

INDICATOR: **EMISSIES VAN VERZURENDE OF POTENTIEEL VERZURENDE STOFFEN (NO_x, SO_x EN NH₃)**

THEMA: **LUCHT**

1 BELANG VAN DE INDICATOR EN ELEMENTEN VOOR INTERPRETATIE

Vraag achter de indicator:

Hoe evolueren de emissies van de verzurende en potentieel verzurende stoffen (NO_x, SO_x en NH₃) binnen het Brusselse Gewest. Worden de opgelegde plafonds er gerespecteerd?

Context van de indicator:

Het fenomeen van de verzuring is aan de basis een natuurlijk verschijnsel (zwavelhoudende uitstoot van vulkanen, gas dat vrijkomt door de activiteit van bepaalde bacteriën in de bodem bij de afbraak van organisch materiaal, ...). Dit wordt echter versterkt en uitgebreid door de uitstoot van verzurende stoffen als gevolg van menselijke activiteiten (productie van elektriciteit en stadsverwarming (SO₂), wegverkeer (NO_x), industriële verbrandingsprocessen (NO_x en SO₂), landbouw (NH₃), ...).

Zwavedioxide SO₂, stikstofoxiden NO_x en ammoniak NH₃ zijn de drie stoffen die het sterkst tot de verzuring bijdragen (ook HCl, HF en nog andere substanties werken het fenomeen van de verzuring in de hand, maar hun uitstoot is slechts minimaal).

Deze drie luchtverontreinigende stoffen kunnen zich omvormen tot zure of potentieel zure stoffen door chemische reacties:

- terwijl ze zich nog in de atmosfeer bevinden;
- of wanneer deze stoffen op de bodem of in aquatische milieus neerslaan.

In dit laatste geval gebeurt de depositie:

- hetzij zonder chemische wijziging (droge depositie: gas en stof);
- hetzij in de vorm van zuurverbindingen (zwavelzuur H₂SO₄, salpeterzuur HNO₃ en ammoniumzouten) opgelost in neerslag (regen, sneeuw en mist). In dat geval spreken we van natte depositie.

Wij willen echter de aandacht vestigen op het feit dat de ammoniak (NH₃), die na transformatie (ammoniak bindt zich aan een watermolecule en vormt een ammoniumkation NH₄⁺ en een waterstofanion OH⁻) een rol speelt binnen de verzuring, slechts potentieel verzurend is en niet mag beschouwd worden als een verzurende stof. Het verzuringspotentieel zal immers afhangen van de concentraties ammonium en bicarbonaat van het water. Er treedt een verzuring op van het oppervlaktewater wanneer er grote hoeveelheden zure neerslag worden toegevoegd of bij een te laag buffervermogen van het water ([NH₄⁺] > [HCO₃⁻]). Bij een hoog buffervermogen van het oppervlaktewater neutraliseren de bicarbonaationen HCO₃⁻ het aangevoerde zuur ([NH₄⁺] < [HCO₃⁻]). In dat geval daalt de pH-waarde niet en doet er zich een stikstofverrijking van het water voor, wat bij grote fosforconcentraties kan leiden tot eutrofiëring.

De verzuring van de atmosfeer veroorzaakt verzuring van de bodem en van het oppervlaktewater, maar brengt ook schade toe aan de vegetatie en aan bepaalde bouwmaterialen.

Zo kan dit fenomeen onder meer leiden tot verkleuring, ontbladering of bladnecrose en tot een ondermijning van het afweersysteem van planten (weerstand tegen ziekten, waterstress, ...). De verzuring van het oppervlaktewater wijzigt de pH (SO₂ en NO_x) en de hoeveelheid opgeloste zuurstof (eutrofiëring, NO_x en NH₃).

Reglementaire context

De nationale emissieplafonds voor de verzurende luchtverontreinigende stoffen NO_x, SO₂ en NH₃, vastgelegd door de oude Europese richtlijn 2001/81/EG (de zogenaamde NEC-richtlijn), moesten gerespecteerd worden sinds 31/12/2010 en zijn van kracht gebleven tot en met 2019.

De nieuwe NEC-richtlijn (EU) 2016/2284 legt beperkingen op van de minimale nationale emissies van verzurende luchtverontreinigende stoffen die vanaf 2020 en vanaf 2030 moeten worden bereikt. De percentages van de beperking tegen 2020 werden in 2012 overeengekomen in het kader van het gewijzigde Protocol van Göteborg.

Te bereiken kwantitatieve doelstellingen en, desgevallend, statuut van de streefdoelen:

Emissieplafonds van kracht in het Brussels Gewest		
Verzurende stoffen	2020 (vaste en mobiele bronnen) kton / jaar	2030 (vaste en mobiele bronnen) kton / jaar
SO ₂	2	0,4
NO _x	4,4	3,4
NH ₃	-	0,1

Deze beperkingen zijn uitgedrukt als percentages van de totale emissies die in het referentiejaar (2005) werden geproduceerd. België verbindt zich zo tot een beperking van zijn uitstoot van SO₂, NO_x en NH₃ tegenover de emissies van 2005 met respectievelijk 43%, 41% en 2% tegen 2020 en respectievelijk 66%, 59% en 13% tegen 2030.

