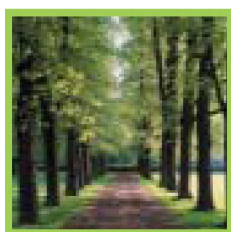
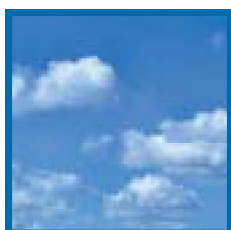




VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



# Milieurapport Vlaanderen MIRA

## Achtergronddocument

Thema Vermesting

# Milieurapport Vlaanderen

## **MIRA** **Achtergronddocument 2007** **Vermesting**



---

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

# Vermesting

## Coördinerend auteur

*Stijn Overloop, MIRA, VMM*

## Auteurs

*Myriam Bossuyt, MIRA, VMM*

*Sofie Ducheyne, Afdeling Mestbank, VLM*

*Myriam Dumortier, NARA, INBO*

*Ralf Eppinger, Afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM*

*Dirk Van Gijseghem, Afdeling Monitoring en Studie, Departement Landbouw & Visserij*

*Kor Van Hoof, Afdeling Kwaliteitsbeheer, VMM*

*Nancy Vogels, Wim Vanden Auweele, Bodemkundige Dienst van België*

*Hilde Wustenberghs, Joost D'hooghe, Eenheid Landbouw en Maatschappij, ILVO*

*Laatst bijgewerkt op: 18/02/2009*

**Woord vooraf**

Dit is het achtergronddocument voor het themahoofdstuk Vermesting. Elk thema staat voor een milieuverstoring. Het achtergronddocument bundelt de kennis en informatie aangedragen in de MIRA-T rapporten vanaf 1998. De inhoud is bijgewerkt tot en met het laatste MIRA-T rapport, MIRA-T 2007.

Het Milieuraapport Vlaanderen heeft de decretale opdracht enerzijds om de toestand van het milieu en het tot nu toe gevoerd milieubeleid te analyseren en te evalueren, en anderzijds om de verwachte ontwikkeling van het milieu volgens relevante beleidsscenario's te beschrijven. Daartoe werken een auteursgroep en kritische lezers (lectoren), onder coördinatie van het MIRA-team, jaarlijkse themarapporten (MIRA-T), vijfjaarlijkse scenariorapporten (MIRA-S) en beleidsevaluatierapporten (MIRA-BE) uit. De rapporten worden beschikbaar gemaakt aan beleidsmakers en het brede publiek. Themarapporten zijn compacte studies van de verstoringsketens en onderbouwen de jaarlijkse milieujaarprogramma's van de Vlaamse overheid. Scenariorapporten zijn uitgebreide modelstudies van de verstoringsketen en leveren noodzakelijke inzichten om het Vlaamse milieubeleidsplan op te stellen. Beleidsevaluatierapporten zijn diepgaande studies over milieugerelateerde beleidsthema's.

Het doel van de themahoofdstukken is het samenbrengen van kwantitatieve inzichten in de milieudruk (pressure) van de verantwoordelijke doelgroepen of sectoren (zowel brongebruik als emissies), de hieruit voortkomende milieutoestand (state) in de milieucompartimenten lucht, water en bodem en de gevolgen (impact) voor mens, natuur en economie. Hiertoe worden indicatoren opgesteld vanuit de conceptuele milieuverstoringsketen (DPSI-R-denkkader). Ten opzichte van het afgeleide MIRA-T-rapport worden in dit achtergronddocument ook de onderliggende maatschappelijke activiteiten (driving forces) behandeld. De evolutie van de indicatoren wordt getoetst aan beleidsdoelstellingen. Ten slotte worden de ingezette beleidsinstrumenten en genomen maatregelen geëvalueerd (response), telkens per schakel van de verstoringsketen. Daarbij kunnen ook extra maatregelen worden geformuleerd om de doelstellingen te halen. Een sectorgerichte benadering van de milieudruk en de achterliggende maatschappelijke activiteiten voor alle milieuthema's samen is terug te vinden in de sectorale achtergronddocumenten.

Dit document wordt regelmatig bijgewerkt en is raadpleegbaar op de websites <http://www.milieurapport.be> of [www.vmm.be/mira](http://www.vmm.be/mira)

Overname kan mits bronvermelding.

Hoe verwijzen?

Kort verwijzing: MIRA Achtergronddocument 2007 Vermesting

Volledige verwijzing: MIRA (2007) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2007 Vermesting. Overloop S., Bossuyt M., Ducheyne S., Dumortier M., Eppinger R., Van Gijseghe D., Van Hoof K., Vogels N., Vanden Auweele W., Wustenberghs H., D'hooghe J., Vlaamse Milieumaatschappij, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)



# Inhoud

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Beschrijving van de verstoring .....</b>                                                        | <b>8</b>  |
| 1   Mechanismen .....                                                                              | 8         |
| 2   Inpassing in de milieuverstoringssketen (DPSIR) .....                                          | 12        |
| 3   Verbanden met andere thema's .....                                                             | 12        |
| 4   Ruimtelijk perspectief .....                                                                   | 13        |
| 5   Tijdspectief .....                                                                             | 14        |
| 6   Europees Beleid .....                                                                          | 14        |
| 7   Beleid in Vlaanderen .....                                                                     | 16        |
| <b>Indicatoren .....</b>                                                                           | <b>21</b> |
| 1   Stikstofstromen in Vlaanderen .....                                                            | 21        |
| 2   Indicatoren voor milieudruk vanuit de landbouw .....                                           | 25        |
| 2.1   Overschot op de nutriëntenbalans van het landbouwsysteem.....                                | 25        |
| 2.2   Overschot op de bodembalans.....                                                             | 32        |
| 2.3   Mestverwerking en export .....                                                               | 41        |
| 2.4   Belasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de<br>landbouw.....                   | 47        |
| 2.5   Relatie tussen het overschot op de bodembalans en belasting<br>van het oppervlaktewater..... | 50        |
| 2.6   Belasting van het grondwater door mestgebruik in de<br>landbouw.....                         | 55        |
| 2.7   Evaluatie en maatregelen.....                                                                | 59        |
| 3   Indicatoren voor milieudruk vanuit industrie, huishoudens en overige<br>sectoren .....         | 62        |
| 3.1   Vermestende emissie en aandeel doelgroepen .....                                             | 62        |
| 4   Indicatoren voor milieukwaliteit van de bodem .....                                            | 70        |
| 4.1   Fosfaat in landbouwbodems.....                                                               | 70        |
| 4.2   Fosfaatverzadiging landbouwgronden .....                                                     | 74        |
| 4.3   Nitraat in de landbouwbodem.....                                                             | 75        |
| 5   Indicatoren voor milieukwaliteit in water.....                                                 | 82        |
| 5.1   Kwaliteitsnormen en doelstellingen voor stikstof en fosfor.....                              | 82        |
| 5.2   Stikstof in oppervlaktewater.....                                                            | 84        |
| 5.3   Fosfor in oppervlaktewater .....                                                             | 95        |
| 5.4   Nutriënten in grondwater .....                                                               | 99        |
| 6   Indicatoren voor milieukwaliteit: depositie .....                                              | 107       |
| 6.1   Gemiddelde stikstofdepositie en spreiding.....                                               | 107       |
| 6.2   Depositie in achtergrondgebieden (depositiemeetnet<br>verzuring) .....                       | 111       |
| 6.3   Depositie in bos- en natuurgebieden.....                                                     | 111       |
| 6.4   Internationale vergelijking .....                                                            | 112       |
| 7   Gevolgen van vermesting voor mens en economie .....                                            | 114       |
| 7.1   Gevolgen voor mens.....                                                                      | 114       |
| 7.2   Gevolgen voor de economie.....                                                               | 116       |
| 8   Indicatoren voor de gevolgen van vermesting voor natuur .....                                  | 118       |
| 8.1   Beschrijving aantasting biodiversiteit .....                                                 | 118       |
| 8.2   Overschrijding kritische lasten.....                                                         | 120       |

## Lijst figuren

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1: Schematische weergave van de relatie tussen de bronnen van vermestende stoffen en de plaatsen waar deze stoffen terechtkomen .....                                                                                        | 10 |
| Figuur 2: Milieuverstoringsketen (DPSI-R) voor het milieuthema vermesting .....                                                                                                                                                     | 12 |
| Figuur 3: Aandeel van de doelgroepen in de stikstofstromen in Vlaanderen, volgens statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997) .....                                                                                              | 22 |
| Figuur 4: Invoer van stikstof (miljoen kg N; %) in Vlaanderen volgens een statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997) .....                                                                                                      | 23 |
| Figuur 5: Uitvoer van stikstof (miljoen kg N; %) uit Vlaanderen volgens een statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997) .....                                                                                                    | 24 |
| Figuur 6: Nutriëntenbalans van de landbouwsector (miljoen kg, Vlaanderen, 2006) .....                                                                                                                                               | 26 |
| Figuur 7: Relatieve en absolute (miljoen kg) evolutie van de stikstof- en fosforafvoer via marktbaar gewassen en voedergewassen (Vlaanderen, 1990-2006). .....                                                                      | 29 |
| Figuur 8: Vergelijking van het graslandareaal geregistreerd bij de Mestbank en bij het NIS (Vlaanderen, 1990-2006).....                                                                                                             | 30 |
| Figuur 9: Overschot op de landbouwbalans voor stikstof (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                                                                | 32 |
| Figuur 10: Bodembalans van de landbouw in miljoen kg (Vlaanderen, 2006).....                                                                                                                                                        | 33 |
| Figuur 14: Bruto overschot op de bodembalans stikstof op nationaal niveau (EU-15, 1990 en 2000).....                                                                                                                                | 40 |
| Figuur 15: Samenhang tussen mestverwerkingstechnieken .....                                                                                                                                                                         | 43 |
| Figuur 16: Geëxporteerde en verwerkte mest (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                                                                            | 45 |
| Figuur 17: Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                      | 48 |
| Figuur 18: Stikstofbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw: relatieve evolutie in vergelijking met de neerslag (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                             | 50 |
| Figuur 19: Overschot op de bodembalans stikstof (gemiddelde 2003-2005) en % overschrijding van de nitraatnorm (2003/2004 - 2005/2006), volgens bekken (Vlaanderen, 2003-2006). .....                                                | 52 |
| Figuur 20: Potentiële nitraatuitspoeling ( $\text{NO}_3^-$ ) naar het bovenste grondwater per zone (Vlaanderen, 2004-2006).....                                                                                                     | 56 |
| Figuur 21: Gemiddelde potentiële stikstofuitspoeling naar het grondwater per HHZ en subzones (Vlaanderen, 2004- 2006) .....                                                                                                         | 58 |
| Figuur 22: Oppervlakte onder beheerovereenkomst water en natuur in kader van het mestdecreet (Vlaanderen, 2000-2005).....                                                                                                           | 61 |
| Figuur 23: Stikstofemissie naar lucht, water en bodem voor de verschillende bronnen van vermesting (Vlaanderen, 1990-2006).....                                                                                                     | 64 |
| Figuur 24: Fosforemissie naar water en bodem voor de verschillende bronnen van vermesting (Vlaanderen, 1990-2006).....                                                                                                              | 65 |
| Figuur 25: Aandeel van de doelgroepen in de vermestende emissie (Vlaanderen, 1990 & 2006).....                                                                                                                                      | 67 |
| Figuur 26: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone voor het hele Vlaamse Gewest (Vlaanderen, 1982-2003) .....                                                                                                 | 70 |
| Figuur 27: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone voor de verschillende Vlaamse provincies (akkerland bovenaan, weiland onderaan) (Vlaanderen, 1982-2003) .....                                              | 71 |
| Figuur 28: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone, ingedeeld naar hoogte van overschrijding (akkerland bovenaan, weiland onderaan) (Vlaanderen, 1982-2003) .....                                             | 73 |
| Figuur 29: Gemiddeld nitraatresidu in het najaar in landbouwpercelen onder beheerovereenkomst water (Vlaanderen, 2001-2006) .....                                                                                                   | 78 |
| Figuur 30: Gemiddeld nitraatresidu in het najaar in landbouwpercelen onder derogatie (Vlaanderen, 2003-2006).....                                                                                                                   | 80 |
| Figuur 31: Nitraatconcentratie in het oppervlaktewater op basis van het fysisch-chemisch meetnet en het MAP-meetnet (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                   | 85 |
| Figuur 32: Overzicht van de MAP-meetpunten in Vlaanderen .....                                                                                                                                                                      | 86 |
| Figuur 33: Jaargemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet en het algemeen meetnet oppervlaktewater, percentage MAP-meetpunten met minstens één overschrijding van de nitraatnorm van 50 mg /l (Vlaanderen, 1999-2007). ..... | 87 |

