

Continentale milieuproblemen. VERZURING

Erik P.C. ROMBAUT, Master in Biology , Asst. Prof. , LUCA.
Hoger Architectuurinstituut Sint-Lucas (LUCA, school of Arts),
Hoogstraat 51, B-9000 Gent / Paleizenstraat 65-67, B-1030 Brussels.
KaHo Sint-Lieven, Hospitaalstraat 23, B-9100 Sint-Niklaas.
+ 32 (0)3 7707147. erik.rombaut@scarlet.be

Cursus ecologie 1.

2 AR/2IAR en Schakelprogramma's

Verzuring als continentaal probleem.

- **1. SO₂ (zwaveldioxide) (dalende trend)**
Vooral industrieel: ca 82 %
(gebouwenverwarming 13 % en verkeer 5 %)
- **2. NO_x (stikstofoxiden) (stijgende trend)**
Vooral wegverkeer: ca 60 %
- **3. NH₃ (ammoniak) (status quo)**
Vooral landbouw (95 %)

Aandeel van deze gassen in de totale hoeveelheid
potentiële zuurequivalenten in Vlaanderen

(vgl. 1994 met 2004):

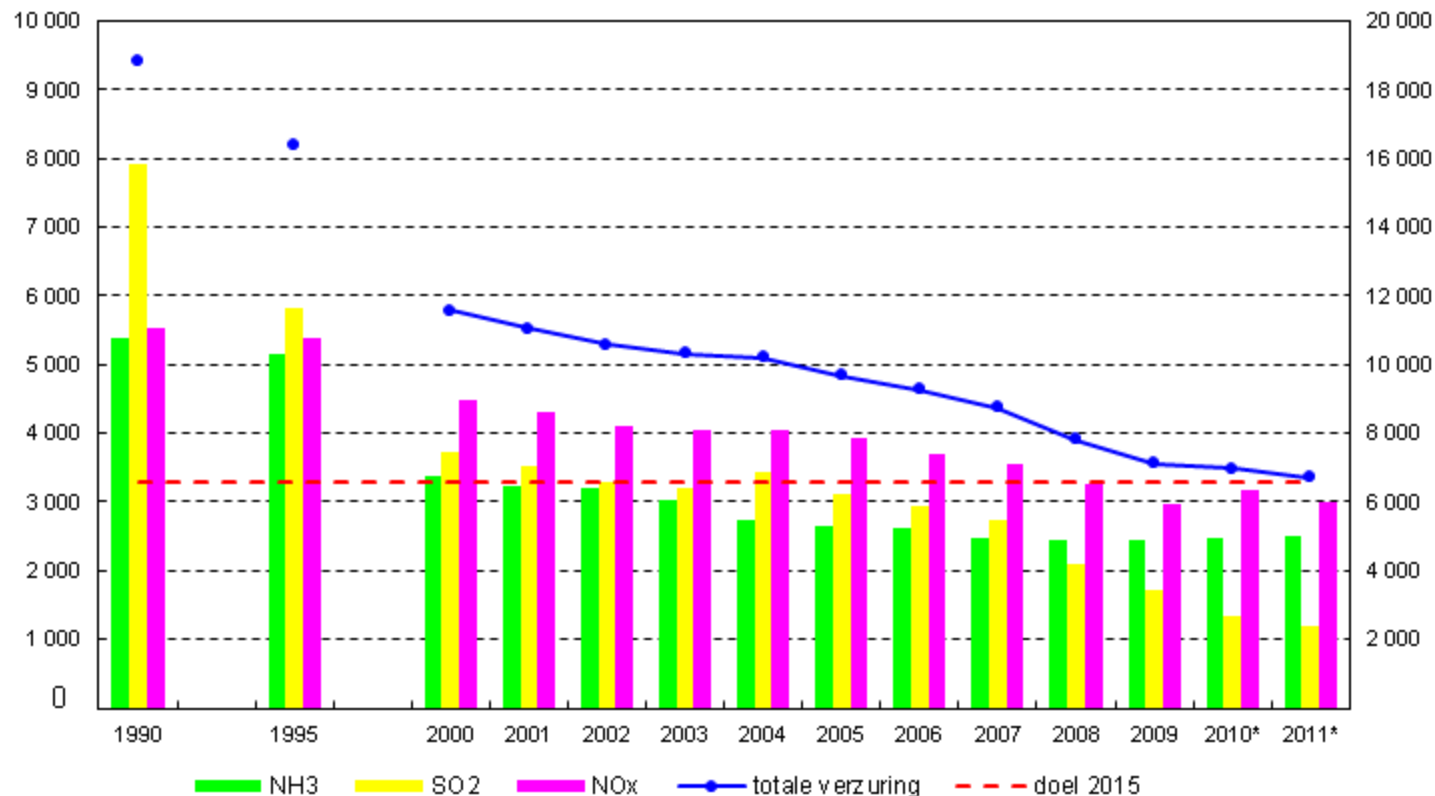
SO₂: 41 % —→ **33,5%**

NO_x: 30 % —→ **39,9 %**

NH₃: 29 % —→ **26,6%**

verzurende emissie (miljoen Zeq)

totale verzurende emissie (miljoen Zeq)



*Voorlopige cijfers: emissies 2010 wegverkeer niet vergelijkbaar met reeks 2000-2009 wegens modelaanpassingen, emissies wegverkeer 2011 gelijk aan 2010. NH₃-emissies veeteelt en kunstmest 2011 gelijk aan 2010.

