

## Het gevaar van mestgassen

Simons ouders hebben een veehouderij met bijna tweehonderd koeien. Afgelopen zomer was Simon bijna verongelukt doordat hij bedwelmd raakte door de mestgassen uit de mestkelder.

De poep en urine van de koeien valt via speciale spleten in de stalvloer in de mestkelder. In deze spleten zitten kleppen waardoor gassen zoals ammoniak nauwelijks vanuit de mestkelder in de stal kunnen komen. Doordat mestgassen zo ook minder in het milieu terecht kunnen komen, heet dit een emissie-arme vloer (afbeelding 1).

**afbeelding 1**



De mest uit de kelder mag alleen in voorjaar en zomer worden geïnjecteerd in de bodem van de akkers. Het is verboden om dit in herfst en winter te doen, omdat het dan meer regent, waardoor de anorganische stoffen afkomstig uit de mest makkelijker uitspoelen.

- 1p **29** Noteer een andere oorzaak waardoor er minder uitspoeling zal zijn in voorjaar en zomer.

Ammoniak-uitstoot en uitspoeling kunnen leiden tot eutrofiëring van natuurgebieden in de omgeving. Dit heeft al op korte termijn een verandering van de soortensamenstelling tot gevolg.

Voor deze verandering worden twee verklaringen gegeven:

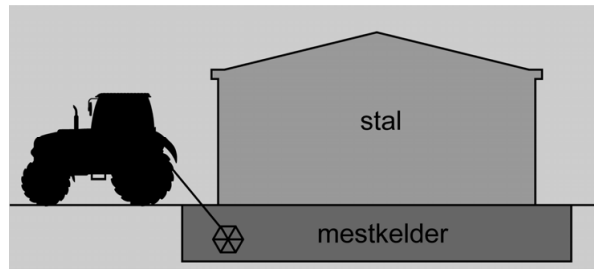
- 1 Eutrofiëring beïnvloedt de concurrentie tussen planten.
- 2 Eutrofiëring verandert de tolerantiegrenzen van een plant.

- 2p **30** Welke verklaring is juist?
- A geen van beide
  - B alleen 1
  - C alleen 2
  - D zowel 1 als 2

In de mestkelders wordt door micro-organismen – zoals bacteriën en gisten – een deel van de organische stoffen uit de mest afgebroken. Hierbij ontstaan gassen. Op de mest kan een korst ontstaan waaronder de gassen zich ophopen.

Om korstvorming tegen te gaan moet Simon de mest regelmatig mixen (afbeelding 2). Hij raakte bedwelmd toen daarbij mestgassen via het open achterraam zijn trekker binnenkwamen.

**afbeelding 2**



In tabel 1 zijn de eigenschappen van mestgassen weergegeven en het gevaar dat deze opleveren.

**tabel 1**

naam	eigenschappen	gevaar
koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> )	zwaarder dan lucht, reukloos	verstikking
methaan (CH <sub>4</sub> )	lichter dan lucht, reukloos	brand, explosie
ammoniak (NH <sub>3</sub> )	lichter dan lucht, sterk ruikend	brand
waterstofsulfide (H <sub>2</sub> S)	zwaarder dan lucht, sterk ruikend	vergiftiging
blauwzuurgas (HCN)	zwaarder dan lucht, sterk ruikend	vergiftiging

In de mestkelder kunnen de omstandigheden zuurstofarm of zuurstofrijk zijn. Deze omstandigheden beïnvloeden de dissimilatie door bacteriën en gisten, en beïnvloeden daarmee dus ook welke gassen hierbij ontstaan.

- 1p 31 Ontstaat koolstofdioxide bij zuurstofarme omstandigheden, bij zuurstofrijke omstandigheden of bij beide?
- A alleen bij zuurstofarme omstandigheden
  - B alleen bij zuurstofrijke omstandigheden
  - C bij beide

Ammoniakgas komt niet voor in urine of in poep, maar ontstaat wanneer urine en bepaalde bacteriën in de poep in de mestkelder samenkomen.