|                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figuur 34: Vergelijking van percentages overschrijdingen, gemiddelde en mediane nitraatconcentraties in het MAP-meetnet per bekken (Vlaanderen, 2005-2006) .....                                     | 90  |
| Figuur 35: Maandgemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet .....                                                                                                                              | 91  |
| Figuur 36: Vergelijking van de jaargemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet oppervlaktewater tussen kwetsbare en niet-kwetsbare zones volgens het Mestdecreet (Vlaanderen, 1999-2006) ..... | 92  |
| Figuur 37: Verdeling van de jaargemiddelde nitraatconcentratie (mg nitraat/l) in rivieren van 27 Europese landen (Europa, 20023) .....                                                               | 94  |
| Figuur 38: Orthofosfaatconcentratie in oppervlaktewater en aantal meetplaatsen dat voldoet aan de basiskwaliteitsnorm (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                  | 96  |
| Figuur 39: Verdeling van de jaargemiddelde ortofosfaatconcentratie per meetstation (mg P/l) in rivieren van 27 Europese landen voor het meest recent beschikbare jaar (Europa, 2002) ..              | 98  |
| Figuur 40: Hydrogeologisch homogene zones van Vlaanderen .....                                                                                                                                       | 101 |
| Figuur 41: Gemiddelde nitraatconcentratie in het freatische grondwater (Vlaanderen, 2004-2006) .....                                                                                                 | 103 |
| Figuur 42: Spreiding van de nitraatconcentraties in het MAP-meetnet grondwater (Vlaanderen, voorjaar 2006) .....                                                                                     | 104 |
| Figuur 43: Fosfaatconcentratie (maximum per meetput) in het freatische grondwater van de Polders (Vlaanderen, 2006) .....                                                                            | 105 |
| Figuur 44 : Gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (Europa, 11 landen, 1996-2003) ..                                                                                                           | 106 |
| Figuur 45: Gemiddelde stikstofdepositie berekend met het OPS-model (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                     | 108 |
| Figuur 46: Aandeel van de verschillende sectoren in de totale stikstofdepositie (Vlaanderen, 2006) .....                                                                                             | 109 |
| Figuur 47: Spreiding van de N-depositie (Vlaanderen, 1990) .....                                                                                                                                     | 110 |
| Figuur 48: Spreiding van de N-depositie (Vlaanderen, 2006) .....                                                                                                                                     | 110 |
| Figuur 49: Gemiddelde atmosferische deposities en gemiddelde uitspoeling van stikstof in de vijf meetpunten van het bosbodemmeetnet (Vlaanderen, 1994-2005) .....                                    | 112 |
| Figuur 50: Gemiddelde stikstofdepositie per ha, berekend met het EMEP-depositiemodel (Europa, 2004) .....                                                                                            | 113 |
| Figuur 51: Oppervlakte bos-, heide- en graslandecosystemen met overschrijding van de kritische lasten vermist in % (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                     | 121 |
| Figuur 52: Gemiddelde overschrijding van de kritische last vermist met als criterium bescherming biodiversiteit (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                        | 122 |
| Figuur 53: Spreiding van de overschrijding kritische last vermist (Vlaanderen, 1990) ...                                                                                                             | 123 |
| Figuur 54: Spreiding van de overschrijding kritische last vermist (Vlaanderen, 2006) ...                                                                                                             | 123 |
| Figuur 55: Percentage oppervlakte natuur met overschrijding van de kritische last vermist in de landen van de EU-25 ten opzichte van de totale oppervlakte natuur per land (EU-25, 2000) .....       | 125 |
| Figuur 56: Geaccumuleerde overschrijding van de kritische last vermist (Europa, 2000) .....                                                                                                          | 126 |

## Lijst tabellen

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1: Voorbeeld van gewasafvoer voor enkele teelten (Vlaanderen, 2005) .....                                                                                                                                                      | 29 |
| Tabel 2: Doelstellingen voor het overschot op de bodembalans .....                                                                                                                                                                   | 38 |
| Tabel 3: Gemiddelde nitraatconcentratie in oppervlaktewater, percentage overschrijding van de norm vergeleken met het overschot op de bodembalans en de elementen van de bodembalans (Vlaanderen, gemiddelde waarde 2003-2005) ..... | 53 |
| Tabel 4: Berekening van de vermestende N- en P-emissie met toewijzing aan de doelgroepen .....                                                                                                                                       | 62 |
| Tabel 5: Vermestende emissie (in Meq) voor stikstof en fosfor samen (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                                                    | 66 |
| Tabel 6: Sectoraandelen in de vermestende emissie in vermestingequivalenten (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                                            | 67 |
| Tabel 7: Gemiddelde samenstelling van dierlijke mest op basis van recente ontleding (Vlaanderen, 2004) .....                                                                                                                         | 74 |

|                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 8: Resultaten van de nitraatresidumetingen (kg N/ha) in het najaar van 2000 .....                                                                                                                                     | 77  |
| Tabel 9: Resultaten van de nitraatresidumetingen (kg N/ha) in het najaar van 2001 .....                                                                                                                                     | 77  |
| Tabel 10: Nitraatresidunormen zoals voorgesteld in wetenschappelijk onderzoek .....                                                                                                                                         | 81  |
| Tabel 11: Vlaamse wettelijke kwaliteitsnormen* voor stikstof en voor fosfor voor oppervlaktewater en grondwater. ....                                                                                                       | 82  |
| Tabel 12: Natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor oppervlaktewater. ....                                                                                                                            | 83  |
| Tabel 13: Natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor grondwater..                                                                                                                                      | 83  |
| Tabel 14: Nitraatconcentratie in het oppervlaktewater op basis van het fysisch-chemisch meetnet en het MAP-meetnet (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                            | 85  |
| Tabel 15: Percentage meetpunten van het oude MAP-meetnet oppervlaktewater (260 meetpunten) dat 50 mg nitraat/l overschrijdt (Vlaanderen, 1999-2006) .....                                                                   | 87  |
| Tabel 16: Percentage meetpunten van het MAP-meetnet oppervlaktewater dat 50 mg nitraat/l overschrijdt per provincie en bekken (Vlaanderen, 1999-2007) .....                                                                 | 88  |
| Tabel 17: Gemiddelde nitraatconcentratie (mg nitraat/l) in het MAP-meetnet oppervlaktewater en het algemeen meetnet (Vlaanderen, 1999-2007) .....                                                                           | 89  |
| Tabel 18: Aandeel meetstations per concentratieklassen van de jaargemiddelde concentratie per meetstation (mg nitraat/l) ten opzichte van het totaal aantal beschouwde meetstations per land (Europa, 2002) .....           | 95  |
| Tabel 19: Orthofosfaatconcentratie in oppervlaktewater (Vlaanderen, 1990-2006) .....                                                                                                                                        | 97  |
| Tabel 20: Aandeel (%) meetstations per concentratieklassen van de jaargemiddelde orthofosfaatconcentratie per meetstation (mg P/l) ten opzichte van het totaal aantal beschouwde meetstations per land (Europa, 2002) ..... | 99  |
| Tabel 21: Resultaten van de meetcampagnes voor MAP-meetnet grondwater met betrekking tot de nitraatgehaltes (Vlaanderen, 2004-2006) .....                                                                                   | 102 |
| Tabel 22: Normen voor nitraat en nitriet in drinkwater en voeding .....                                                                                                                                                     | 114 |
| Tabel 23: Inschatting dagelijkse inname (Nederland, 1995) .....                                                                                                                                                             | 115 |
| Tabel 24: Aanvaardbare dagelijkse inname (ADI) .....                                                                                                                                                                        | 115 |
| Tabel 25: Kritische lasten vermesting voor het behoud van de biodiversiteit voor diverse vegetatietypes in Vlaanderen over alle bodemtypes. ....                                                                            | 120 |
| Tabel 26: Kritische lasten voor stikstofdepositie voor diverse vegetatietypes en de effecten bij overschrijding. ....                                                                                                       | 124 |

# Beschrijving van de verstoring

Vermesting is de ophoping ('aanrijking') van nutriënten in het milieu door menselijke activiteiten. Hierdoor worden de ecologische processen en natuurlijke kringlopen in de compartimenten bodem, water en lucht verstoord. De belangrijkste gevolgen van deze verstoring zijn:

- de kwalitatieve achteruitgang van vegetaties op voedselarme en matig voedselarme gronden en de daarmee verbonden daling van de biodiversiteit; (gevolgen voor natuur)
- de kwalitatieve achteruitgang van zoet en zout oppervlaktewater (eutrofiëring) en de watergebonden planten en dierengemeenschappen; (milieukwaliteit en gevolgen voor natuur)
- de kwalitatieve achteruitgang van grondwater en de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen, als ook de aanvoer van nutriëntenrijk grondwater naar het oppervlaktewater; (milieukwaliteit en gevolgen voor natuur)
- een bedreiging van en hogere kostprijs voor de drinkwatervoorziening zowel uit oppervlaktewater als uit grondwater, voornamelijk als gevolg van verhoogde nitraatconcentraties; (milieukwaliteit en gevolgen voor economie)
- nadelige invloed op de *landbouwactiviteit*: door een onevenwichtige aanvoer van nutriënten op de bodem kan de kwaliteit van de gewassen verminderen, de opbrengst dalen of kan het vee ziek worden. (gevolgen voor mens en economie)

## 1 | Mechanismen

De belangrijkste nutriënten betrokken bij vermesting zijn stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K). Deze elementen zijn van nature aanwezig in de bodem en het grond- en oppervlaktewater, maar menselijke activiteiten veroorzaken een zeer grote toevoer ervan naar het milieu. Aanrijking van het nutriënt dat als beperkende factor optreedt, is bepalend voor de effecten van vermesting (algenbloei, soortenverschuivingen). In zoet water zorgt in het algemeen fosfor voor problemen, in zout water is dit stikstof. In vermest water (of bodem) kunnen ook hogere concentraties aan kalium voorkomen. P en N zijn echter verantwoordelijk voor meer dan 95 % van de totale vermestingsproblematiek in Nederland en de invloed van K op eutrofiëring is te verwaarlozen (van Esch, 1996). Bovendien zullen de genomen beleidsmaatregelen (bijvoorbeeld bemestingsnormen in het Mestdecreet) voor de reductie van N- en P-emissies ook een gunstig effect hebben op de aanvoer van K in het milieu. Daarom wordt kalium (nog) niet verder in beschouwing genomen.

De belangrijkste *bronnen* van nutriënten zijn:

- bemesting van de (landbouw)bodem met dierlijke mest en minerale meststoffen;
- emissie van gasvormige stikstofverbindingen door industriële processen, verbrandingsprocessen, de veeteelt en het transport;
- lozing van industrieel- en huishoudelijk afvalwater;
- gebruik en/of storten van reststoffen (GFT- en groencompost, industrieel en rioolwaterzuiveringsslib).

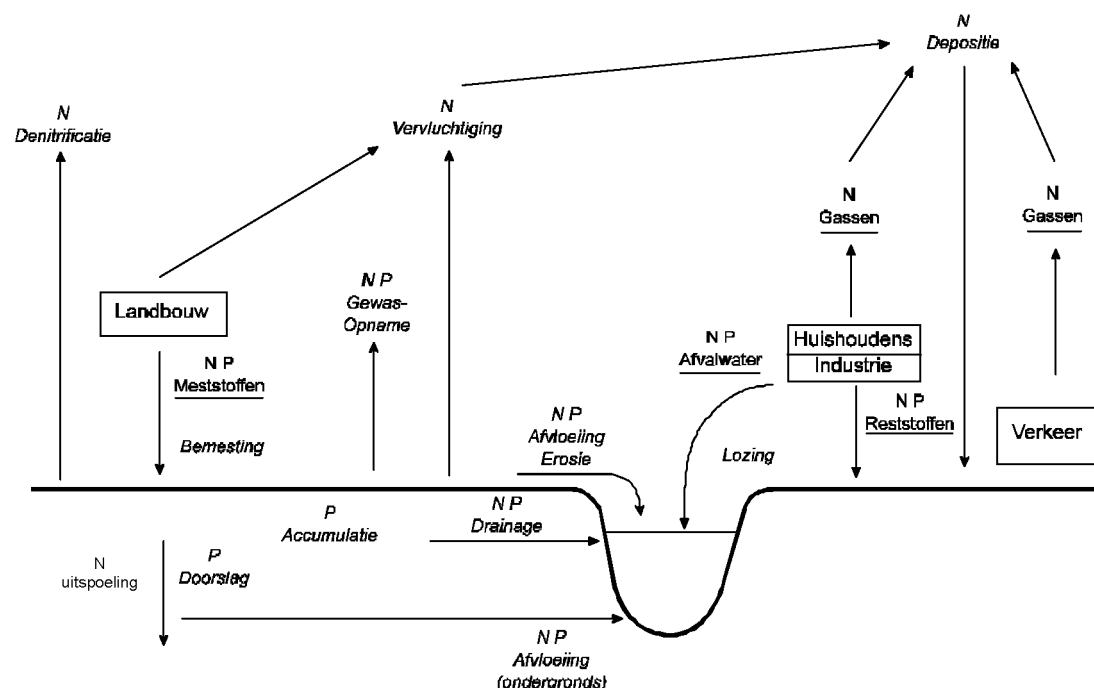
Afhankelijk van de bron komen nutriëthoudende verbindingen rechtstreeks terecht in de compartimenten lucht, water of bodem. In de verschillende milieucompartimenten worden deze verbindingen opgenomen in de nutriëntenkringloop, die duidelijk verschillend is voor N en P. Een vereenvoudigd schema met weergave van de belangrijkste deelprocessen binnen de nutriëntenkringloop wordt weergegeven in Figuur 1. Elk deelproces in de nutriëntenkringloop ondervindt echter invloed van tal van factoren, zoals klimaat, bodemtype, grondwater, begroeiing, reliëf.