De vanaf 2020 en 2030 te bereiken nationale emissieplafonds werden over de gewesten verdeeld tijdens de Uitgebreide Interministeriële Conferentie Milieu van 12 november 2015 en de Interministeriële Conferentie Milieu van 4 mei 2017. De globale emissieplafonds (vaste en mobiele bronnen) die het BHG moet bereiken voor SO₂ en NO_x zijn vastgelegd vanaf 2020. Vanaf 2030 zal bovendien ook een emissieplafond worden opgelegd voor NH₃.

2 METHODOLOGISCHE FUNDERINGEN

Definitie:

Uitstoot van verzurende of potentieel verzurende stoffen, uitgedrukt in een unieke eenheid waardoor het aandeel van de verschillende verontreinigende stoffen die verzuring veroorzaken, kan worden samengeteld. Daarvoor wordt aan iedere stof een "gewicht" toegekend dat representatief is voor de impact van de verontreinigende stof op de verzuring (afhankelijk van het aantal H⁺-ionen die door de stof worden gemobiliseerd).

Enkel de uitstoot van SO_x, NO_x en NH₃ wordt in aanmerking genomen.

Wij wijzen erop dat SO_x zowel zwaveldioxide (SO₂) als zwaveltrioxide (SO₃) omvat. Het SO₂-gehalte in verbrandingsgas bedraagt echter om en bij de 99%. We mogen er dus vanuit gaan dat SO_x overwegend uit SO₂ bestaat.

Eenheid: Kiloton zuurequivalent (of kt Zeq.)

Berekeningswijze en aangewende gegevens:

Berekening van de uitstoot:

De gegevens over de uitstoot van NO_x, SO_x en NH₃ worden berekend op basis van de internationale aanbevelingen (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory Guidebook) of uitgaande van specifieke methodologieën voor zover die bestaan en leiden tot een meer nauwkeurige schatting. De in aanmerking genomen emissiebronnen zijn de verwarming van gebouwen (woningen en gebouwen uit de tertiaire en industriële sector), het transport (vervoer over de weg, over het spoor, over de binnenwateren en off-road) de verbranding en specifieke industriële activiteiten. Die ramingen worden voortdurend getoetst aan de ontwikkelingen binnen het wetenschappelijk onderzoek.



De emissies afkomstig van het vervoer dekken zowel de emissie door het vervoer over de weg, als deze van het spoorvervoer en het transport over de binnenwateren. De uitstoot van het vervoer over de weg wordt berekend volgens het Copert-referentiemodel waarin de specifieke gegevens van het Brusselse verkeer worden opgenomen.

De gegevens over de activiteit van de verschillende emissiebronnen zijn in hoofdzaak afkomstig van de energiebalansen van het BHG maar voor bepaalde sectoren is het mogelijk dat zij ook aan andere bronnen werden ontleend.

Berekening in kt Zeq.:

Om de emissie van de verzurende stoffen in kt Zeq. te bekomen, worden de respectieve SO_x -, NO_x- en NH₃-emissies (in kiloton) vermenigvuldigd met de volgende coëfficiënten: 0,0313; 0,0217 en 0,0588.

Immers: 1 mol H⁺ ion wordt gelijkgesteld aan 1 zuurequivalent.

Aangezien 1 mol SO₂ rechtstreeks of onrechtstreeks kan leiden tot de vorming van 1 mol H₂SO₄ (waarbij 2 mol H⁺ ionen beschikbaar zijn), wordt hieraan een zuurequivalentpotentieel van 2 toegewezen.

NO_x en NH₃ krijgen van hun kant een zuurequivalentpotentieel 1, omdat ze rechtstreeks of onrechtstreeks tot de vorming van HNO₃ leiden (waarbij 1 mol H⁺ ionen beschikbaar is).

Dus:

	Gewicht van een mol	Zuurequivalentpotentieel	Omzettingfactor
SO ₂	64 g	2	(2/64=) 0,0313
NO ₂	46 g	1	(1/46=) 0,0217
NH ₃	17 g	1	(1/17=) 0,0588

Bron van de aangewende gegevens:

Leefmilieu Brussel, Departement Planning lucht, energie en klimaat.

De gebruikte gegevens zijn de NO_x, SO_x en NH₃-emissiegegevens die jaarlijks worden gerapporteerd in het kader van de richtlijn NEC (EG) 2016/2284 en van het "Verdrag van Genève betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand" (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution - LRTAP Convention), dat in 1979 via de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (UNECE) werd opgesteld.

De laatst beschikbare gegevens in dit verband zijn de gegevens gerapporteerd in 2026; deze slaan op de emissies van 1990 tot 2024.