Omdat de verschillende verzurende stoffen een verschillend zuurvormend vermogen hebben, wordt de totale potentieel verzurende emissie uitgedrukt in zuurequivalenten (Zeq): één zuurequivalent komt overeen met 32 gram SO₂, 46 gram NO₂ of 17 gram NH₃.

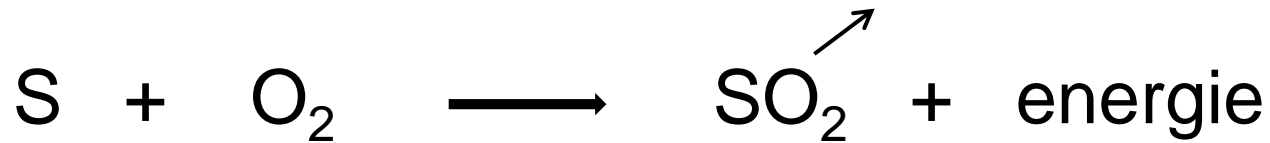
verzurende emissie (miljoen Zeq)	2000	2003	2006	2009	2010*	2011*
NH ₃	3 374	3 041	2 635	2 447	2 482	2 504
SO ₂	3 722	3 214	2 946	1 706	1 330	1 188
NO _x	4 470	4 060	3 699	2 961	3 172	3 006
totaal	11 566	10 315	9 279	7 113	6 984	6 699

1. SO₂ (zwaveldioxide) (dalende trend)

- Hoe goedkoper fossiele brandstof (steenkool, aardolie,...) hoe meer S-verontreiniging.
- Laatste decennia is de SO₂-emissie ongeveer gehalveerd (nog ca 250000 ton / jaar), mede door omschakeling naar kernenergie.
- experiment: zwavel verbranden.

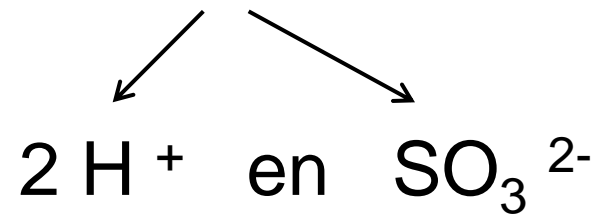
pH zakt snel van ca 7 naar ca 4
dat is 1000 keer zuurder.

Verzuringreacties bij het verbranden van Zwavel (-rijke brandstof)



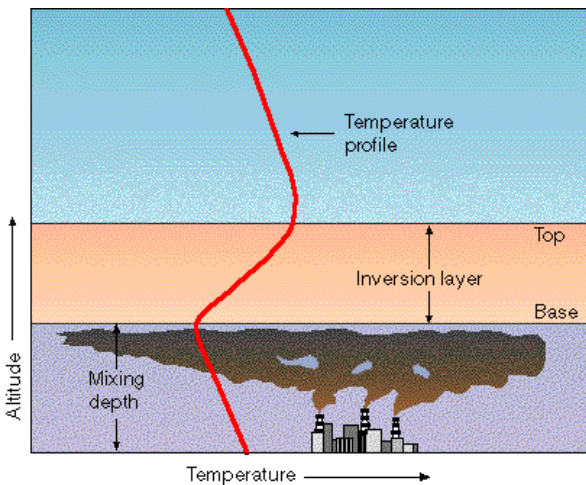
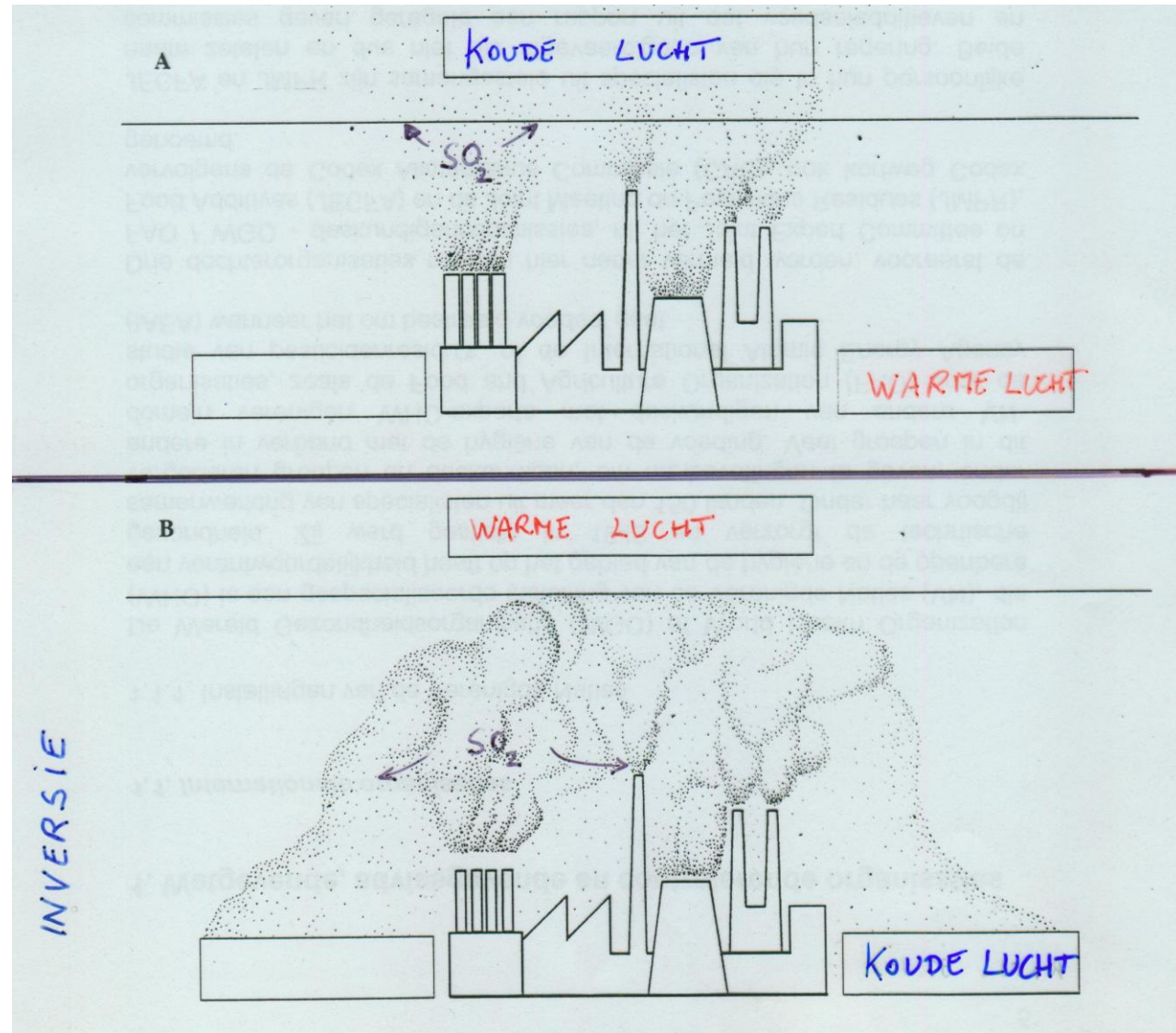
reactie in wolken, regen,...

