

Wageningen Pre-University

LESBRIEF STIKSTOFKRINGLOOP

Docentenhandleiding



SCHEIKUNDELES voor 3HV
over het “stikstofprobleem”

Lesbrief stikstofkringloop

Doelgroep

Klas 3 HV

STIKSTOFPROBLEEM

Stikstofreductie nodig

Figuur 1: Krantenkoppen

Thema

Wat wordt bedoeld met stikstof in de krantenkoppen “stikstofprobleem” en “stikstofreductie” (Figuur 1)?

Leerdoelen

1. Goede informatie verzamelen uit informatieve teksten.
2. Juiste reactieschema's op kunnen stellen bij gegeven teksten.
3. Reactieschema om kunnen zetten in kloppende reactievergelijkingen (microniveau).
4. Een beeld kunnen schetsen van de reactievergelijking op macroniveau.
5. Uit kunnen leggen waaruit “het stikstofprobleem” onder andere bestaat

Vorbereiding

- De les in deze lesbrief wordt beschreven is passend voor twee lessen (van 45 min).
- Bij deze les hoort een Lesson-UP-les:
https://www.lessonup.com/nl/lesson/GA8rEgR3LdQhQfLoF?utm_source=app&utm_campaign=shared-lesson-app&utm_content=1684160189644&utm_medium=shared-link
- Kopiëren teksten (bijlage 1).
Ieder expertgroepje heeft meerdere kopieën van één tekst (E1 of E2 of E3) nodig (1 kopie per 1 of 2 leerlingen).
- Kopiëren werkblad stikstofkringloop op A4 of A3-formaat (bijlage 3).
Iedere projectgroep heeft één werkblad nodig.
Kopiëren kan in kleur of in zwart-wit. De kringloop wordt geprojecteerd op het bord. Bij zwart-wit kopieën krijgen leerlingen als extra opdracht om de pijlen en de randen van de vakken van een groene c.q. oranje kleur te voorzien.

Introductie van het thema

Om het onderwerp te introduceren bij leerlingen kan het filmpje “Waarom heeft Nederland een stikstofprobleem?” van de Universiteit van Nederland worden gebruikt. Prof.dr.ing. Jan Willem Erisman (Vrije Universiteit) legt in dit filmpje het probleem uit.

Laat ter introductie het filmpje zien van 0:00 – 0:57 uur (is opgenomen in de Lesson-UP-les).

De rest van het filmpje is dan goed te gebruiken als afronding.)

(kijken via you tube: <https://www.youtube.com/watch?v=UcDM80wf7-Q>)

Werkvorm – expertgroepen

Fase 1

Er zijn drie verschillende expertgroepen:

E1. stikstofoxiden - NO_x

E2. ammoniak uit de lucht

E3. kunstmest uit ammoniak

Alle leerlingen worden verdeeld over drie groepen: E1, E2 en E3. Binnen elke groep worden kleinere groepjes gemaakt met drie leerlingen (zie figuur 2).

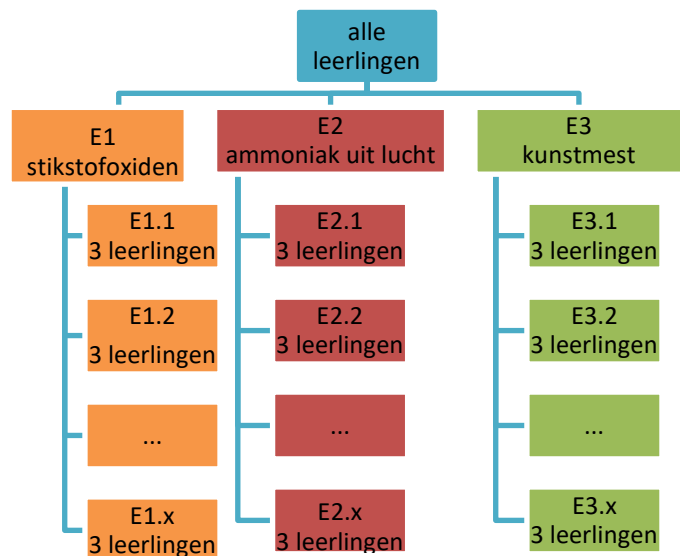
Elke expertgroep gaat werken aan *opdracht 1*.