*Stikstof* is een scheikundig element dat als gas voorkomt in de dampkring. Maar liefst 80 procent van de lucht op aarde bestaat uit stikstofgas. Dit gas (chemische formule:  $N_2$ ) bestaat uit twee stikstofmoleculen, die stevig met elkaar zijn verbonden. Stikstofgas reageert daardoor slecht met andere stoffen. Is die verbinding eenmaal verbroken en heeft het stikstofatoom zich aan andere atomen gebonden, dan spreekt men van reactief stikstof. Voorbeelden hiervan zijn nitraat ( $NO_3$ ), lachgas ( $N_2O$ ) en ammoniak ( $NH_3$ ). Reactief stikstof reageert, zoals de naam al doet vermoeden, juist heel makkelijk. Het oefent daardoor een grote invloed uit op planten, dieren en mensen die er mee in contact komen. Dit kan een goede invloed zijn, bijvoorbeeld doordat stikstof wordt gebruikt om biologische bouwstenen als eiwitten te maken. Maar stikstof kan ook zuren maken, die schadelijk zijn voor levende organismen.

Stikstofverbindingen gaan eenvoudig in elkaar over. Een voorbeeld hiervan is ammoniak, dat door bacteriën kan worden omgezet in nitraat of lachgas. Ook verspreiden stikstofverbindingen zich gemakkelijk door bodem, water en lucht (het zogeheten cascade-effect). Eén molecuul reactief stikstof kan daardoor bijdragen aan verschillende milieuproblemen. Dit maakt het bestrijden van het probleem lastig en daarom is het noodzakelijk dat verschillende sectoren zoals de landbouw en industrie afspraken met elkaar maken.

*Stikstof komt in het milieu terecht door het gebruik van minerale meststoffen en dierlijke mest*, de uitscheiding van eiwitten door mens en dier, de lozing van afvalwater, het storten van reststoffen en de emissie van stikstofoxiden ( $NO_x$ ) bij verbrandingsprocessen in motoren. Organische stikstofverbindingen worden in bodem en oppervlaktewater door mineralisatie en nitrificatie omgezet in de minerale vormen ammonium ( $NH_4^+$ ), nitriet ( $NO_2^-$ ) en nitraat ( $NO_3^-$ ). Als bijproduct van de nitrificatie kan vermestingneutraal lachgas ( $N_2O$ ) en stikstofmonoxidegas ( $NO$ ) gevormd worden. Lachgas is een broeikasgas en heeft geen vermestend effect.  $NO$  zal in de lucht verder oxideren tot  $NO_2$  en speelt zowel een rol in vermesting, verzuring en de vorming van ozon. Ammonium kan in de vorm van ammoniakgas ( $NH_3$ ) vervluchtigen uit bodem en mest. Nitraat en nitriet kunnen door denitrificatie in de bodem gereduceerd worden tot de gasvormige stikstofverbindingen  $N_2O$ ,  $NO$  of  $N_2$  (zie MIRA Achtergronddocument Landbouw). Via atmosferische depositie komen stikstofoxiden ( $NO$  en  $NO_2$ ) en ammoniak weer op het bodemoppervlak terecht. Nitraatstikstof lost goed op in water waardoor het gemakkelijk opgenomen kan worden door de gewassen als noodzakelijk bestanddeel voor de groei. In perioden met neerslagoverschot spoelt nitraat echter uit naar diepere bodemlagen en komt zo in het grondwater terecht of draineert naar het oppervlaktewater. Parallel wordt door oppervlakkige waterafvoer (run-off of afvloeiing) en erosie van stikstofhoudende bodemlagen nutriënten aangevoerd naar het oppervlaktewater.

*Figuur 1: Schematische weergave van de relatie tussen de bronnen van vermestende stoffen en de plaatsen waar deze stoffen terechtkomen*



Bron: Wetenschappelijk verslag MIRA-1, III.3 Vermesting, 1994

Fosforbelasting is voornamelijk te wijten aan de lozing van afvalwater en de bemesting met minerale en organische meststoffen. In tegenstelling tot stikstof bindt fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) zich sterk aan de bodemdeeltjes. Bij overmatige aanvoer zal fosfaat zich daarom veeleer ophopen in de bovenste lagen van de bodem dan uitspoelen naar het grondwater. De bodem heeft een welbepaalde vastleggingscapaciteit voor fosfaat. Wanneer deze vastleggingscapaciteit overschreden wordt, treedt fosfaatdoorslag naar de diepere bodemlagen op. Hierdoor kan bij een hoge grondwaterstand de fosfaatconcentratie in het bodemwater verhogen. Fosfaat kan dan uitspoelen naar het oppervlaktewater. Daarnaast kan het fosfaat dat in de bodem gebonden is aan kleine bodemdeeltjes, samen met deze bodemdeeltjes uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. Er is aangetoond dat tot ongeveer de helft van het totaal P in het bodemwater gebonden is aan deeltjes met colloïdale afmetingen (5-500 nm). Deze deeltjes zijn wel mobiel in de bodem en hebben een grotere mobiliteit dan vrij orthofosfaat. Uit onderzoek is naar voren gekomen, dat water via preferentiële stroombanen de bodem indringt, waardoor deze colloïdale deeltjes snel over grote afstanden kunnen worden getransporteerd, waardoor fosfaten veel gemakkelijker kunnen uit- en afspoelen naar grond- en oppervlaktewater (Hens, 1999). Dit betekent dat ook in niet-fosfaatverzadigde gebieden een fosfaatsuitspoeling kan optreden.

Stikstof- en fosforverbindingen kunnen ook via erosie, drainage en afvloeiing in het oppervlaktewater terechtkomen (zie Figuur 1).

Afvalwater, meststoffen (zowel dierlijke als minerale) en reststoffen bevatten ook minerale elementen zoals kalium. Kalium kan in de bodem vastgelegd worden door kleimineralen en bodemhumus. Het probleem van kaliumuitspoeling doet zich vooral voor op de lichtere bodemtypes. De gevolgen van vermesting kunnen in bepaalde gevallen versterkt worden door het vermestende effect van kalium. Zo wordt het probleem van de drinkwatervoorziening complexer wanneer nitraatrijk water eveneens een hoog kaliumgehalte heeft. Op graslandbodems met een verhoogd kaliumgehalte, in combinatie met een hoog stikstofaanbod en/of laag magnesiumgehalte, kan het vee ziek worden en sterven door kopziekte.

Op het *land* vormt vermesting een bedreiging voor halfnatuurlijke en natuurlijke ecosystemen waar de beperkt beschikbare stikstof de concurrentie tussen soorten beslecht. Heides, schraalgraslanden en sommige bostypes zijn zeer gevoelig voor stikstofvermesting via depositie of via water (grondwater, oppervlaktewater). De veranderingen in de levensgemeenschappen worden meestal gekenmerkt door de overheersing van één of enkele stikstofminnende soorten (bijv. vergrassing van heide). Hoge stikstofdeposities tasten de vitaliteit van bossen aan. Op landbouwgronden kan een onevenwichtige aanvoer van nutriënten nadelige gevolgen hebben voor de kwaliteit van de gewassen, bestemd voor menselijke consumptie of als voeder voor de dieren.

In het *water* leidt vermesting tot een kwalitatieve achteruitgang van het zoet en zout oppervlaktewater (eutrofiëring) en het grondwater. Vooral zwakgebufferde oppervlaktewateren zijn gevoelig voor een aanrijking met nutriënten. Een verhoging van het nutriëntengehalte in het grondwater leidt tot langdurige problemen, gezien de beperkte verversing en de trage en soms slechts gedeeltelijke omzetting van deze stoffen in de watervoerende lagen. Daarnaast vormt een hoog gehalte aan vooral nitraatstikstof een bedreiging voor de drinkwatervoorziening (grond- en oppervlaktewater), waardoor maatregelen noodzakelijk worden.

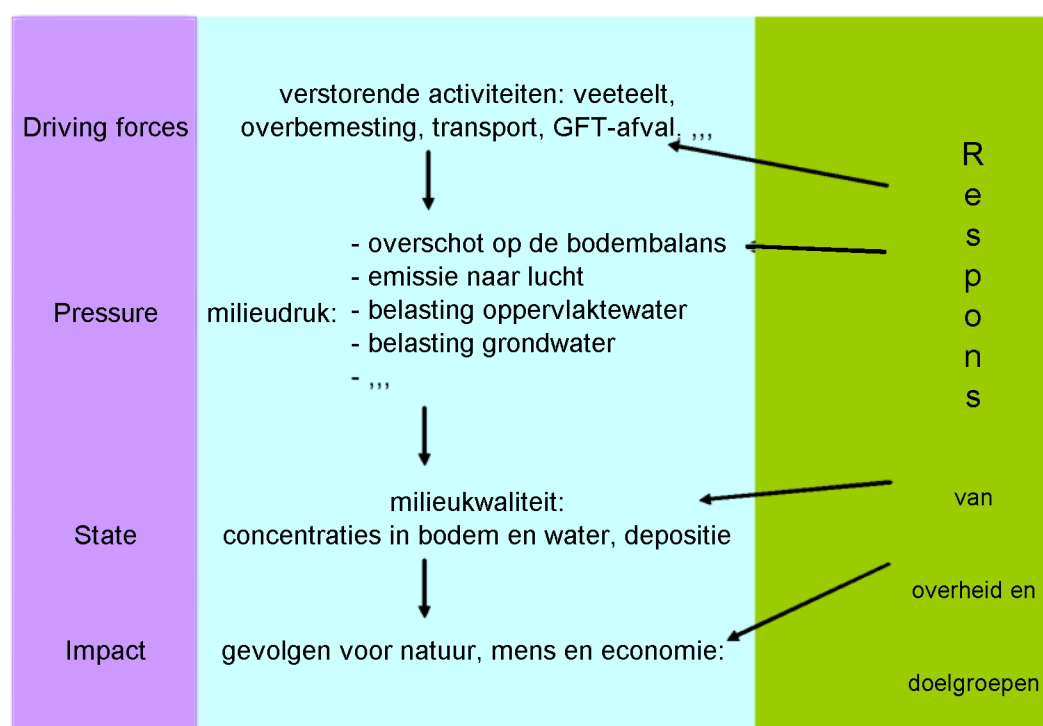


## 2 | Inpassing in de milieuverstoringsketen (DPSIR)

Elke milieuverstoring kan geanalyseerd worden volgens de verstoringsketen. Dit analysekader laat toe oplossingen te zoeken met een maximaal milieu-effect. Hoe hoger in de verstoringsketen een remediërende maatregel wordt genomen, hoe groter en effectiever zijn effect is. Als voorbeeld voor de landbouw kan gesteld worden dat eerst dient gekeken te worden hoe het probleem aan de bron, zijnde de dierlijke mestproductie, kan aangepakt worden, alvorens maatregelen te gaan nemen aan de emissiezijde, zoals mestverwerking, waterzuivering. Natuurlijk is dit slechts één van de principes bij het afwegen van een milieubeleid.

Figuur 2 geeft een indeling volgens de schakels van de milieuverstoringsketen voor het vermistingsprobleem.

Figuur 2: Milieuverstoringsketen (DPSI-R) voor het milieuthema vermisting



Bron: VMM

## 3 | Verbanden met andere thema's

Veel van de effecten van vermisting op de vegetatie zijn vergelijkbaar met die van verzuring en verdroging. Soms is het moeilijk om een bepaald effect aan slechts één van deze drie thema's toe te schrijven.