Sterk zuur : splitst in ionen



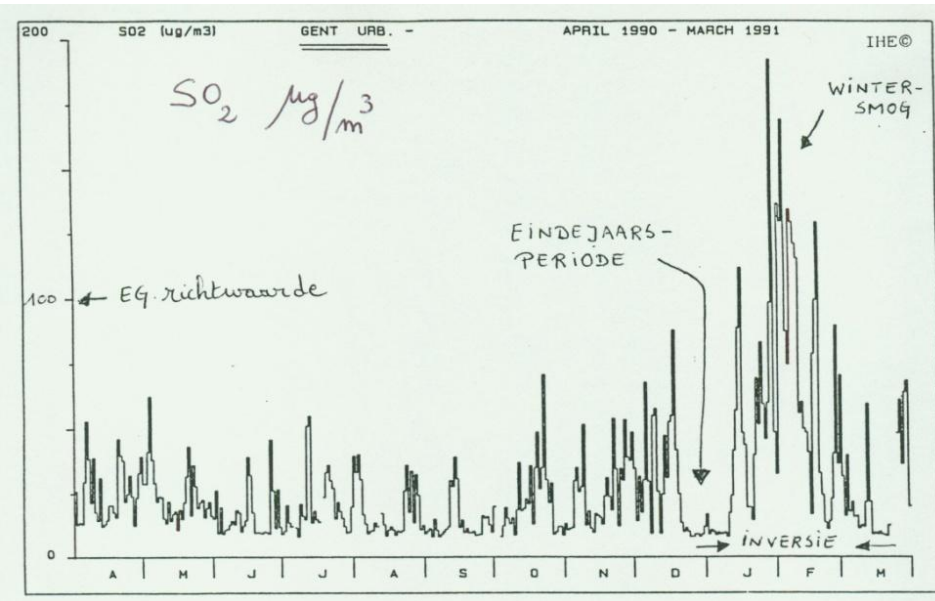
(SO₃ en H₂SO₄ zijn ook stabiel en worden ook gevormd)

Invloed van atmosferische inversie op het ontstaan van WINTERSMOG.



Bij inversieperiodes in de winter is de normale temperatuurverdeling (beneden warmer en hogerop kouder), **omgekeerd**. Daardoor blijft de vervuiling van SO_2 ter plaatse en levert wintersmog op.

Het Gentse snuffelpalen netwerk. Resultaten voor SO₂



SO₂ verzuurt de slijmvliezen waardoor een acute hoestprikkel ontstaat.