De teksten die de expertgroepen bestuderen verschillen voor de groepen E1, E2 en E3:

- E1: een tekst over stikstofoxiden - NO_x;
- E2: een tekst over ammoniak uit de lucht;
- E3: een tekst over kunstmest uit ammoniak.

De teksten staan in bijlage 1.

De uitwerkingen van de opdrachten staan in bijlage 2.



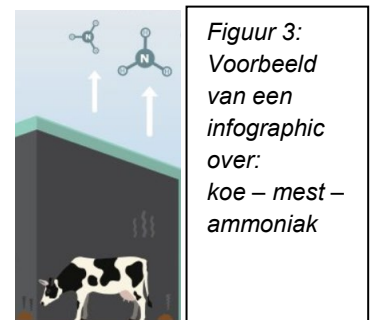
Figuur 2: Fase 1: indeling in expertgroepen.

Opdracht 1 (15 minuten)

Bestudeer de tekst die jullie gekregen hebben.

In deze tekst worden verschillende processen beschreven.

- Noteer bij elk proces het reactieschema (= reactievergelijking in woorden).
- Maak vervolgens bij het reactieschema een kloppende reactievergelijking.
- Ontwerp een eenvoudige infographic (zie figuur 3) bij het beschreven proces.



Figuur 3: Voorbeeld van een infographic over: koe – mest – ammoniak

Fase 2

Er worden nu nieuwe groepen gevormd, projectgroepen. In elke projectgroep nemen drie verschillende experts plaats (zie figuur 4). Door deze projectgroepen wordt met de informatie, die de 3 verschillende experts hebben meegenomen uit hun expertgroepen, een stikstofkringloop ontworpen.



Opdracht 2 – (10 minuten)

Maak een stikstofkringloop meer compleet met alle informatie (reactievergelijkingen & infographics) die jullie uit de drie verschillende expertgroepen hebben meegenomen.

Figuur 4: Fase 2: indeling in projectgroepen.

Afsluiting

Laat ter afsluiting het filmpje zien van 0:57 – 3:30 uur (is opgenomen in de Lesson-UP-les)..
(kijken via you tube: <https://www.youtube.com/watch?v=UcDM80wf7-Q>)

Na het filmpje volgen (in de Lesson-UP-les) een aantal meerkeuze vragen over het stikstofverhaal.
De meerkeuze vragen staan ook in bijlage 4.

Achtergrondliteratuur

Erisman, J.W. en W. de Vries, 2021. Stikstof. De sluipende effecten op natuur en gezondheid.
<https://www.biomaatschappij.nl/product/stikstof/>

Brinkman, E., 2008. Kunstmest. Chemische Feitelikheden, editie 56, nummer 246, juni 2008.

Eindredactie

Simon Berg, Rembrandt-College Veenendaal
Mieke Mogezoomp, Hendrik Pierson College, Zetten
Netty van Marle, Het Streek Lyceum, Ede

Mei 2023

Bijlage 1

Tekst voor expertgroep 1 (E1): NO_x - Stikstofoxiden

Hoewel bij uitstoot vaak het eerst aan CO₂ wordt gedacht, is er de laatste tijd steeds meer aandacht voor stikstof, of correcter geformuleerd, voor stikstofoxiden. Zo is er de “stikstof uitspraak”, die vele bouwprojecten in ons land heeft stilgelegd en ook mogelijke gevolgen gaat krijgen voor verkeer, industrie en veeteelt.

Maar wat zijn stikstofoxiden nu eigenlijk?