Aanbevolen periodiciteit voor het bijwerken van de indicator:

Jaarlijks

3 COMMENTAAR AANGAANDE DE METHODOLOGIE OF DE INTERPRETATIE VAN DE INDICATOR

Beperking van de indicator en gebruiksvoorzorgen:

De aangewende gegevens zijn afkomstig van berekeningen voor welbepaalde geïdentificeerde bronnen (zie hoger). Alleen de gegevens betreffende de NO_x, SO_x en NH₃-uitstoot worden in rekening gebracht.

We herinneren eraan dat ammoniak (NH₃) een potentieel verzurende stof is, aangezien het verzuringspotentieel afhangt van de concentraties ammonium en bicarbonaat in het water (zie hoger).

Aangezien wij de gegevens ontleen aan de emissie-inventarissen, stellen wij ons in de hypothese dat de NO_x-concentratie gelijk is aan de NO₂-concentratie. Bijgevolg wordt voor de NO_x-uitstoot hetzelfde zuurequivalentpotentieel toegepast als voor NO₂.

Doordat de ramingen voortdurend worden herzien in functie van de ontwikkelingen van het wetenschappelijk onderzoek (bijv. veranderende emissiefactoren) wordt de historische reeks sinds 1990 tot x-2 ieder jaar volgens de nieuwe methodologie opnieuw berekend. Dat betekent dat tussen de rapporteringen in, de waarden kunnen worden bijgesteld en dat historische vergelijkingen enkel nog binnen eenzelfde gegevens-/rapporteringssset mogelijk zijn.



4 VERBANDEN MET ANDERE INDICATOREN OF GEGEVENS (UIT HET RAPPORT OVER DE STAAT VAN HET BRUSSELSE LEEFMILIEU)

Thema Lucht:

Belangrijkste luchtverontreinigende emissies (NO_x, PM, SO_x, NH₃, NMVOS)

Emissie van ozonprecursoren (NO_x, VOS, CO en CH₄)

Luchtkwaliteit: NO₂-concentratie

Luchtkwaliteit: Concentraties troposferisch O₃

Thema Energie en Klimaatwijzigingen:

Gewestelijk energieverbruik

5 VOORNAAMSTE INSTELLINGEN BETROKKEN BIJ HET ONTWIKKELEN VAN GELIJKAARDIGE INDICATOREN

Waals Gewest:

SPW ARNE – DEMNA – DEE

Diagnostic environnemental de la Wallonie – Air (2024)

<http://etat.environnement.wallonie.be/home/diagnostic/air.html>

AWAC

Inventaires d'émissions, par polluants

SO_x beschikbaar op: <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emissions-de-sox.html>

NO_x beschikbaar op: <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emission-de-nox.html>

NH₃ beschikbaar op: <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emission-de-nh3.html>

Vlaams Gewest:

VMM

Uitstoot verzurende stoffen

Beschikbaar op: <https://www.vmm.be/lucht/stikstof/uitstoot-verzurende-stoffen>

Statistiek Vlaanderen (d'après les données de la VMM)

Verzurende emissies

Beschikbaar op:

<https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/verzurende-emissies>

Europese Unie:

EMA

Air pollutant emissions data viewer (Gothenburg Protocol, LRTAP Convention) 1990-2023

Beschikbaar op:

<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution/air-pollutant-emissions-data-viewer-1990-2024>

6 BIBLIOGRAFISCHE REFERENTIES (METHODOLOGIE, INTERPRETATIE)

- Association Eau et Rivières de Bretagne, été 2006, "Dossier Ammoniac atmosphérique", Magazine Eaux et Rivières de Bretagne n°136, pages 11-13.
Beschikbaar op:
<http://www.eau-et-rivieres.asso.fr/media/user/File/ExtraitRevuePDF/DossierAmmoniac136.pdf>
- De Leeuw A.A.M., 2002, "A set of indicators for long-range transboundary air pollution", Environmental Science and Policy, n° 5 (2002), pp. 135-145
- EEA (European Environment Agency), 2023, "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2023", Technical report No 06/2023.
Beschikbaar op:
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>



- EEA (European Environment Agency), 2026, "European Union emission inventory report 1990–2024 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)", EEA report 07/2026.
Beschikbaar op:
- <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-inventory-report-1990-2024-lrtap> Waals Gewest, SPW - DGO3 - DEMNA - DEE, 2017. Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2017, Partie 5 : Analyse des composantes de l'environnement, Chapitre 1 : Air et climat, fiche Air 2: Emissions de polluants acidifiants dans l'air. SPW Editions: Jambes, Belgique.
Te raadplegen op:
<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/publications/rapport-sur-letat-de-lenvironnement-wallon-2017.html>

7 VOLLEDIGHEID (DEKING IN RUIMTE EN TIJD)

Beschikbare tijdreeks:

1990-2024

Jaarlijks.

Ruimtelijke dekking van de gegevens: Brussels-Hoofdstedelijk Gewest

Datum waarop de indicator voor het laatst werd bijgewerkt: september 2026

Datum waarop deze methodologische fiche voor het laatst werd bijgewerkt: september 2026