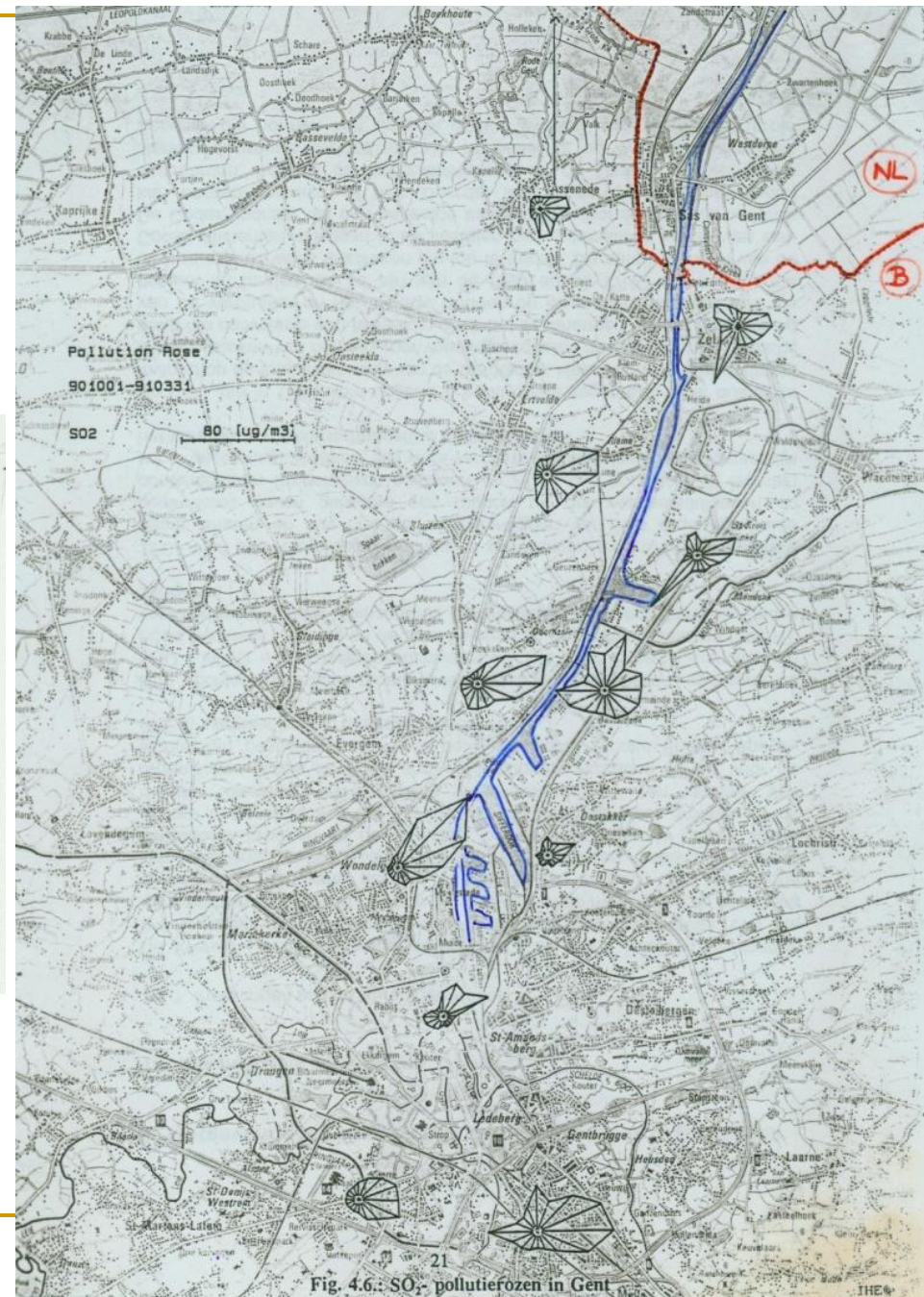
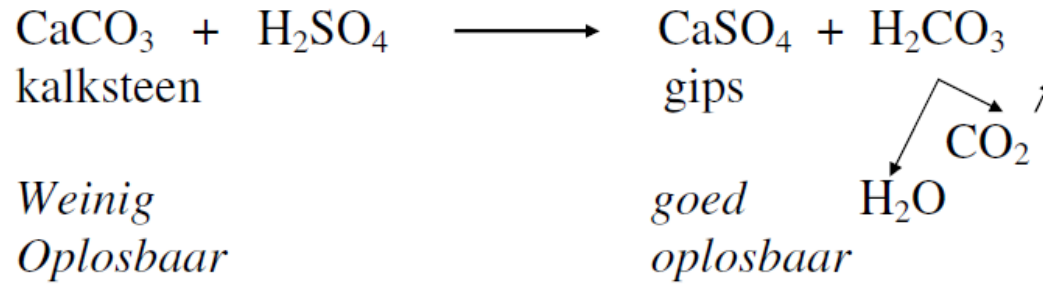


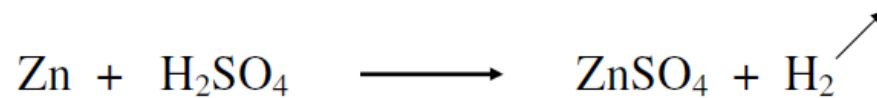
Fig. 4.6.: SO₂-pollutierozen in Gent

Gevolgen van verzuring.

■ Aantasting van gebouwen :



■ Aantasting van metalen :



Onedel

Metaal + *zuur* \longrightarrow *zout* + *waterstofgas*

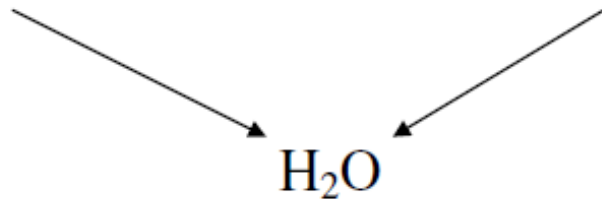
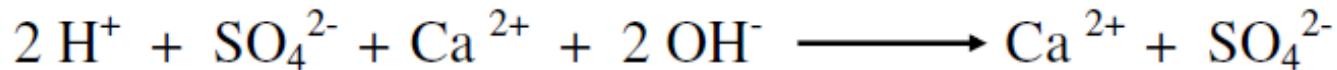
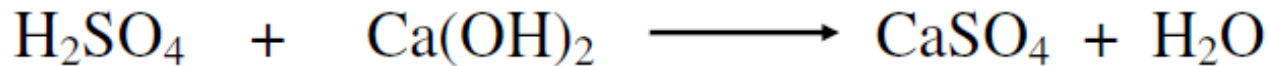
(idem met ijzer, zink, magnesium, ...)

■ Metaalverbindingen worden beter oplosbaar :

- in de bodem : aluminium (o.a. in Kempische vennen)
- in waterleidingen: loodvergiftiging

Is het bekalken van zure meren en rivieren een oplossing ?