In de buitenlucht is 21% zuurstof aanwezig en ongeveer 79% stikstof. Bij de verbranding van koolwaterstoffen in de motor reageert de zuurstof niet alleen met de koolstof uit de brandstof maar, mits de temperatuur hoog genoeg is, ook met stikstof uit de lucht. Dan ontstaan er stikstofoxiden, met name NO en NO₂. Andere gevormde stikstofverbindingen zijn niet stabiel en vallen weer uiteen in NO of NO₂. Daarnaast kunnen onder invloed van de in de buitenlucht aanwezige ozon (O₃) de stikstofoxiden NO en NO₂ in elkaar overgaan zonder dat het totale gehalte stikstofoxiden verandert. Daarom neemt men deze vaak samen onder de noemer NO_x (spreek uit als “Noks”). Stikstofoxiden zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier en tasten ook het milieu aan. Samen met fijnstof kan NO_x smog vormen.

Behalve aan smogvorming dragen stikstofoxiden bij aan verzuring. Het zijn zuurvormers die door reactie met water overgaan in salpeterzuur (HNO₃) en salpeterigzuur (HNO₂) en zo in de grond terecht komen.

Benzineauto's zijn al vele jaren verplicht voorzien van een katalysator, waarin een groot deel van de uitgestoten stikstofoxiden wordt omgezet in niet of minder schadelijke stoffen. De nieuwste generatie-dieselmotoren (motoren die aan de Euro 6d temp-norm voldoen) zijn uitgerust met een zogenaamd AdBlue-systeem, een additief dat de uitstoot van stikstofoxiden tot nagenoeg nul terugbrengt. Daarmee zijn deze nieuwe dieselauto's wat betreft NO_x-uitstoot niet langer schadelijker dan benzineauto's. Bij vrachtverkeer wordt AdBlue al langer toegepast.

Bronnen

Alles over uitstoot - ANWB. (2020, 17 maart) <https://www.anwb.nl/auto/nieuws-en-tips/alles-over-uitstoot>

Graaf, A. van de, 2005. Stikstofdioxide. *Chemische Feitelikheden*, editie 46, nummer 213, februari 2005.

Opdracht

- Geef de reactieschema's van:
 - 1) de vorming van stikstofmonoxide
 - 2) de vorming van stikstofdioxide
 - 3) de vorming van salpeterzuur en salpeterigzuur uit stikstofdioxide en waterGebruik hierbij de informatie uit bovenstaande tekst.
- Zet de drie reactieschema's om in drie kloppende reactievergelijkingen met fase-aanduidingen.

Tekst voor expertgroep 2 (E2): Ammoniak uit de lucht

Stikstof is in grote hoeveelheden (79%) aanwezig in de atmosfeer, toch kan deze stikstof voor een klein deel direct gebruikt worden door planten. Dit proces gaat van nature niet snel. Hiervoor werd begin van de vorige eeuw door de Duitse chemici Fritz Haber en Carl Bosch een industrieel proces ontwikkeld waarbij uit stikstof en waterstof ammoniak gemaakt kon worden. Dit Haber-Bosch proces werkt bij een zeer hoge temperatuur (boven 300 °C) en druk (100 tot 200 bar). Het proces wordt nog steeds gebruikt voor de synthese van tonnen ammoniak per jaar waarvan ongeveer 75% direct voor de productie van kunstmest bestemd is. Het produceren van kunstmest is van groot belang voor de wereldvoedselvoorziening.

Het waterstof dat nodig is voor de productie is in de natuur niet veel aanwezig wordt nu nog vooral gehaald uit methaan (CH_4) door dit te laten reageren met water waarbij ook koolstofmonoxide ontstaat. Bij verdere verwerking van het koolstofmonoxide ontstaat veel koolstofdioxide.