De depositie van stikstofoxiden en ammoniak heeft naast een vermistend effect eveneens een *verzurend effect* op de bodem en het oppervlaktewater (zie MIRA Achtergronddocument Verzuring). De emissie van ammoniak kan bovendien op lokaal niveau zorgen voor *geurhinder* (zie MIRA Achtergronddocument Geurhinder). N<sub>2</sub>O is een broeikasgas en wordt mede verantwoordelijk geacht voor de mondiale *klimaatveranderingen* (zie MIRA Achtergronddocument Klimaatverandering).

Stikstofverbindingen spelen een belangrijke rol in verschillende milieuverstoringsketen:

- Vermesting

- Verzuring
- Klimaatverandering
- Ozonvorming
- Aantasting ozonlaag
- Zwevend stof

Daarom is elk beleid dat gericht is op de emissiereductie van stikstofverbindingen tegelijk effectief voor verschillende milieuverstoringen aan te pakken.

Door vermessing kan het *grond- en oppervlaktewater* verontreinigd worden. De belangrijkste oorzaken zijn lozingen in en afvloeiing naar oppervlaktewater, uitspoeling en drainage (zie MIRA Achtergronddocument Kwaliteit oppervlaktewater) en infiltratie naar het grondwater.

Het *verlies van biodiversiteit* in terrestrische en aquatische systemen is een belangrijk gevolg van vermessing (zie NARA 2005), en kan in zekere mate nog versterkt worden door *verdroging* (zie MIRA Achtergronddocument Verstoring van de waterhuishouding). Een verlaagde grondwaterstand zorgt voor een versnelde mineralisatie van het organische materiaal en kan dus vermessing in de hand werken. *Versnippering* van natuurgebieden leidt bovendien tot een verhoogde gevoeligheid van de levensgemeenschappen voor vermessing (zie NARA 2005 en MIRA Achtergronddocument Versnippering).

Onrechtstreeks is er een verband met organische *afvalstoffen*, die via storten nog in het milieu terechtkomen (zie MIRA Achtergronddocument Beheer van afvalstoffen) of als secundaire grondstof worden aangewend voor bemesting.

Tot slot wordt door de internationale handel grote hoeveelheden nutriënten internationaal verhandeld onder vorm van veevoeder en voedsel. Dit aspect wordt behandeld in het MIRA Achtergronddocument Materiaalstromen.

## 4 | Ruimtelijk perspectief

De effecten en gevolgen van vermessing kaderen in een *gewestelijke* milieuproblematiek. Uiteraard manifesteren de gevolgen van vermessing zich vooral op lokaal niveau (bv. natuurgebied, beek of visvijver), aangezien de natuurgebieden in Vlaanderen altijd in relatie staan met de rondliggende gebieden (woonzones, industriegebieden, landbouwzones). Zo worden nutriënten vanuit deze gebieden aangevoerd via luchttransport en instromend oppervlaktewater en grondwater (infiltratie- en kwelgebieden). Er is ook een verband tussen vermessing en *continentale* milieuproblemen (bijvoorbeeld grensoverschrijdende verontreiniging en nutriëntenaanvoer via rivieren) en tussen vermessing en *mondiale* milieuproblemen (bijvoorbeeld N<sub>2</sub>O als broeikasgas).

De grensoverschrijdende verontreiniging met nutriënten komt vooral tot uiting in de atmosferische stikstofdeposities en de aanvoer van nutriënten via de rivieren. De atmosferische stikstofdeposities worden immers mee bepaald door de grensoverschrijdende transporten van voornamelijk NO<sub>x</sub>-verbindingen (zie MIRA Achtergronddocument Verzuring). Het aandeel ammoniak in deze grensoverschrijdende verontreiniging is eerder klein, vanwege de relatief korte afstand waarover dit gas getransporteerd wordt. Ook via rivieren worden nutriënten Vlaanderen binnengebracht. Ten slotte dient vermeld dat via luchttransport en via rivieren Vlaanderen netto een uitvoerder van nutriënten is. Vlaanderen draagt daardoor bij tot de eutrofiëring van de Noordzee.

Grote hoeveelheden nutriënten worden aangevoerd via de import van meststoffen en veevoerders (zie indicator Stikstofstromen). Vlaanderen is een netto uitvoerder van kunstmeststoffen omdat in de chemische nijverheid grote hoeveelheden kunstmest worden geproduceerd uit luchtstikstof voor exportdoeleinden. Wat betreft veevoeding is Vlaanderen een netto-invoerder van nutriënten. Om de Vlaamse veestapel te voeden worden nutriënten uit overzeese continenten aangevoerd (Viaene et al., 1999). De teelt van veevoedergewassen in het buitenland ten behoeve van de Vlaamse veestapel en de milieueffecten vallen buiten de opzet van dit document. Relevant naar het hoofdstuk vermessing toe

is het gebruik van de minerale meststoffen en van dierlijke mest op Vlaamse bodem en niet zozeer de totale invoer van meststoffen of veevoeder. Dit verschil komt overeen met het verschil tussen de indicatoren stikstofstromen en nutriëntenbalansen.

## 5 | Tijdspectief

De vermessingsproblematiek is een gevolg van historische ontwikkelingen zoals de industrialisatie, de urbanisatie en de intensivering van de akkerbouw en de veeteelt. Met toenemende welvaart is het gebruik van stikstofhoudende en fosforhoudende producten verveelvoudigd. Dit gebruik leidde ook tot toenemende verliezen naar het milieu in de 20<sup>ste</sup> eeuw.

Sinds het begin van de jaren 70 (Van Acker, 1974, 1981) zijn duidelijke effecten van vermessing geconstateerd: de eutrofiëring van oppervlaktewater, de verzuivering en afname van de biodiversiteit in voedselarme natuurgebieden, de fosfaatverzadiging van sommige landbouwgronden en de verhoogde concentraties van nitraat in het grond- en oppervlaktewater. Ondanks 15 jaar mestbeleid in Vlaanderen is er geen significante verbetering waar te nemen in de waterkwaliteit. De effecten van de rioolwaterzuivering zijn deels merkbaar, maar de doelstellingen zijn ook nog niet gehaald.

Het verschillende gedrag van stikstof en fosfor bepaalt mede de aard en de omvang van de milieuverstooring. De evolutie van de milieu-impact hangt hiermee samen. In tegenstelling tot nitraat wordt voor fosfaat een lange na-ijling verwacht. Nitraat is zeer goed oplosbaar in water en evolueert met de waterbewegingen in de bodem en water. Fosfaat echter lost beperkt op in water en bindt zich aan bodemdeeltjes, zodat een grote opslag in de bodem plaatsvindt. Daarom zullen maatregelen met betrekking tot fosfaat minder snel een positief effect op het milieu hebben dan maatregelen met betrekking tot nitraat. Wanneer ten slotte wordt gekeken naar herstel van natuurwaarden, dan dient een nog langere tijd in aanmerking genomen te worden. Lokaal uitgestorven soorten dienen terug te migreren over barrières heen.

## 6 | Europees Beleid

### *De Nitraatrichtlijn*

In december 1991 werd richtlijn 91/676/EEG inzake de bescherming tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen goedgekeurd. Deze richtlijn heeft als doel de waterverontreiniging, die wordt veroorzaakt door nitraten uit agrarische bronnen, te verminderen en verder verontreiniging van die aard te voorkomen. Bijzondere aandacht gaat daarbij uit naar wateren die gevoelig zijn voor verontreiniging door stikstofverbindingen en die speciale bescherming behoeven.

De richtlijn geeft aan hoe en wanneer de lidstaten de nitraatproblematiek moeten aanpakken. Het bevat bepalingen over hoe dierlijke en chemisch mest moeten behandeld worden in kwetsbare gebieden.

Om aan de bepalingen van de richtlijn te voldoen moeten de lidstaten:

- alle oppervlaktewateren en grondwateren die door stikstofverontreiniging worden beïnvloed of zouden kunnen worden beïnvloed, identificeren. Deze gebieden worden bepaald als deze gebieden waar de landbouwproductie bijdraagt tot drinkwaterkwaliteitsproblemen of tot eutrofiëring.
- voor deze kwetsbare gebieden een actieprogramma opstellen. In deze gebieden zijn de maatregelen die in de richtlijn zijn vermeld, verplicht.
- een code van goede landbouwpraktijk opstellen om een algemeen beschermingsniveau te bieden tegen verontreiniging. Deze code moet een minimum aan bepalingen omvatten. Voorlichting aan landbouwers om deze code ingang te doen vinden en het gebruik ervan te bevorderen, is noodzakelijk.

De lijst van de kwetsbare gebieden moet geregeld (zodra noodzakelijk maar minstens vierjaarlijks) worden herzien en eventueel aangevuld. Lidstaten die actieprogramma's opstellen en toepassen voor hun gehele grondgebied zijn vrijgesteld van de verplichting om kwetsbare gebieden aan te duiden.

De lidstaten zijn verplicht om in de gebieden waarvoor actieprogramma's zijn opgesteld maatregelen te nemen in verband met:

- de perioden waarin het op of in de bodem brengen van bepaalde meststoffen verboden is;
- de opslagcapaciteit van tanks voor dierlijke mest;
- de beperking van het op of in de bodem brengen van meststoffen overeenkomstig de goede landbouwpraktijken en rekening houdend met de kenmerken van de betrokken kwetsbare zone. De maatregelen moeten waarborgen dat de elk jaar op of in de bodem ingebrachte hoeveelheid dierlijke mest, een bepaalde hoeveelheid per ha niet overschrijden (210 kg N/ha tot 1999, 170 kg N/ha nadien). Een uitzondering op deze regel kan worden toegestaan op basis van objectieve criteria.
- de code van goede landbouwpraktijk, met uitzondering van de maatregelen die vervangen zijn door de drie bovenstaande.

De lidstaten moeten een code van goede landbouwpraktijk opstellen die maatregelen omvat in verband met:

- de periodes die niet geschikt zijn voor het op of in de bodem brengen van een meststof;
- het op of in de bodem brengen van een meststof op steile hellingen;
- het op of in de bodem brengen van een meststof op drassig, ondergelopen, bevroren of met sneeuw bedekt land;
- de voorwaarden voor het op of in de bodem brengen van een meststof in de nabijheid van waterlopen;
- de capaciteit en bouw van opslagtanks voor dierlijke mest, inclusief maatregelen ter voorkoming van waterverontreiniging veroorzaakt door het wegstromen en weglekken in grond- en oppervlaktewater van vloeistoffen die dierlijke mest en afvalwater van opgeslagen plantaardig materiaal zoals kuilvoeder bevatten;
- methoden voor het op of in de bodem brengen van zowel kunstmest als dierlijke mest, inclusief hoeveelheid en gelijkmatigheid van de verspreiding, waarmee de afvoer van nutriënten naar het water op een aanvaardbaar niveau wordt gehouden;
- landbeheer, inclusief de toepassing van vruchtwisseling en de verhouding tussen de arealen voor meerjarige culturen en die voor wisselbouw;
- het behouden van een minimum aan vegetatie in (regen)periodes die de stikstof welke anders nitraatverontreiniging van het water zou kunnen veroorzaken aan de bodem onttrekt;
- het opstellen van een bemestingsplan voor ieder landbouwbedrijf en het bijhouden van een meststoffenboekhouding;
- het voorkomen van waterverontreiniging die het gevolg is van af- en uitspoeling in irrigatiesystemen tot onder het wortelstelsel van de gewassen.

In welke mate deze richtlijn met succes in Vlaanderen en België inwerking gesteld is, zie 2.7 | Evaluatie en maatregelen.

### ***De kaderrichtlijn Water***

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW), 2000/60/EG, vereist dat de lidstaten de biologische en fysisch-chemische toestand van hun oppervlaktewateren opvolgen en beoordelen. Dit raakt dus ook aan de beoogde nutriëntenconcentraties voor stikstof en fosfor in het oppervlaktewater in landbouwgebied.

Anno (september) 2006 is in Vlaanderen voor alle relevante kwaliteitselementen een beoordelingssysteem ontwikkeld voor de meeste categorieën. Aansluitend op de biologische monitoring dienen de 'biologie ondersteunende' fysisch-chemische parameters gemeten te worden: opgeloste zuurstof, watertemperatuur, pH, chloride, nutriënten, zwevende stoffen. Samen met de gevaarlijke stoffen waarvoor geen Europese norm bestaat, bepalen al die elementen samen of de *goede ecologische toestand* gehaald wordt. Eveneens van groot belang voor de biologische potenties is de hydromorfologie (bv. kwantiteit en dynamiek van de waterstroming, variaties in rivierdiepte en -breedte ...).