Zuur + hydroxide → zout + water



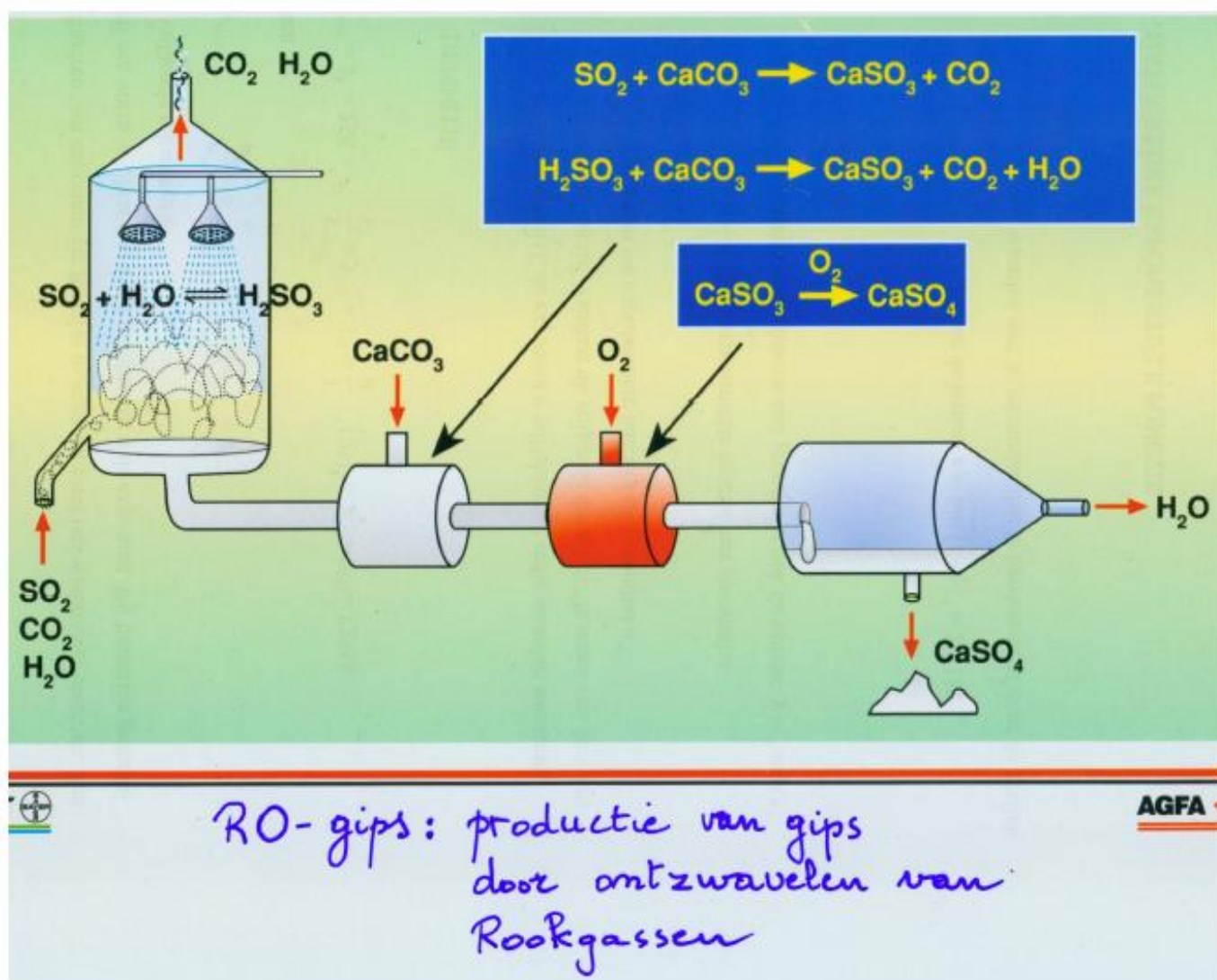
gips: oplosbaar
troebelt water

Dit is een neutralisatiereactie, de pH is terug 7.

Maar de SO_4^{2-} is niet verminderd en blijft toxisch
↳ *deze zwavel is dus nog steeds dezelfde die eerst in de brandstof aanwezig was*

Bekalken van verzuurde situaties is dus
symptoombestrijding (end-of-the-pipe).

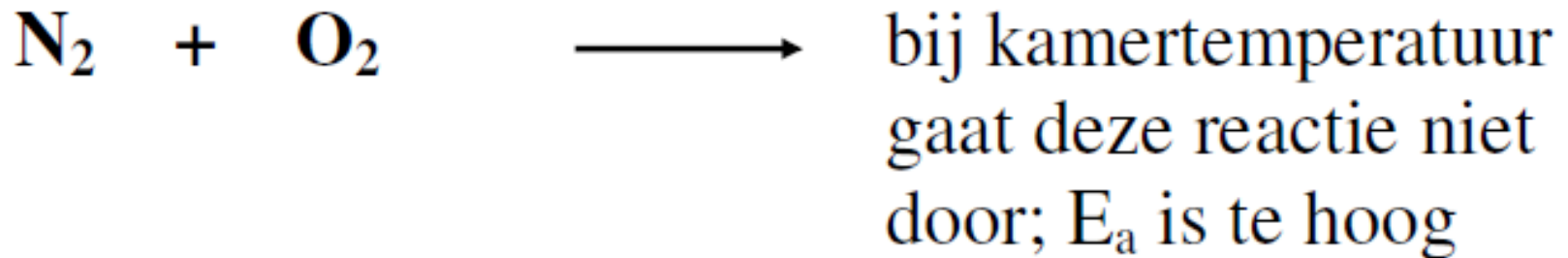
De enige oplossing is dus een brongerichte aanpak
via aanwending van duurzame energiebronnen
(zon, wind, water, biogas en warmte-kracht-
koppeling) in plaats van de fossiele brandstoffen.