De totale productie van ammoniak verbruikt ongeveer 2% van de wereldenergievoorziening, dat maakt het Haber-Bosch vanuit een milieuoogpunt een vervuilend proces. Een alternatief voor de productie van waterstof is bijvoorbeeld de elektrolyse van water waarbij groene energie (bijvoorbeeld in de vorm van zonne-energie) gebruikt wordt.

Bron

Marx, P., 2017. Ammoniakproductie bij lage temperatuur. *C2W Mens & Molecule*. 6 maart 2017.

Opdracht

- Geef het reactieschema van:
 - 1) de vorming van het ammoniak volgens het Haber-Bosch proces;
 - 2) de omzetting van het gas methaan naar waterstofgas; hierbij is nog één andere beginstof betrokken en ontstaat er naast waterstof nog één ander reactieproduct.
Beide reacties staan beschreven in bovenstaande tekst.
- Zet beide reactieschema's om in twee kloppende reactievergelijkingen met fase-aanduidingen.

Tekst voor expertgroep 3 (E3): Kunstmest uit ammoniak

De Haber-Bosch synthese vormt nog steeds de basis voor de grootschalige kunstmestproductie. Maar ammoniak (NH_3) is nog geen kunstmest. Daarvoor zijn nog verdere stappen nodig. Ammoniak reageert met zuurstof uit de lucht tot water en salpeterzuur (HNO_3). Na menging van deze oplossing met ammoniakgas ontstaat de kunstmeststof ammoniumnitraat (NH_4NO_3). De menging veroorzaakt een intense reactie met veel warmteontwikkeling, waardoor het water uit de salpeterzuuroplossing heel snel verdampt. Een zogeheten 'smelt' van ammoniumnitraat blijft over en die kan verder worden verwerkt tot kunstmestkorrels."

Bron

Brinkman, E., 2008. Kunstmest. Chemische Feitelijkheden, editie 56, nummer 246, juni 2008.

Opdracht

- Geef het reactieschema van de productie van kunstmest zoals het staat beschreven in de tekst.
De reactie vindt plaats in twee stappen, dus noteer beide stappen in twee reactieschema's.
- Zet beide reactieschema's om in twee kloppende reactievergelijkingen met fase-aanduidingen.

Bijlage 2

Uitwerking van opdrachten bij de teksten (fase 2)

Opdracht bij tekst voor expertgroep 1 (E1): NO_x - Stikstofoxiden

- *zuurstof + stikstof → stikstofmonoxide*

zuurstof + stikstof → stikstofdioxide en/of ozon + stikstofmonoxide → stikstofdioxide

stikstofdioxide + water → salpeterzuur + salpeterigzuur

- $O_2 (g) + N_2 (g) \rightarrow 2 NO (g)$

$2 O_2 (g) + N_2 (g) \rightarrow 2 NO_2 (g)$ en/of $O_3 (g) + 3 NO (g) \rightarrow 3 NO_2 (g)$

