

## Methaan uit koeienwinden: broeikaseffect of duurzame energie?

Koeien produceren in hun spijsverteringskanaal grote hoeveelheden brandbaar methaangas ( $\text{CH}_4$ ). Het opvangen (afbeelding 1) en gebruiken van koeienwinden als duurzame energiebron lijkt dan ook een voor de hand liggende gedachte.

afbeelding 1



Wetenschappers proberen echter de methaanproductie bij koeien te verkleinen, omdat methaan een zeer sterk broeikasgas is. Hiervoor doen zij onderzoek naar het verband tussen de voerefficiëntie en de methaanproductie van een koe. De voerefficiëntie is de hoeveelheid melk die een koe per kilogram voer produceert.

In de pens, de eerste grote maag van een koe, wordt gras afgebroken door micro-organismen. De tussenproducten komen beschikbaar voor de koe. Methaanbacteriën, die zich ook in de pens bevinden, vergisten enkele van die tussenproducten tot methaan. Het methaangas komt vrij via winden en oprispand gas. Per dag produceert een koe honderden liters methaangas.

De celwanden van cellen van gras bestaan uit cellulose. Cellulose wordt afgebroken door cellulase in de pens van de koe.

- 1p 35 Tot welke scheikundige groep behoort **cellulase**?
- A tot de aminozuren
  - B tot de eiwitten
  - C tot de monosachariden
  - D tot de polysachariden
  - E tot de vetzuren

Om inzicht te krijgen in de manier waarop bacteriën gras afbreken, bekijkt een wetenschapper een monster van de maaginhoud van een koe met een microscoop.

Hij ziet diverse volledige cellen, waaronder cellen van gras, bacteriën en dekweefselcellen van de maagwand van de koe.

- 2p **36** Welk kenmerk is bruikbaar om met zekerheid te kunnen vaststellen dat een bepaalde cel een bacterie is?
- A de aanwezigheid van een celmembraan
  - B de aanwezigheid van een celwand
  - C de afwezigheid van een kernmembraan
  - D de afwezigheid van plastiden

Methaan is een prima brandstof. Bij de verbranding van methaan ontstaat koolstofdioxide en water. Methaan is het hoofdbestanddeel van aardgas dat we voor verwarming van het huis en voor koken gebruiken.

Als we in staat zouden zijn om het methaangas uit de koeienmagen te gebruiken als brandstof in plaats van aardgas, zou dat een bijdrage kunnen leveren aan de afremming van het versterkte broeikaseffect.

- 2p **37** Beredeneer hoe het verbranden van methaan uit koeienmagen in plaats van methaan uit aardgas het versterkte broeikaseffect afremt.

Als de gassen uit de pens van een koe opgevangen worden, is meetbaar hoeveel methaan een koe uitstoot (afbeelding 1). Er blijkt een verband te zijn tussen de methaanuitstoot en de voerefficiëntie. Hoe meer melk een koe per kilogram voer maakt, hoe minder methaan wordt uitgestoten.

Naast een effect op het versterkte broeikaseffect heeft een hoge voerefficiëntie ook andere milieuvoordelen.

- 2p **38** Beschrijf een ander milieuvoordeel van een hoge voerefficiëntie.

---

#### Bronvermelding

*Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.*