Voor het evalueren van de *chemische toestand* worden de Europese normen getoetst voor de 'prioritaire' stoffen (stoffen bijlage X van de KRW) en enkele 'relevante specifieke verontreinigende stoffen' (bijlage VIII van de KRW). Beide groepen omvatten stoffen die gevaarlijk zijn voor het aquatisch milieu. Onder de prioritaire stoffen bevinden zich heel wat hormoonverstorende stoffen.

De ultieme doelstelling voor het jaar 2015 van de KRW is het bereiken van de *goede oppervlaktewatertoestand*. Daartoe moet zowel de goede ecologische als de goede chemische toestand gehaald worden. Deze richtlijn is dus de motor voor de ontwikkeling van nieuwe normen, gedifferentieerd naar plaats en functie.

Om de omvang van de belasting waaraan oppervlaktewaterlichamen onderhevig zijn, te beoordelen, moeten de lidstaten voor zover nodig de kwaliteitselementen monitoren die een aanwijzing geven van de belasting op het waterlichaam. De Vlaamse Regering dient in uitvoering van de KRW en het Decreet Integraal Waterbeleid de monitoringprogramma's vast te stellen tegen uiterlijk 22 december 2006.

Voor meer informatie: zie Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater

## 7 | Beleid in Vlaanderen

### ***Historiek Vlaams mestbeleid: mestdecreet 1991, MAP 1, 2 en 2bis, mestdecreet 2006***

Het Mestdecreet (decreet inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen) van 23 januari 1991 had voornamelijk de bedoeling de regionale mestoverschotten te transporteren van overschotgebieden naar gebieden met afzetmogelijkheden. Tegelijk werden voor de beginfase algemene hoge bemestingsnormen vastgelegd zodat er, op het niveau van het Vlaamse Gewest, geen dierlijke mestoverschotten ontstonden. Deze algemene bemestingsnormen waren niet teeltspecifiek noch gebiedsgericht en maakten geen onderscheid tussen invulling via chemische of dierlijke mest. Daarnaast werden regelingen uitgewerkt voor de transporten van mestoverschotten, mestuitrijbepalingen ingesteld en een heffingensysteem op mestoverschotten ingevoerd. Daarbij werd, binnen de Vlaamse Landmaatschappij (VLM), de Mestbank opgericht.

Eind 1995 kwam het MAP 1 in werking, in feite een decreetwijziging aan het Mestdecreet. De nieuwe doelstelling was (en is) een duurzame evenwichtstoestand inzake de aan- en afvoer van nutriënten in Vlaanderen in het jaar 2002. Samengevat kwam het er op neer dat de bemestingsnormen gefaseerd verstrengd werden. Er werden indicatieve eindbemestingsnormen vastgelegd, te behalen in 2002, behalve in kwetsbare gebieden waar onmiddellijk strengere normen van kracht werden. Voorts werd het noodzakelijk geacht de mestproductie in Vlaanderen constant te houden op het niveau van 1992. Aan de veeteeltsector werd de nodige tijd gegeven tot 2002 om een vermindering van de mestoverschotten te realiseren: via bron- (voedertechnieken), effectgerichte alternatieven (mestverwerking) of vermindering van het aantal dieren door natuurlijke of versnelde afvloei. Een evaluatie (1998) legde de ecologisch verantwoorde onttrekkingsnorm (eindbemestingsnorm), die in 2002 moet worden gehaald, vast.

Het MAP 2, een radicale breuk ten opzichte van MAP1, werd goedgekeurd in het Vlaams Parlement op 29/4/1999. Bij de goedkeuring in het Vlaams Parlement van het MAP 2 werd decretaal vastgelegd dat MAP 2 slechts in werking trad op het moment dat de Europese

Commissie haar zegen gaf over de eraan gekoppelde vergoedingsregeling (beheerovereenkomsten). In MAP 2 worden de bemestingsnormen gefaseerd tot 2003 aangepast. Daarnaast wordt de nitraatresiduwaarde ingevoerd. Het principe is dat de hoeveelheid minerale stikstof in het najaar aanwezig in het bodemprofiel (de stikstofresiduwaarde) niet hoger mag zijn dan de doelstelling (50 mg nitraat per liter). Verder wordt een tijdelijke maar absolute blokkering van de veestapel ingevoerd: tot 2005 wordt de nutriëntenhalte ingevoerd. Het gebiedsgericht vergunningenbeleid werd afgeschaft. Mestverwerkingstechnieken die dierlijke mest omzetten tot exporteerbare producten en onschadelijke emissies moeten ten minste de helft van de mestoverschotten in Vlaanderen verwerken. Verder wordt via de aanpak aan de bron de nutriëntenuitstoot via dierlijke productie gereduceerd en wordt via oordeelkundige bemesting (code van goede landbouwpraktijk) de toepassing van meststoffen op het land beter afgestemd op de behoeften van de planten. Ten slotte worden verschillende systemen van nutriëntenbalansen voorzien. Een nutriëntenbalans geeft weer hoeveel nutriënten door een bepaald bedrijf (of perceel of dier) gebruikt worden en hoeveel er het bedrijf (perceel, dier) weer verlaten.

Het MAP2bis was de opvolger van het MAP2 en werd op 26 februari 2000 door het Vlaams Parlement goedgekeurd. Het MAP2bis bepaalde dat MAP2 in voege trad met terugwerkende kracht tot 1 januari 2000 zonder te wachten op de goedkeuring van de vergoedingen. Andere veranderingen aan MAP 2 waren de halvering van de heffingen op de productie van dierlijke mest en enkele verduidelijkingen van administratieve bepalingen.

Voor de afbouw van de veestapel was tussen 2001 en 2004 het stopzettingsdecreet van kracht. Dit decreet heeft tot doel de vrijwillige stopzetting van bestaande veeteeltinrichtingen. Daartoe kan de Vlaamse overheid vergunde veeligplaatsen uitkopen. In 2001 en 2002 is deze maatregel toegepast voor varkenshouderijen. In 2003 en 2004 werd het uitgebreid tot pluimveehouderijen en rundveebedrijven.

In 2003 werd het Mestdecreet vier maal gewijzigd. In een eerste wijziging op 7 februari 2003 werd een uitzondering op de bemestingsnormen in kwetsbare gebieden water ingeschreven voor bepaalde teelten met een lang groeiseizoen en een hoge stikstofopname zoals grasland, suikerbieten en spruitkool. Van de Europese Commissie werd nog geen toestemming bekomen om deze uitzondering toe te staan. In de wijziging van 28 maart 2003 werd het samenvoegen en verplaatsen van landbouwbedrijven onder bepaalde voorwaarden weer toegelaten. Sinds 1996 was het immers onmogelijk om een veeteeltbedrijf uit te breiden. Iedere nieuwe samenvoeging zal gepaard gaan met een inkorting van 25 % van de milieuvergunning. Verplaatsingen kunnen enkel indien de vergunning op de eerste locatie wordt ingetrokken. De eindbemestingsnormen voor grasland werden bepaald op 450 kg N/ha en de uitrijperiode wordt met zes dagen verkort van 21 tot 15 september. In de wijziging van 12 december 2003 werd de regeling die bepaalde bedrijven verplicht hun mestoverschotten te verwerken, versoepeld en verlengd tot 2007. Tegelijk wordt voor de periode van 2001 tot eind 2006 uitstel verleend van de superheffing aan elke producent die de milieuvergunning en de bouwvergunning voor een mestverwerkingsinstallatie heeft bekomen evenals aan elke producent die met een vergunde mestverwerkingsinstallatie een contract heeft afgesloten. Het uitstel geldt vanaf het kalenderjaar van de goedkeuring van de milieuvergunning tot moment van het verwerken en met een maximum van twee jaar. Hierdoor wil men voorkomen dat bedrijven die inspanningen doen voor het realiseren van hun mestverwerkingsplicht, zowel de superheffing zouden moeten betalen en de investeringskost voor de mestverwerking. De decreetswijzigingen voorzien ook de mogelijkheid tot het afsluiten van een beheersovereenkomst "mestverwerking" die als doelstelling moet hebben een bepaalde hoeveelheid mest te verwerken en het realiseren van de milieudoelstellingen. Deze beheersovereenkomst moet voor eind 2004 worden afgesloten.

Naar aanleiding van de vorming van een nieuwe Vlaamse regering in juli 2004 werd in het regeerakkoord opgenomen dat er tijdens deze legislatuur zal gewerkt worden aan een sterke vereenvoudiging van het mestdecreet. Ook de Stuurgroep Vlaamse mestproblematiek pleit hiervoor in zijn aanbevelingen naar aanleiding van de opmaak van het Voortgangsrapport Mestbank (VLM, 2004).

Het Europese Hof van Justitie veroordeelde België voor een gebrekkige omzetting van de Nitraatrichtlijn in de gewestelijke milieuwetgeving in haar arrest van 22 september 2005. Die *veroordeling* en de onvoldoende kwaliteit in oppervlakte- en grondwater, zette de Vlaamse Regering aan om nieuwe maatregelen te ontwikkelen. Het mestdecreet van 22 december 2006 heet voluit het decreet houdende de bescherming van water tegen de verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Het decreet flexibiliseert en biedt groeikansen voor bedrijven, maar stelt tegelijk strengere normen voor bemesting. De hoofdlijnen in het decreet zijn:

- Vlaanderen wordt volledig kwetsbaar gebied zodat er maximaal 170 kg N/ha uit dierlijke mest mag uitgereden worden op land. In november 2007 is een derogatie goedgekeurd door de EC, die hogere bemesting toelaat in bepaalde teeltcombinaties.
- De mestproductie van melkvee wordt bepaald in functie van de melkproductie. Dit houdt mogelijkheden om een efficiënt nutriëntenbeheer te stimuleren.
- De nutriëntenhalte wordt omgezet in nutriëntenemissierechten (NER), uitgedrukt in aantal dieren. De veehouder kan dan zijn huidige veestapel 'omzetten' naar een andere diersoort.
- De mestverwerkingsplicht wordt gebaseerd op het bedrijfsoverschot uitgedrukt in stikstof.
- Alle vergunningsbepalingen zijn gebannen, waardoor de link tussen mestbeleid en milieuvergunningen verloren gaat. Ook de bevoegdheid van de Mestbank voor het toezicht op de milieuvergunningen wordt afgeschaft.
- Er kunnen waterkwaliteitsgroepen worden opgericht per zone van de Vlaamse Hydrologische Atlas, die onder begeleiding van de Mestbank samenwerken aan een verbetering van de waterkwaliteit. De kwetsbaarheid zal om de twee jaar worden geëvalueerd.
- Het toezicht en de handhaving op het terrein zullen belangrijker worden dan vroeger. Belangrijk is dat eerst sensibiliserend tewerk zal gegaan worden: eerst via een bestuurlijke aanmaning, dan administratieve geldboete die verdubbeld wordt ingeval van herhaling.
- Uitbreiding van veebedrijven is mogelijk mits bewezen mestverwerking en voldoende mestverwerking in het Vlaamse gewest.
- De verplichte lange afstandstransporten voor mestspreading zijn afgeschaft.

Voor de actuele versie van het mestdecreet, zie [www.mestbank.be](http://www.mestbank.be).

### ***Instrumenten van het huidige mestbeleid***

Heel Vlaanderen is aangeduid als kwetsbaar gebied. Dit wil zeggen dat de algemene bemestingnorm voor stikstof 170 kg N/ha is. Dit is meer dan een verdubbeling van de oppervlakte ten opzichte van het decreet van 2002. De fosfaatbemestingnormen worden stapsgewijs verlaagd tot 1/1/2009. Daarentegen is een derogatie op de bemestingsnormen mogelijk op de combinatieteelten gras-maïs (tot 250 kg N/ha) en wintergraan-gras, gras-bieten (tot 200 kg N/ha). Op de percelen met derogatie dient de bemestingstoestand en het nitraatresidu strikt opgevolgd worden. Het mestdecreet omvat bepalingen over de periode wanneer mest kan uitgereden worden.

Om een economische dynamiek in de veeteelt te behouden wordt aan elke veeteler een nutriëntenemissierecht (NER) verleent. Deze NER's zijn verhandelbaar vanaf 1/1/2008. De nutriëntenhalte vervalst. De groei van de veestapel op een bedrijf is mogelijk mits bewezen mestverwerking op het bedrijf en mits voldoende mestverwerking in Vlaanderen. De bijkomende mestproductie dient allemaal verwerkt te worden.

Brongerichte maatregelen bestaan enerzijds uit verlaagde nutriënteninhoud van de veevoeders, aangepaste voedertechnieken en beredeneerd voederen en anderzijds uit instrumenten voor de afbouw van de veestapel.