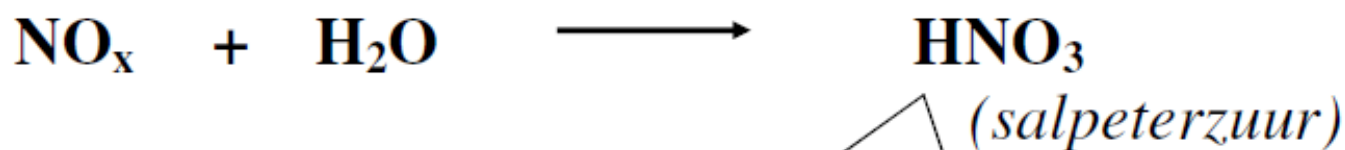
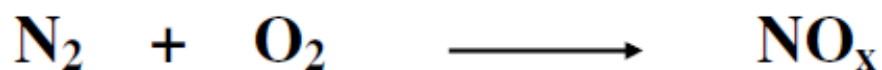
Met SO_2 vervuilde rookgassen kunnen worden gewassen met water. Door het ontstane zwaveligzuur te laten reageren met kalksteen ontstaat er gips (CaSO_4). Dat zogenaamd sulfogips of ook RO-gips genaamd, kan als vervangproduct worden gebruikt in plaats van fosfogips (dat erg radioactief kan zijn) of van natuurgips (dat bij de winning veel landschappelijke schade kan opleveren) onder meer voor het maken van gipsplaten. Door de rook te wassen is de SO_2 eruit en kan verzuurde neerslag worden voorkomen.

2. NO_x (stikstofoxiden) (stijgende trend)

- diverse NO_x : NO , NO_2 , N_2O , N_2O_3 , N_2O_5
- ca 180000 ton / j. ; stijgt met toename autoverkeer
- reacties: N_2 gas neemt 4/5 in van de lucht:



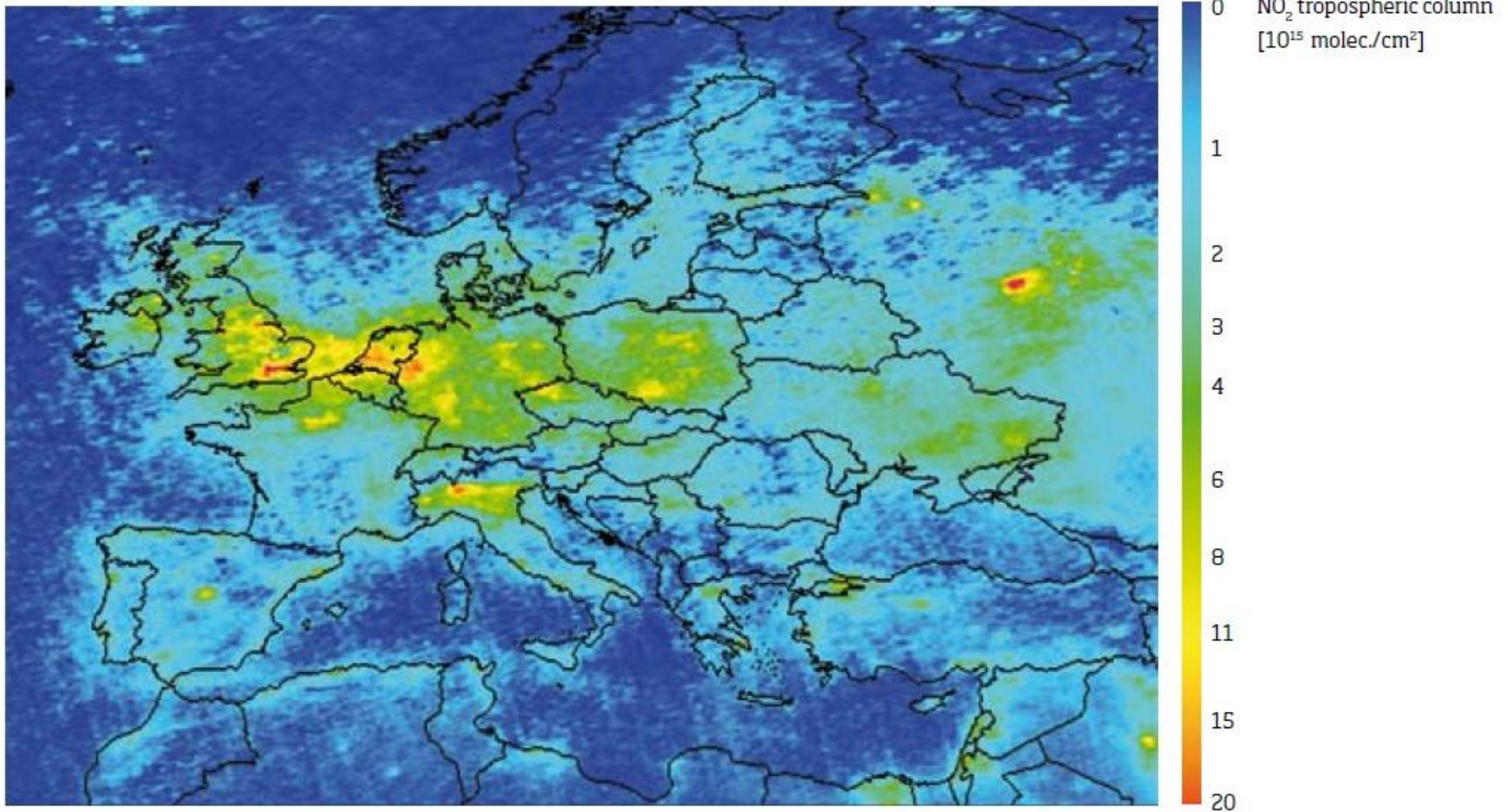
Wanneer de $t^{\circ}\text{C} > 1100^{\circ}\text{C}$ gaat de reactie wel door en worden NO_x gevormd. B.v. in verbrandingsmotoren.