$2 NO_2 (g) + H_2O (l) \rightarrow HNO_3 (aq) + HNO_2 (aq)$

Opdracht bij tekst voor expertgroep 2 (E2): Ammoniak uit de lucht

- *stikstof + waterstof → ammoniak*

methaan + water → waterstof + koolstofmonoxide

- $N_2 (g) + 3 H_2 (g) \rightarrow 2 NH_3 (g)$

$CH_4 (g) + H_2O (g) \rightarrow CO (g) + 3 H_2 (g)$

Opdracht bij tekst voor expertgroep 3 (E3): Kunstmest uit ammoniak

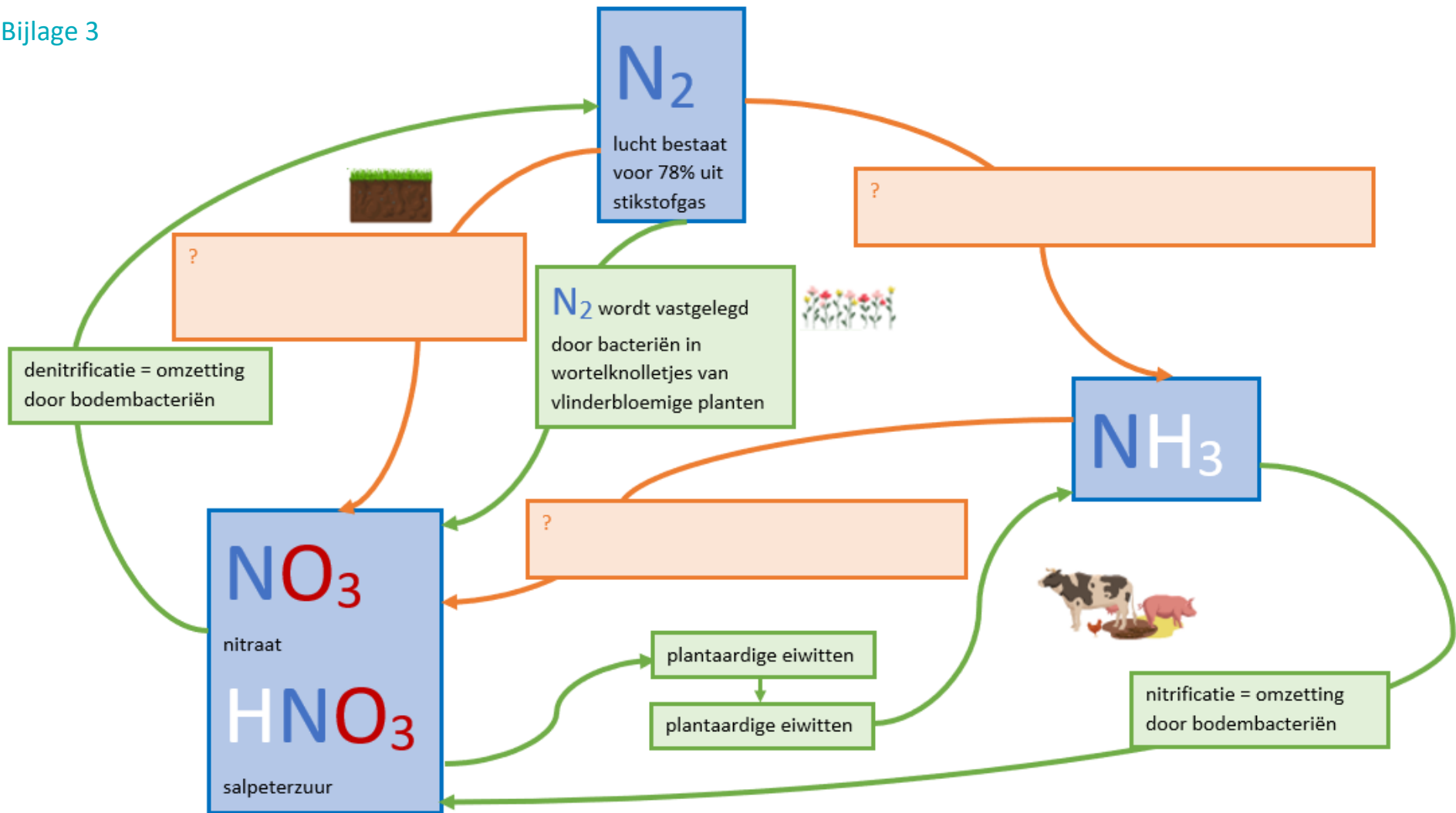
- *ammoniak + water + lucht → salpeterzuuroplossing*