Om aanpassingen in de bedrijfsvoering te stimuleren kunnen nutriëntenbalansen op het niveau van het bedrijf, de bodem en het dier gebruikt worden. Het doel daarvan is de nutriëntenefficiëntie te verbeteren en bijgevolg het verlies naar de milieucompartmenten (bodem, lucht, water) te verminderen door te streven naar een zo klein mogelijk verschil tussen invoer en uitvoer in de balans. Door met deze balansen te werken krijgt de landbouwer inzicht in de in- en uitgaande stromen van dier, bedrijf en bodem en werkt hij aan bedrijfsinterne milieuzorg. De nutriëntenbalansen werken voornamelijk voorlichtend en responsabiliserend. Momenteel is voorzien in een systeem van mestuitscheidingsbalansen. De mestuitscheidingsbalans geeft de nutriëntenefficiëntie ter hoogte van de dierlijke productie weer (aanpak aan de bron). De bedrijfsbalans (nutriëntenbalans op bedrijfsniveau) kan als een sensibiliseringsinstrument gebruikt worden om de verliezen op bedrijfsniveau te verminderen en aanpassingen in de bedrijfsvoering te stimuleren.

Om de oordeelkundige bemesting te regelen is een mestuitrijregeling van kracht. Daarnaast gelden bemestingsnormen die de maximale hoeveelheid dierlijke mest en kunstmest bepalen die per ha landbouwgrond mag toegediend worden, gedifferentieerd naar teelt. De fosfaatbemestingsnormen worden stapsgewijs verlaagd tot 1/1/2009.

Het mestbeleid heeft tot doel de verliezen van stikstof uit landbouwgronden te beperken tot een verontreinigingsniveau van maximaal 50 mg nitraat per liter in grond- en oppervlaktewater. Daartoe is vastgelegd dat het nitraatresidu in de bodem tot 90 cm diep in het najaar niet meer mag bedragen dan 90 kg NO<sub>3</sub>-N/ha. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat het nitraatresidu in de bodem tot 90 cm diep in het najaar niet meer mag bedragen dan de in Tabel 10 vermelde maxima om te voldoen aan de grenswaarde van 50 mg nitraat per liter. Tegen 1 januari 2009 stelt de overheid nieuwe grenswaarde op voor het nitraatresidu. Er worden jaarlijks risicogebieden afgebakend, waarbinnen controles op het nitraat residu zullen uitgevoerd worden door de overheid.

De basisheffing op mestgebruik is afgeschaft, alsook de superheffing op mestoverschot en onvoldoende mestverwerking. In de plaats komt een systeem van administratieve boetes om de landbouwer te responsabiliseren.

De verwerking van mestoverschotten heeft een belangrijke plaats in het huidige mestbeleid. Daartoe dient vooral de verwerking van varkens- en pluimveemest uitgebouwd te worden. Het zijn immers grondloze bedrijven die deze dieren kweken, met amper eigen afzetmogelijkheden. In het MAP 3 is mestverwerking verplicht indien een landbouwbedrijf wil uitbreiden.

### ***Emissies naar de lucht***

Het beleid in Vlaanderen is afgestemd op internationale protocols en emissiereductiedoelstellingen inzake NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> (UNECE). Het Vlaamse luchtbeleid terzake is samengebracht onder de noemer NEC-reductieprogramma op [www.vlaanderen.be/lucht](http://www.vlaanderen.be/lucht). Voor een overzicht van deze protocols wordt verwezen naar het MIRA Achtergronddocument Verzuring, deel Indicatoren hoofdstuk 1.2.2 p. 19.

### ***Emissies naar het oppervlaktewater***

Om eutrofiëring te voorkomen werden basiskwaliteitsnormen voor oppervlaktewater geformuleerd in Vlare (zie titel 5 | Indicatoren voor milieukwaliteit in water en MIRA Achtergronddocument Kwaliteit oppervlaktewater). In de EG-nitraatrichtlijn worden kwaliteitsnormen inzake nitraat voor grond- en oppervlaktewater geformuleerd, namelijk een grenswaarde van 11,3 mg N/l (50 mg nitraat/l) en een richtwaarde van 5,6 mg N/l (25 mg nitraat/l). Mede op basis van de deze doelstellingen wordt het beleid inzake de emissies van industrie en rioolwaterzuiveringstations (RWZI) afgestemd (vergunningenbeleid, beleid stedelijk afvalwater). Met het oog op de beperking van de diffuse verontreiniging vanuit de landbouwactiviteit, werden de normen van de EG-nitraatrichtlijn ingebouwd in het voorgestelde mestbeleid (zie hoger). In kader van het Noordzee actieprogramma ter bescherming van de kustwateren tegen eutrofiëring werd wel afgesproken tegen 1995 de



stikstof- en fosforvrucht met 50 % te verminderen ten opzichte van het referentiejaar 1985. Dit reductiepercentage werd nog niet bereikt.

De uitvoering van de Europese richtlijn inzake de zuivering van stedelijk afvalwater (91/271/EEG) impliceert dat alle verstedelijkte woonkernen (agglomeraties) voorzien worden van een rioleringsstelsel (opvangstelsel) en bijhorende zuivering. Het stedelijke afvalwater van woonkernen met meer dan 2 000 inwoners-equivalenten moet tegen uiterlijk 31 december 2005 een secundaire behandeling (zuivering) ondergaan. De overige woonkernen dienen ten minste een primaire zuivering of toereikende zuivering te ondergaan. Waar geen opvangstelsel wordt uitgebouwd moet het afvalwater een toereikende individuele zuivering ondergaan.

De Europese Kaderrichtlijn Water geeft voor de toekomstige beleidsontwikkelingen het kader aan. In dit verband zal ook aan nieuwe waterkwaliteitsnormen gewerkt worden voor de sturing van het emissiereductiebeleid. Zie ook MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.

# Indicatoren

## 1 | Stikstofstromen in Vlaanderen

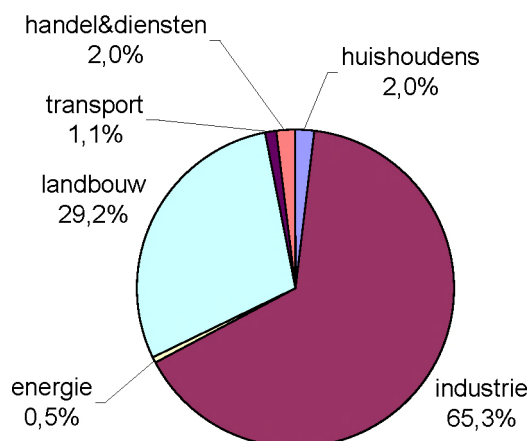
Een overzicht van de stikstofstromen doorheen Vlaanderen kan als activiteitsindicator beschouwd worden voor het thema vermesting. Bij de verwerking van stikstofhoudende goederen en productieprocessen in de Vlaamse economie en huishoudens treden stikstofverliezen of -emissies op naar lucht, water en bodem. De stikstofstromen in Vlaanderen geven dus aan waar stikstofverliezen kunnen optreden, maar zijn zelf geen maat voor deze stikstofemissie. De effectieve omvang van de emissie is natuurlijk niet alleen afhankelijk van de omvang van de stikstofstroom doorheen een sector maar ook van de gebruikte productieprocessen. Dat hangt dus af van de stikstofefficiëntie van het productieproces.

Op basis van het onderzoek van Briffaerts & Wouters (2002) is een kwantitatieve voorstelling mogelijk van de stikstofstromen in Vlaanderen voor het jaar 1997. De methode is gebaseerd op een stofboekhouding en een statische stofstroomanalyse (Briffaerts & Wouters, 2002). In de stofboekhouding werd alle beschikbare kennis over stikstofstromen opgenomen en gestructureerd per economische activiteit en milieucompartiment. De onderlinge verbanden werden gelegd door middel van onderlinge stromen tussen sectoren en milieucompartimenten. In de stofstroomanalyse worden alle onderlinge verbanden in evenwicht gebracht. Daartoe wordt per sector of deelsector een balans opgesteld, waar stikstofaan- en afvoer in evenwicht moeten zijn. Door middel van evenwichtvergelijkingen die verbanden tussen sectoren in de economie en emissies in het milieu leggen, is het mogelijk deze hiaten in te schatten. Deze stap heet statische stofstroomanalyse en is dus een gemodelleerd resultaat. Het gros van de cijfers in de stofboekhouding is gebaseerd op eerder studiewerk van Viaene et al (1997).

Uit Figuur 3 blijkt dat de industrie en de landbouw de grootste stikstofstromen veroorzaken. Het gaat hier dus niet over stikstofemissies. Niet elke stikstofstroom leidt tot verliezen. Bv. de aankoop van veevoeder is een stikstofstroom van de veevoedernijverheid (industrie) naar de landbouw en leidt voor droge veevoeding nagenoeg niet tot stikstofverliezen.

Wanneer deze cijfers worden vergeleken met de indicator vermestende emissie voor het jaar 1997, kan hieruit een stikstofefficiëntie bepaalt worden, als verhouding van de stikstofstroom tot de stikstofemissie.

*Figuur 3: Aandeel van de doelgroepen in de stikstofstromen in Vlaanderen, volgens statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997)*



| sector            | subsector/proces       | stikstofstroom<br>(miljoen kg) | aandeel t.o.v. totaal<br>Vlaanderen (%) |
|-------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| huishoudens       | voeding & producten    | 38                             | 2,0                                     |
|                   | verbrandingsprocessen  | 2                              |                                         |
| subtotaal         |                        | 40                             |                                         |
| industrie         | veevoederindustrie     | 187                            | 65,3                                    |
|                   | voedingsindustrie      | 134                            |                                         |
|                   | chemische productie    | 986                            |                                         |
|                   | verbrandingsprocessen  | 7                              |                                         |
| subtotaal         |                        | 1314                           |                                         |
| energie           | verbrandingsprocessen  | 9                              | 0,5                                     |
| landbouw          | dierlijke productie    | 281                            | 29,2                                    |
|                   | plantaardige productie | 304                            |                                         |
|                   | verbrandingsprocessen  | 2                              |                                         |
| subtotaal         |                        | 587                            |                                         |
| transport         | verbrandingsprocessen  | 21                             | 1,1                                     |
| handel&diensten   | verbrandingsprocessen  | 1                              | 2,0                                     |
|                   | afvalwaterzuivering    | 16                             |                                         |
|                   | afvalverwerking        | 24                             |                                         |
| subtotaal         |                        | 41                             |                                         |
| totaal Vlaanderen |                        | 2013                           | 100                                     |

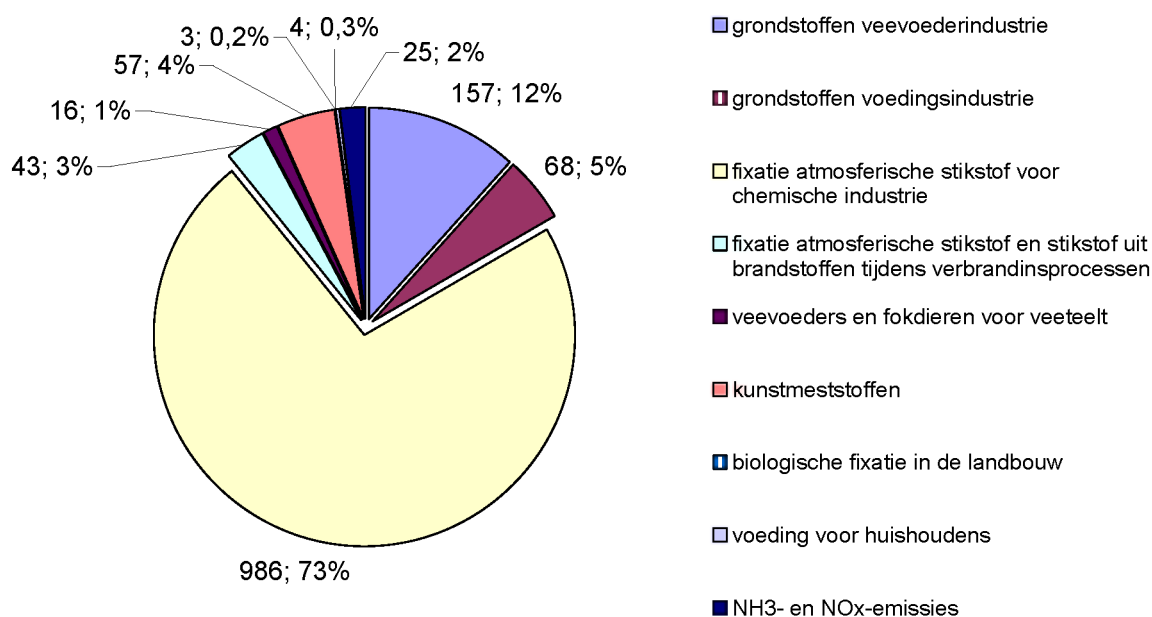
Bron: Briffaerts & Wouters (2002), bewerkt volgens MIRA-sectorindeling

Op basis van de statische stofstroomanalyse is het ook mogelijk om de in- en uitvoer van stikstof te berekenen. In Figuur 4 en Figuur 5 geven we de gemodelleerde in- en uitvoerstromen uit Vlaanderen voor het jaar 1997. Vlaanderen wordt gedefinieerd als de Vlaamse economie en het Vlaamse milieu. Omdat bij de uitvoer ook een post tijdelijke accumulatie in het Vlaamse milieu is opgenomen, zijn in- en uitvoer in evenwicht. Dit is natuurlijk een arbitraire definitie, maar noodzakelijk om de onvoldoende gekende post emissie naar het milieu te begroten op basis van een balans.