- 2p 32 Licht toe hoe de aanwezigheid van urine in de mestkelder leidt tot de vorming van ammoniak.

Waterstofsulfide en blauwzuurgas zijn beide giftige stoffen. Waterstofsulfide ( $H_2S$ ) stinkt naar rotte eieren, maar bij een zeer hoge concentratie ruik je het niet omdat het gas dan de reukzenuw verlamt. Blauwzuurgas ( $HCN$ ) ruikt naar amandelen en is ook erg gevaarlijk.

De verhouding van eiwitten en koolhydraten in het voer van de koeien is van invloed op de samenstelling van de mestgassen die uit hun mest ontstaan.

- 2p 33 Ontstaat blauwzuurgas bij de afbraak van eiwitten of bij de afbraak van koolhydraten? En waterstofsulfide?

	blauwzuurgas	waterstofsulfide
A	eiwitten	eiwitten
B	eiwitten	koolhydraten
C	koolhydraten	eiwitten
D	koolhydraten	koolhydraten

Tabel 2 laat zien dat de geurdrempel van blauwzuurgas en waterstofsulfide verschilt van persoon tot persoon. Tabel 2 toont ook de wettelijke grenswaarde voor 15 minuten blootstelling. Tot aan deze grenswaarde heeft blootstelling geen negatieve gevolgen voor de gezondheid.

**tabel 2**

mestgas	geurdrempel (ppm)	grenswaarde (ppm)
blauwzuurgas	2 - 10	9
waterstofsulfide	0,0005 - 0,13	10

Het risico op vergiftiging is bij blauwzuurgas groter dan bij waterstofsulfide.

- 1p 34 Verklaar dit aan de hand van de gegevens in tabel 2.

Simon is waarschijnlijk bedwelmd geraakt door waterstofsulfide. Dit gas leidt na inademing snel tot verward gedrag doordat de hersenen heel gevoelig zijn voor dit gas. Waterstofsulfide bindt aan bepaalde enzymen in de mitochondriën. Hierdoor wordt de ATP-productie geremd, wat de impulsgeleiding verstoort.

Vier gevolgen van inademing van waterstofsulfide zijn:

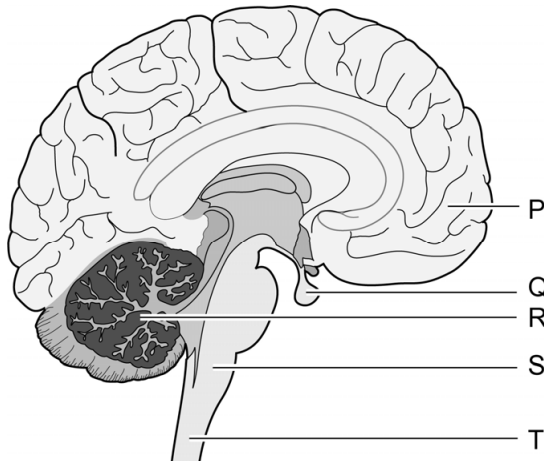
- 1 aantasting van de hersenen
- 2 binding aan een enzym
- 3 verward gedrag
- 4 verstoring van de impulsgeleiding

- 2p 35 Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer erachter of dit een gevolg is op **molecuul-**, **cel-**, **orgaan-** of **organisme-**niveau. Gebruik elk niveau één keer.

Als de giftige gassen de functie van bepaalde hersendelen verstoren, wordt de situatie snel heel gevaarlijk. Je kunt dan namelijk niet meer bedenken dat je om hulp moet roepen. Bovendien wordt de regeling van je ademhaling aangetast.

In afbeelding 3 zijn een deel van het ruggenmerg en verschillende delen van de hersenen met letters aangegeven.

### afbeelding 3



- 2p 36 – Noteer de letter die het deel aangeeft waarmee je bedenkt dat je om hulp moet roepen.
- Noteer de letter die het deel aangeeft dat de ademhaling regelt.