ammoniakgas + salpeterzuuroplossing → ammoniumnitraat

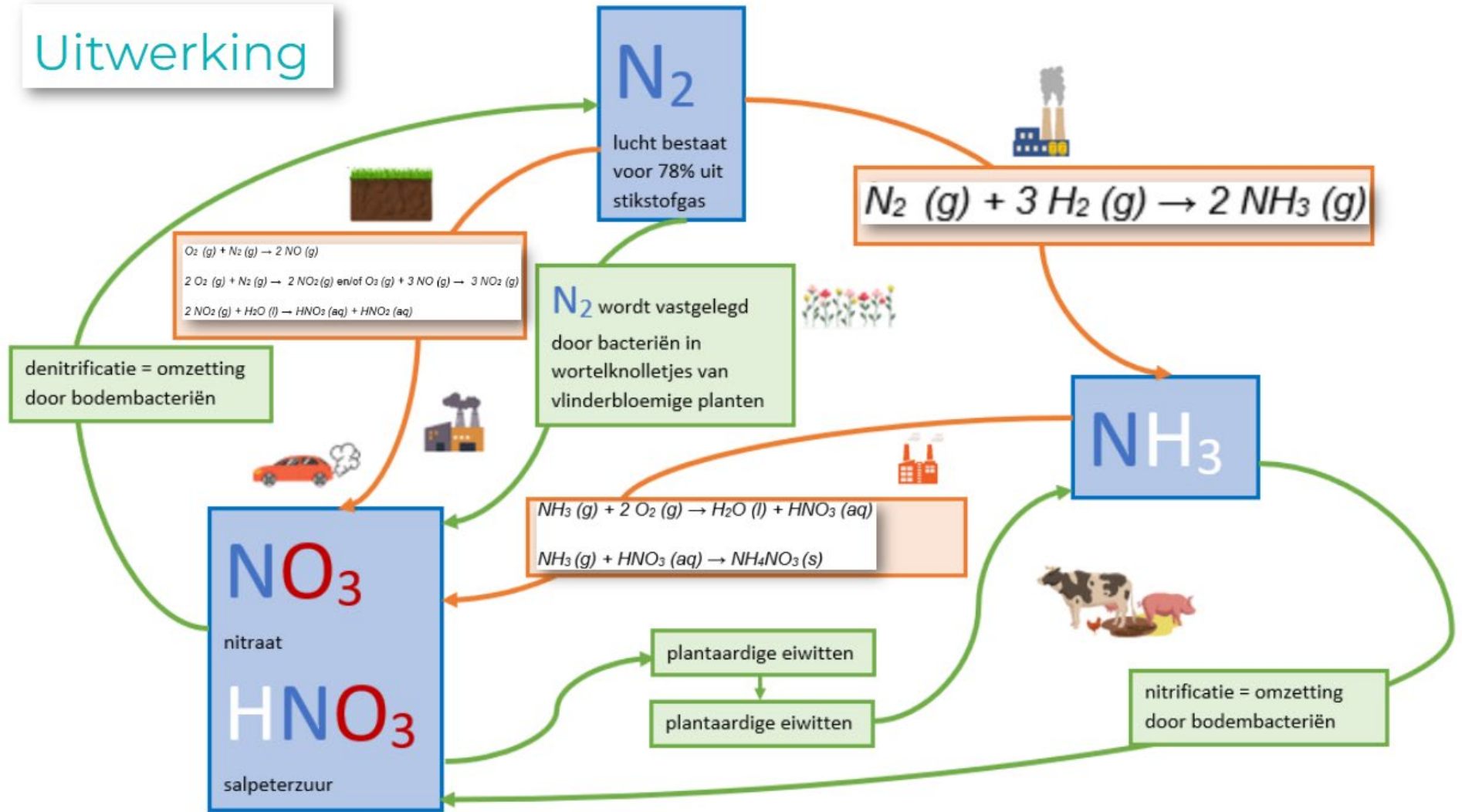
- $NH_3 (g) + 2 O_2 (g) \rightarrow H_2O (l) + HNO_3 (aq)$