HNO_3 is een sterk zuur: H^+ en NO_3^-

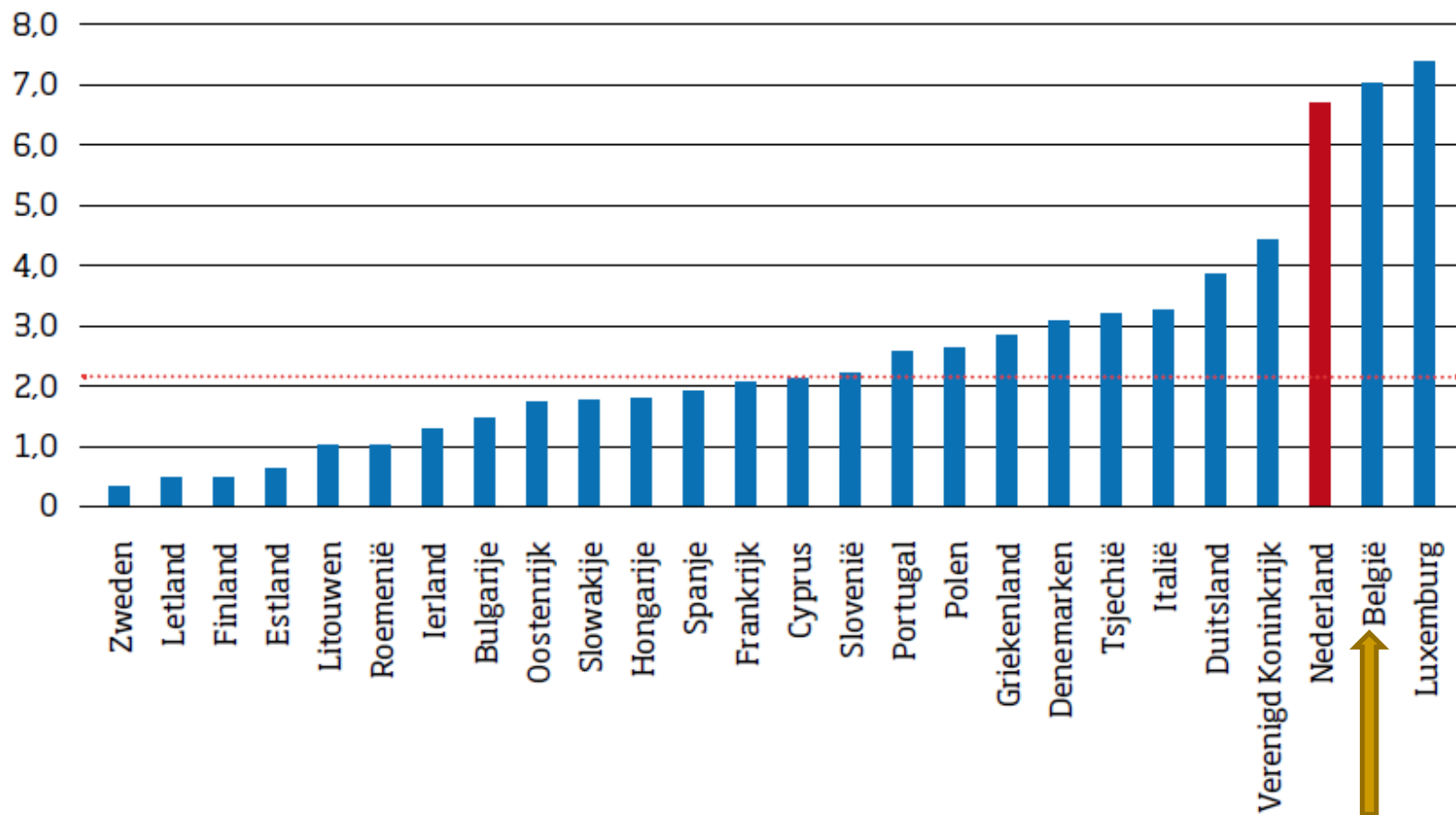
De vorming van stikstofoxiden hangt dus samen met de gekozen verbrandingstechnologie

Figuur 2: Satellietmeting van gemiddelde Europese concentraties NO₂ over september 2010



Bron: KNMI/NASA

Figuur 3: Gemiddelde NO_x-uitstoot in ton per km² in Europese lidstaten over het jaar 2009 (NO_x = NO₂ en NO). De rode lijn geeft het gemiddelde voor de EU weer.



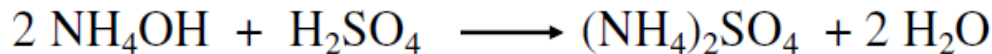
Bron: EEA 2011

3. NH₃ (ammoniak) (stijgende trend)

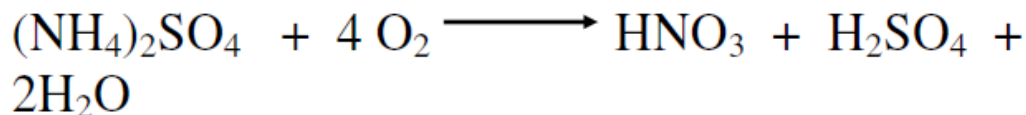
- 95% door landbouw: bio-industrie (ca 50.000 ton / jaar)
- Op eerste zicht niet verzurend, maar een alkalische stof:



Dit ammoniumhydroxide kan zelfs de verzuring met H₂SO₄ en HNO₃ neutraliseren:



- Maar dit zout komt opgelost in regenwater in de bodem terecht waar het door aërobe nitrificerende Bacteria wordt omgezet in verzurende stoffen:



Forse reductie van de zure depositie is snel noodzakelijk...

