

Voor dit examen zijn maximaal 70 punten te behalen; het examen bestaat uit 24 vragen.  
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.  
Voor de uitwerking van vraag 20 is een bijlage toegevoegd.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

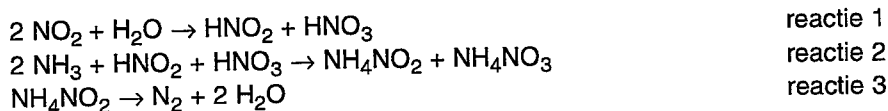
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

## 'Ammoniak-emissie is gunstig voor het tegengaan van zure regen'

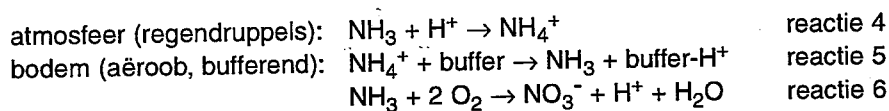
Er bestaat nu in ons land een algemeen verbreide misvatting dat ammoniak, samen met de zure uitstoot van industrie en verkeer, bijdraagt tot het ontstaan van zure regen.

De misvatting over de rol van ammoniak bij zure regen is te wijten aan onjuiste interpretatie van publicaties over dit onderwerp. Ammoniak bereikt de bodem als ammonium-ionen, die een zuur karakter hebben, maar men moet bedenken dat deze ontstaan zijn uit ammoniakgas plus  $H^+$  ionen, die op hun beurt afkomstig zijn van de reactie van zwavel- en stikstofoxiden met water. Ammoniak-emissie is dus gunstig voor het tegengaan van zure regen.

Voorts ontstaan er bij reactie met  $NO_2$  in de vochtige atmosfeer ammoniumnitriet en -nitraat in gelijke hoeveelheden, waarbij nitriet ontleedt tot stikstof en water. De reacties zijn:



Hier worden dus een deel van de ammoniak en een deel van de stikstofoxiden in de atmosfeer samen vernietigd. Ook door deze reactie draagt ammoniak bij aan vermindering van zure regen. De mate waarin deze reactie optreedt is nog onvoldoende bekend, maar ze is waarschijnlijk niet verwaarloosbaar. Uiteindelijk komt de rest van de ammoniak, in de vorm van  $NH_4^+$  ionen, via de regen in de bodem terecht. Kan ze daar bijdragen aan verzuring? In de bodem worden ammonium-ionen in de zwak alkalische omgeving omgezet tot ammoniak, dat onder invloed van bacteriën in aëroob milieu wordt geoxideerd tot nitraat, waarbij inderdaad  $H^+$  ionen worden gevormd. De reacties waar het om gaat zijn dus:



We moeten deze beide effecten wel goed van elkaar onderscheiden.

Het neutraliserende effect van ammoniak op zure regen is algemeen verspreid. De bacteriële oxidatie van ammoniak in de bodem leidt weliswaar tot vorming van  $H^+$  ionen, maar of dit tot verzuring leidt, is afhankelijk van de plaatselijke bodemgesteldheid. In de eerste plaats zal in de bodem een verdere bufferwerking optreden en in de tweede plaats zullen  $NO_3^-$  ionen, waar deze in planten worden opgenomen, worden uitgewisseld tegen  $OH^-$  ionen. De totale omvang van een eventuele resterende verzuring is nog onvoldoende bekend. Opmerkelijk is overigens dat er reeds lange tijd op grote schaal ammoniumhoudende kunstmest is gebruikt, zonder dat daarbij aanzienlijke verzuring is opgetreden.

Nu heeft ammoniak-emissie naast de vermeende verzuring wel een ander effect: verhoogde stikstofbelasting van de bodem. Voor de stedelijke gebieden is dit van geen belang, voor agrarische gronden is dit in feite een voordeel (gratis bemesting), maar voor de zogenaamde 'natuurgebieden' kan dit verstorend werken.

naar: *Chemisch Weekblad*