In 1997 is in Vlaanderen 1359 miljoen kg N ingevoerd onder diverse vormen (Figuur 4). Het gros van deze invoer (95 %) diende voor verwerking in de economie (landbouw, chemische nijverheid, voedingsindustrie). Daarnaast was 5 % van de ingevoerde stikstof onder vorm van

stikstoffixatie door verbrandingsprocessen en invoer van buitenlandse emissies. Het gros van de invoer betreft de fixatie van atmosferische stikstof door de chemische industrie: 986 miljoen kg. Daarvan wordt 587 miljoen kg aangewend in de aanmaak van kunstmeststoffen. 375 miljoen kg wordt aangewend in de aanmaak van andere chemische producten. Tweede belangrijkste invoerstroom is de grondstoffen voor veevoeder: 157 miljoen kg N of 12 % van de invoerstroom. De invoer van  $\text{NH}_3$ - en  $\text{NO}_x$ -emissies betreft de grensoverschrijdende emissies, ontstaan buiten Vlaanderen, die binnen Vlaanderen tot depositie leiden.

*Figuur 4: Invoer van stikstof (miljoen kg N; %) in Vlaanderen volgens een statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997)*

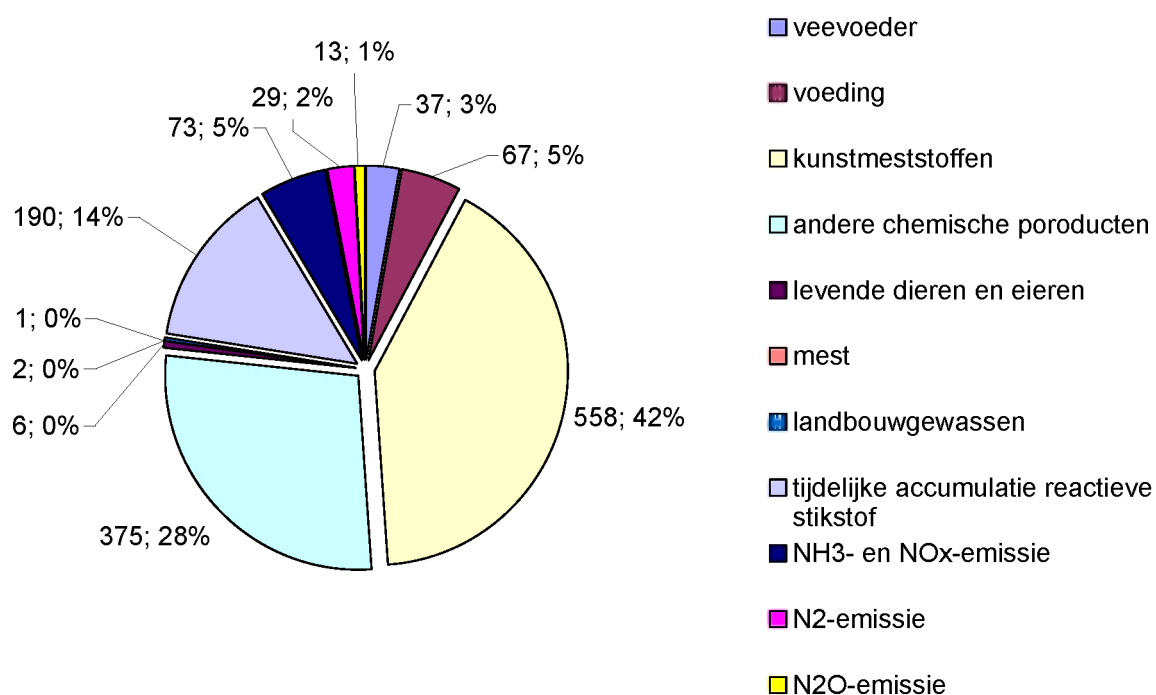


Bron: Briffaerts & Wouters (2002)

In 1997 werd 1358 miljoen kg stikstof uitgevoerd uit de Vlaamse economie en het Vlaamse milieu (Figuur 5). De uitvoer bevat de post tijdelijke accumulatie van reactieve stikstof. Dit omvat allerlei N-emissies, die volgens de beschikbare informatie verdwijnen uit het economische systeem. Ze omvatten nitraatlozingen naar het oppervlaktewater, de stikstofstroom naar stortplaatsen, de atmosferische depositie van stikstof op niet-landbouw areaal en de niet-toewijsbare N-verliezen ter hoogte van de plantaardige productie. De uiteindelijke bestemming van deze emissies is niet exact te bepalen, omdat deze stikstof zowel omgezet kan in andere reactieve stikstofvormen als in het chemisch inerte  $\text{N}_2$ -gas.

Na de uitvoer van kunstmest en andere chemische producten is de emissie van N-verbindingen de belangrijkste uitvoer. Deze laatste omvat de vier laatste posten in Figuur 5. De emissies van  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$  betreft grensoverschrijdende emissies die buiten Vlaanderen neerslaan. De emissie van  $\text{N}_2$  en  $\text{N}_2\text{O}$  zijn emissies in Vlaanderen die in de oneindige wereldwijde pool van inerte stikstofverbindingen terecht komen.  $\text{N}_2\text{O}$  wordt hier ook beschouwd als inert: deze verbinding heeft een verblijftijd van 114 jaar in de atmosfeer. Daarom worden ze bij de uitvoer uit Vlaanderen gerekend.

*Figuur 5: Uitvoer van stikstof (miljoen kg N; %) uit Vlaanderen volgens een statische stofstroomanalyse (Vlaanderen, 1997)*



Bron: Briffaerts & Wouters (2002)

Voor een overzicht van de oorsprong van de diverse emissies wordt verwezen naar de indicator vermestende emissie.

## 2 | Indicatoren voor milieudruk vanuit de landbouw

Landbouw speelt een belangrijke rol in de vermessing (overmatige toevoer van nutriënten) van het milieu door de emissie van de nutriënten N en P en in mindere mate van K. De hoeveelheid uitstoot wordt geschat aan de hand van de balans van de hoeveelheden nutriënten die het landbouwsysteem binnenkomen min de hoeveelheden die als marktbaar product het systeem verlaten. Primordiaal hierbij is een precieze afbakening van het landbouwsysteem en het natuurlijke systeem. Gelet op het biologische karakter van de landbouwproductie is het landbouwsysteem niet volledig extern aan het natuurlijk systeem. De bodem is het belangrijkste knelpunt bij het opstellen van een nutriëntenbalans. Opslag van nutriënten in de bodem is mogelijk, doch wanneer deze slechts tijdelijk is en binnen de jaarlijkse cyclus van gewasgroei terug ter beschikking komt van de plantaardige productie, kan hij als een interne stroom binnen het landbouwsysteem beschouwd worden. Het netto overschot van nutriënten ten opzichte van de gewasbehoeften, berekend op jaarbasis, wordt echter wel beschouwd als een bron voor potentiële milieuschade (OECD, 2001). Vandaar dat de nutriëntenbalans als een indicator van milieudruk opgesteld wordt aan de hand van de binnenkomende en uitgaande nutriëntenstromen op jaarbasis.

De emissie wordt berekend met de volgende balansvergelijking:

$$\Sigma \text{ uitstoot naar milieu} = \Sigma \text{ inputs} - \Sigma \text{ outputs naar andere economische actoren (sectoren en consumenten)}$$

### 2.1 | Overschot op de nutriëntenbalans van het landbouwsysteem

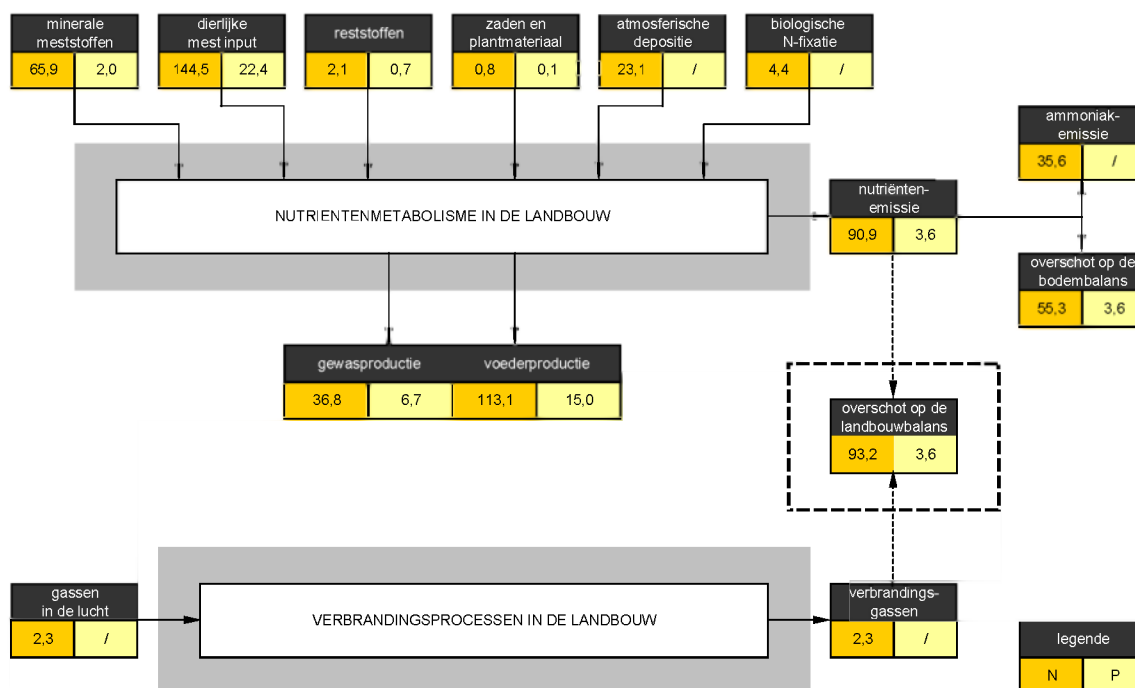
#### **Methode**

Voor de nutriëntenbalans van het landbouwsysteem is de afbakening vastgesteld op het geheel van de sector landbouw. Dit is dus breder dan enkel de landbouwbodem. Daarom omvat deze balans ook stikstofemissie ten gevolge van de verbranding van brandstoffen

In Figuur 6 wordt de volledige nutriëntenbalans van de landbouw weergegeven. Deze omvat naast de bodembalans (bovenste deel van de figuur), ook de verbrandingsprocessen in de landbouw (onderste deel van de figuur). In de bodembalans worden enkel de in- en outputs beschouwd die aan het nutriëntenmetabolisme via dierlijke en plantaardige productie zijn gebonden. Voor de uitbreiding van de bodembalans naar het gehele landbouwsysteem ontbreken hierin nog de NO<sub>x</sub>-emissies ten gevolge van verbrandingsprocessen omdat deze geen intrinsiek deel uitmaken van het nutriëntenmetabolisme, doch een rechtstreeks gevolg zijn van intermediair verbruik van brandstoffen. Deze nutriëntenstroom moet uiteraard wel meegenomen worden wanneer we de totale schadelijke stikstofemissie van de landbouw in beeld brengen.

Voor een meer uitgebreide beschrijving van de methode wordt verwezen naar het MIRA achtergronddocument Landbouw.

**Figuur 6: Nutriëntenbalans van de landbouwsector (miljoen kg, Vlaanderen, 2006)**



Bron: ILVO op basis van NIS, Mestbank, VMM en Vito.

Hierna worden de verschillende elementen van de landbouwbalans nader toegelicht.

### Minerale meststoffen

In 2006 is 65,9 miljoen kg N en 2 miljoen kg P onder vorm van kunstmest op de Vlaamse landbouwgrond gebracht, d.i. gemiddeld 106 kg N/ha en 3,1 kg P/ha. Sinds 1991 is het kunstmestgebruik met 40 % gedaald voor N en met 86 % voor P. Het kunstmestgebruik in de Vlaamse landbouw is besproken in het MIRA achtergronddocument Landbouw.