1 mol H_2SO_4 levert na splitsing 2 mol H^+ op

1 mol HNO_3 levert na splitsing 1 mol H^+ op

Definitie: 1 mol H^+ / ha , jaar = 1 zuurequivalent

verzurende emissie (miljoen Zeq)	2000	2003	2006	2009	2010*	2011*
NH_3	3 374	3 041	2 635	2 447	2 482	2 504
SO_2	3 722	3 214	2 946	1 706	1 330	1 188
NO_x	4 470	4 060	3 699	2 961	3 172	3 006
<i>totaal</i>	<i>11 566</i>	<i>10 315</i>	<i>9 279</i>	<i>7 113</i>	<i>6 984</i>	<i>6 699</i>

Om schade aan de natuur te voorkomen gelden volgende maxima (RIVM):

- 700 mol H^+ / ha . jaar: voor kalkarme vennen
- 1400 mol H^+ / ha . jaar: naaldbossen en heide in Kempen
- 1800 mol H^+ / ha . jaar: loofbossen op arme zandgronden
- 2400 mol H^+ / ha . jaar: loofbossen op kalkrijkere gronden

Lange termijndoelstelling is 1400 mol H^+ / ha . jaar tegen 2030.

Aandeel sectoren en import tot de verzurende depositie (2011)



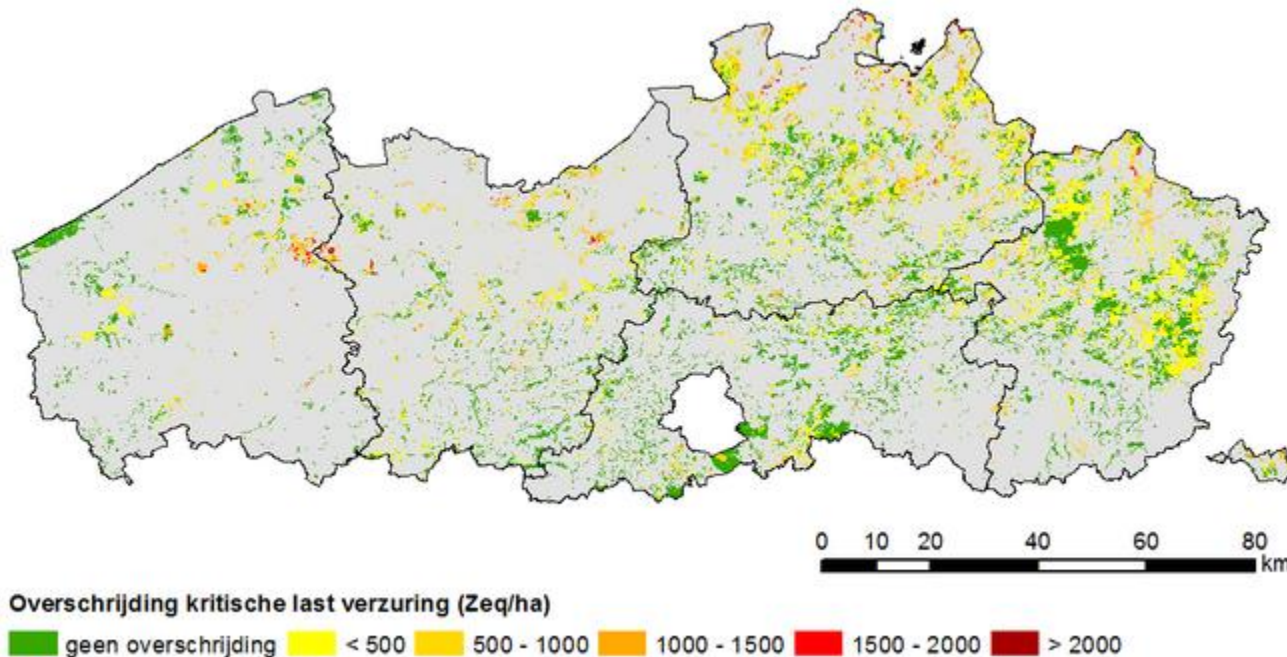
■ huishoudens ■ industrie ■ energie ■ landbouw ■ transport ■ handel & diensten ■ import

Verzuring is voor een groot deel het gevolg van grensoverschrijdende luchtverontreiniging. In 2011 was 46 % van de totale verzurende depositie in Vlaanderen het gevolg van import. Daarom wordt de discussie over maatregelen voor emissiereductie eveneens in internationale context gevoerd. Binnen Vlaanderen valt het grootste deel van de verzurende depositie toe te schrijven aan de sector landbouw (35 %). Transport draagt voor 8 % bij, industrie 5% en huishoudens 4 %.

Belasting van de natuur in Vlaanderen door verzuring.

Bron: VMM-MIRA

Spreiding overschrijding kritische last verzuring in bos, heide en soortenrijk grasland (Vlaanderen, 2011)



<http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/verzuring/gevolgen-van-verzuring/oppervlakte-natuur-met-overschrijding-van-de-kritische-last-verzuring/>

Deze kaart maakt duidelijk dat de verzuring nog steeds hard toeslaat, vooral in natuurgebieden op de weinig gebufferde zandgronden in Vlaanderen en de Kempen.