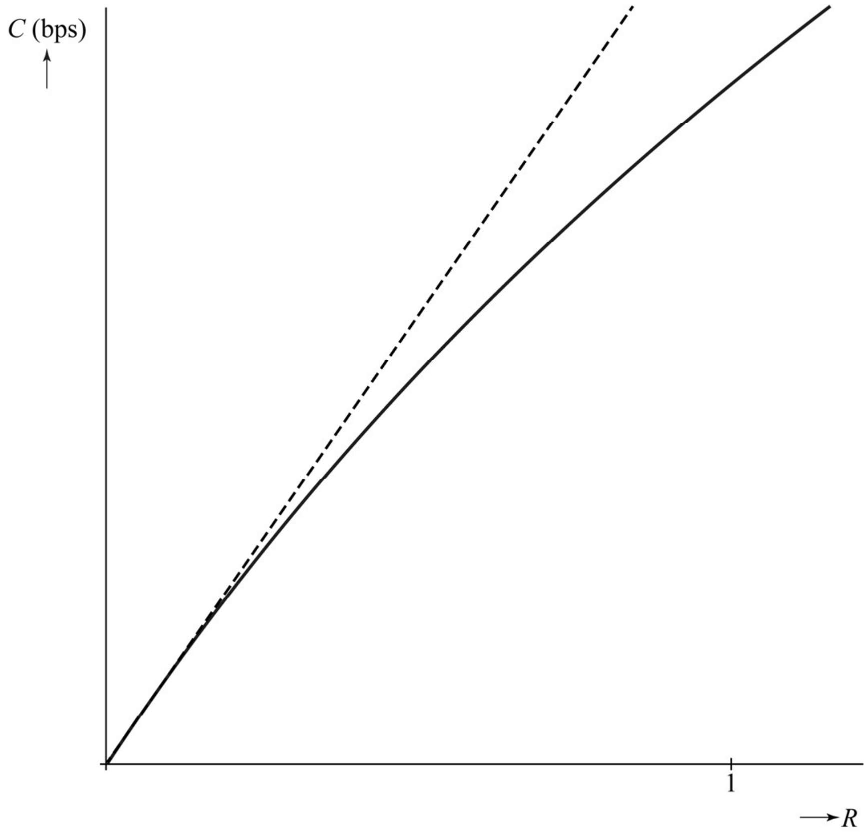
5p **3** Bereken met behulp van de bovenstaande formules de kanaalcapaciteit van deze verbinding. Geef je eindantwoord in miljoenen bps.

Als de ruis (veel) sterker is dan het signaal, dan is R (erg) klein. Voor zulke kleine waarden van R werkt men in de praktijk met de volgende benadering voor C:

$C = 1,44 \cdot B \cdot R$ (formule 3)

In figuur 1 zijn voor $B = 1000$ de grafieken van formules 1 en 3 weergegeven, waarbij de grafiek van formule 3 gestippeld is.

figuur 1



In figuur 1 is te zien dat voor groter wordende R de benadering steeds slechter wordt. Men vindt deze benadering acceptabel als het verschil tussen de waarde van C volgens formule 3 en de waarde van C volgens formule 1 maximaal 1% is van de waarde van C volgens formule 1.

3p **4** Bereken in het geval dat $B = 1000$ tot welke waarde van R dit het geval is. Rond de door jou gevonden waarde van R af op drie decimalen.

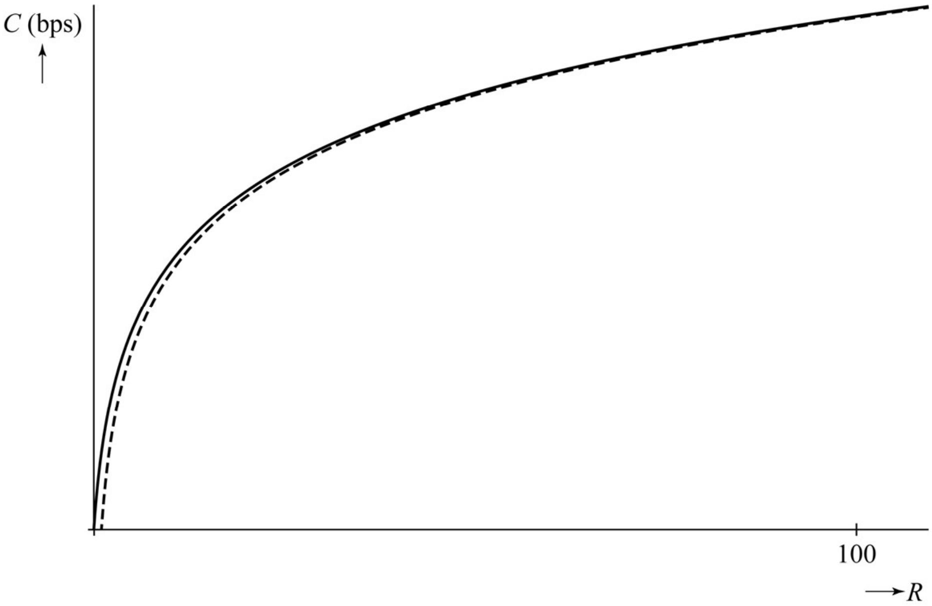
Ook als het signaal veel sterker is dan de ruis, dat wil zeggen voor grote waarden van R, wordt er in de praktijk vaak met een benadering voor C gewerkt.

Voor grote waarden van R geldt $1+R \approx R$. In dat geval kan formule 1 benaderd worden door:

$$C = B \cdot {}^{2}\log\left(R\right) \qquad \text{(formule 4)}$$

In figuur 2 zijn voor een bepaalde waarde van B de grafieken van de formules 1 en 4 weergegeven, waarbij de grafiek van formule 4 gestippeld is.

figuur 2



Met behulp van formules 2 en 4 kan voor grote waarden van R de volgende formule voor C opgesteld worden:

$$C = 0{,}332 \cdot B \cdot S$$

Het getal 0,332 in deze formule is een afgerond getal.

4p **5** Toon de juistheid van deze formule aan.