$NH_3 (g) + HNO_3 (aq) \rightarrow NH_4NO_3 (s)$

Bijlage 3



Uitwerking



Bijlage 4

Vragen uit afsluiting van de Lesson-UP-les

nummer	vraag	het juiste antwoord is:
1	<p>N₂ (g) wordt ook wel:</p> <ul style="list-style-type: none">A. niet-reactief stikstof genoemd.B. reactief stikstof genoemd.	
2	<p>Reactieve stikstofverbindingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none">A. N₂, NO_x en NH₃B. N₂ en NO_xC. N₂ en NH₃D. NO_x en NH₃	
3	<p>Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan stikstofoxiden, doordat:</p> <ul style="list-style-type: none">A. zuurstof uit de lucht reageert met stikstof uit de fossiele brandstoffen.B. zuurstof en stikstof uit de lucht met elkaar reageren bij de hoge temperaturen van de motoren.	
4	<p>Veel ammoniak is afkomstig uit:</p> <ul style="list-style-type: none">A. koemest.B. dierlijke mest.C. kunstmest.	
5	<p>Het aantal verschillende planten dat in de natuur voorkomt is groot, als er:</p> <ul style="list-style-type: none">A. veel stikstof in de grond beschikbaar is.B. veel stikstof in de lucht beschikbaar is.C. weinig stikstof in de grond beschikbaar is.D. weinig stikstof in de lucht beschikbaar is.	
6	<p>Een weelderige groei van veel dezelfde planten zorgt voor:</p> <ul style="list-style-type: none">A. veel verschillende insecten.B. het uitsterven van veel soorten insecten.	
7	<p>Welke stelling is juist?</p> <ul style="list-style-type: none">A. Reactief stikstof is van invloed op hoeveelheid fijnstof.B. Reactief stikstof is geen broeikasgas.C. Reactief stikstof draagt bij aan een goede ozonlaag.D. Reactief stikstof is niet oplosbaar in water.	
8	<p>De uitstoot van reactieve stikstofverbindingen:</p> <ul style="list-style-type: none">A. mag de komende jaren niet toenemen.B. moet gehalveerd worden.C. moet voorkomen worden.D. mag de komende jaren minder toenemen.	

Antwoorden op vragen uit afsluiting van de Lesson-UP-les

nummer	vraag	het juiste antwoord is:
1	N ₂ (g) wordt ook wel: A. niet-reactief stikstof genoemd. B. reactief stikstof genoemd.	A
2	Reactieve stikstofverbindingen zijn: A. N ₂ , NO _x en NH ₃ B. N ₂ en NO _x C. N ₂ en NH ₃ D. NO _x en NH ₃	D
3	Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan stikstofoxiden, doordat: A. zuurstof uit de lucht reageert met stikstof uit de fossiele brandstoffen. B. zuurstof en stikstof uit de lucht met elkaar reageren bij de hoge temperaturen van de motoren.	B
4	Veel ammoniak is afkomstig uit: A. koemest. B. dierlijke mest. C. kunstmest.	C
5	Het aantal verschillende planten dat in de natuur voorkomt is groot, als er: A. veel stikstof in de grond beschikbaar is. B. veel stikstof in de lucht beschikbaar is. C. weinig stikstof in de grond beschikbaar is. D. weinig stikstof in de lucht beschikbaar is.	C
6	Een weelderige groei van veel dezelfde planten zorgt voor: A. veel verschillende insecten. B. het uitsterven van veel soorten insecten.	B
7	Welke stelling is juist? A. Reactief stikstof is van invloed op hoeveelheid fijnstof. B. Reactief stikstof is geen broeikasgas. C. Reactief stikstof draagt bij aan een goede ozonlaag. D. Reactief stikstof is niet oplosbaar in water.	A
8	De uitstoot van reactieve stikstofverbindingen: A. mag de komende jaren niet toenemen. B. moet gehalveerd worden. C. moet voorkomen worden. D. mag de komende jaren minder toenemen.	B