### Dierlijke mestinput

De dierlijke mestinput bestaat grotendeels uit de dierlijke mestproductie. De ammoniakemissie uit stallen en uit mestopslag wordt daarvan niet in mindering gebracht omdat het in eerste instantie de bedoeling is om de totale input van nutriënten in beeld te brengen. Met de mestverwerking en het saldo van mestimport en -export wordt wel rekening gehouden in de inkomende stroom van dierlijke mest, omdat deze geen aanleiding meer geven tot nutriëntenstromen binnen Vlaanderen:

$$\text{input dierlijke mest} = \text{productie dierlijke mest in Vlaanderen} + \text{import} - \text{export} - \text{mestverwerking}$$

In 2006 bedroeg de dierlijke mestproductie 154,8 miljoen kg N en 26,4 miljoen kg P, een daling met respectievelijk 15 % en 24 %. De import van dierlijke mest in Vlaanderen steeg van 433 ton N en 131 ton P in 1990, naar 3 miljoen kg N en 952 ton P in 2006. De som van mestexport en mestverwerking steeg echter nog veel sneller (vooral na 2000) van 1,2 miljoen kg N en 742 ton P in 1990, naar 13,3 miljoen kg N en 4,9 miljoen kg P (dus respectievelijk een verelf- en een verzevenvoudiging). De dierlijke mestinput daalde dus van 181 miljoen kg N in 1990 naar 144,5 miljoen kg N in 2006 (- 20 %) en van 34 miljoen kg P in 1990 naar 22,4 miljoen kg P in 2006 (- 34 %). De afname verloopt dus sneller dan bij de dierlijke mestproductie, als gevolg van de sneller toenemende mestverwerking en -export. Voor een bespreking van import, export en verwerking wordt verwezen naar deel 2.3 | Mestverwerking en export.

### *Verbruik reststoffen*

Naast organische mest van dierlijke oorsprong worden tevens andere organische meststoffen gebruikt in de landbouw. Deze zijn afkomstig van de meest uiteenlopende bronnen: afval en slib van de voedingsindustrie, slib van waterzuivering, GFT-compost, champost, enz. Meestal betreffen het afvalstoffen die recycleerbaar zijn via bemesting in de landbouw, vandaar ook de vaak voorkomende benaming 'reststoffen'. Het beschikbare cijfermateriaal over deze reststoffen loopt vaak sterk uiteen. Het is immers niet altijd duidelijk of de cijfers betrekking hebben op de productie van reststoffen of hun daadwerkelijk gebruik in de landbouw.

Cijfers over industrieel slib zijn afkomstig van OVAM (Slibplan 2000). Voor 1990-2001 is dit geschat op 1 miljoen kg N en 0,49 miljoen kg P, vanaf 2002 op 0,88 miljoen kg N en 0,43 miljoen kg P.

Cijfers over slib afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) zijn afkomstig van Aquafin. Vanaf 1/12/1999 (VLAREA) mag enkel nog RWZI-slib uitgereden worden onder strenge voorwaarden. De afzet van Aquafin-slib in de landbouw daalde daardoor van 608 ton N in 1998 tot 0 ton in 2000 en 2001. Nadien werd dit verbod opgeheven. In 2005 werd er 323 ton N en 146 ton P afgezet op landbouwgrond.

Gegevens over het gebruik van GFT en groencompost in de landbouw werden opgevraagd bij de Vlaamse Compost Organisatie (VLACO). In 1990 bedroeg de afzet in de landbouw van dit type organische mest 10 ton N, in 2005 is deze opgelopen tot 340 ton N en in 2006 opnieuw gedaald naar 253 ton N. Voor fosfor gaat het van nul, over 74 naar 55 ton P. Cijfers over de afzet van champost en ander organisch materiaal werden voor 1990-2004 overgenomen uit Viaene *et al.* (1999). Voor 2005 en 2006 worden ze op respectievelijk 738 en 227 ton N en 200 en 45 ton P geschat.

Het totale gebruik van organische meststoffen andere dan dierlijke bedraagt in 2006 dus 2,1 miljoen kg N en 0,73 miljoen kg P.

### *N-depositie*

De weersomstandigheden hebben een belangrijke invloed op de atmosferische N-depositie. De berekeningsmethode, de samenstelling en de spreiding van de N-depositie wordt besproken onder deel 6 | Indicatoren voor milieukwaliteit: depositie.

Er wordt uitgegaan van het feit dat de depositie over heel Vlaanderen een gelijke spreiding kent, hoewel er aanzienlijke geografische verschillen zijn. Toch is deze schatting bruikbaar voor balansen op regionaal niveau.

Voor 2006 werd een gemiddelde N-depositie van 36,9 kg N/ha in rekening gebracht en deze ligt 25 % onder het niveau van 1990. De totale input op het landbouwoppervlak wordt geschat op 23,1 miljoen kg N. De depositie van fosfor is minimaal en wordt verwaarloosd.

Een deel van de depositie is afkomstig van de uit de landbouw uitgestoten  $\text{NH}_3$  en stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ). Strikt gesproken zou men dit deel als een interne nutriëntenstroom binnen het landbouwsysteem kunnen beschouwen. Dit gebeurt niet om meerdere redenen:

- dit deel gaat in ieder geval eerst uit de landbouw om buiten de sector voor mogelijke nadelige gevolgen te zorgen;
- zelfs al zou in termen van impactanalyse abstractie kunnen gemaakt worden van de stromen heen en terug, dan nog blijft een expliciete vermelding nodig voor een coherente koppeling met andere emissie-, immissie, transmissie- en depositiemodellen en voor een doelgerichte response.



### N-fixatie

Voor wat stikstof betreft, vormt de biologische fixatie een bijkomende input op de nutriëntenbalans. De biologische stikstoffixatie omvat N-fixatie door symbiotische en door vrijlevende bacteriën. De symbiotische N-fixatie wordt berekend door het areaal geoogste vlinderbloemigen te vermenigvuldigen met N-fixatiecoëfficiënten, waar respectievelijk 125 kg/ha voor peulvruchten en klaver en 250 kg/ha voor luzerne aangenomen wordt door het MIRA-T 1998 (Vanongeval *et al.*, 1998). Voor gras-klaverweiden wordt dus een fixatie van 37,5 kg N/ha aangenomen. De N-fixatie door vrijlevende organismen wordt geraamd op 4 kg N/ha landbouwgewassen. Dit cijfer wordt bijkomend in rekening gebracht voor percelen waarop nateelten gezet worden. De totale input via biologische stikstoffixatie wordt in 2006 aldus geschat op 4,4 miljoen kg N.

### Gewasafvoer

Voor de gewassen is de nutriëntenafvoer berekend uit de arealen, de productie per hectare en de gemiddelde nutriëntengehaltes van de geoogste producten.

#### **Gewasafvoer = areaal x productiviteit x nutriëntengehalte**

waarbij areaal = arealen van de verschillende gewassen uit de 15-mei telling van de FOD Economie, gewogen aan de arealen aangegeven bij de Mestbank (ha)

productiviteit = hoeveelheid hoofd- en nevenproduct per hectare (ton/ha)

nutriëntengehalte = gehalte N of P in het gewas (kg/ton)

Gegevens over arealen zijn overgenomen uit de NIS-statistieken na omrekening aan de hand van de Mestbank gewasgroepen. Productiecijfers voor marktbaar gewassen en voedergrassen werden uit het boekhoudnet betrokken. In het rekenmodel van MIRA-T 2001 werd aangenomen dat graasweide, gemengde graas-maaiweiden en maaiweiden respectievelijk 11, 12 en 13 ton droge stof onttrekken. Later werd de grasopbrengst op basis van Campens & Lauwers (2002) verlaagd tot 8,85 ton/ha. Sinds MIRA-T 2006 wordt de opbrengst op 10 ton droge stof geschat.

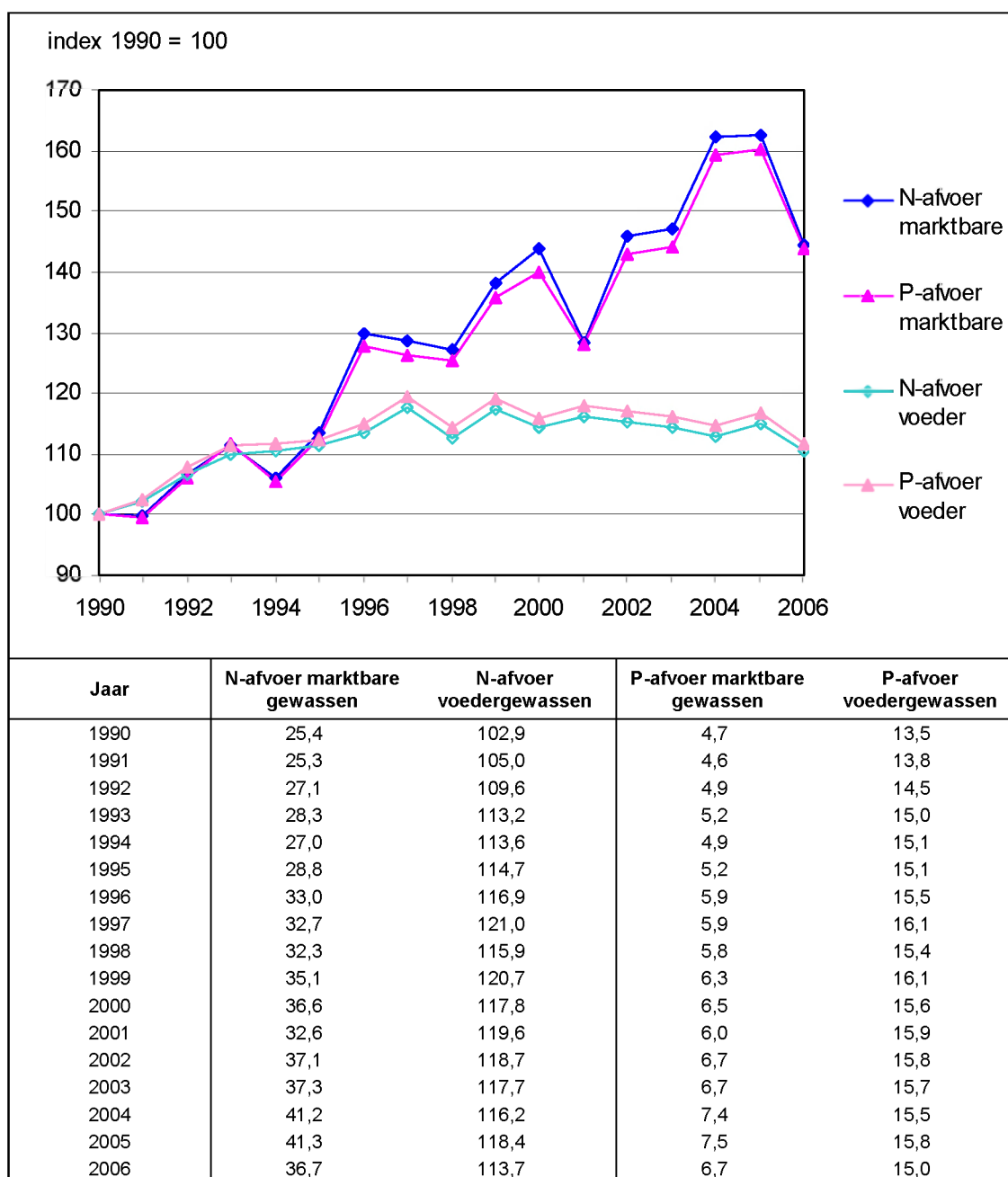
De nutriëntengehaltes zijn overgenomen van DSM Agro ([www.nutrinorm.be](http://www.nutrinorm.be)) en Campens & Lauwers (2002). Voor gewassen waarvoor geen gehalten gekend zijn, werden generieke nutriëntenafvoercoëfficiënten aangenomen: 147 kg N/ha en 26,5 kg P/ha.

Figuur toont aan dat de nutriëntenafvoer globaal gezien toeneemt en dit vooral voor de marktbaar gewassen. Bij marktbaar gewassen is er sprake van een areaaltoename van 14 % tussen 1990 en 2006. De productiviteit van de gronden is bovendien sterk gestegen, nl. met 45 % tussen 1990 en 2005. Voorts is de toename in de nutriëntenafvoer van de marktbaar gewassen te wijten aan een veranderende gewaskeuze, waarbij de huidige gewassen meer nutriënten opnemen. De nutriëntenafvoer via de voedergrassen nam de laatste jaren langzaam af, maar is in 2005 opnieuw lichtjes gestegen. Voor voedergrassen ligt de productiviteitsstijging iets lager (+ 27 %).

Technologische vooruitgang en areaaltoename leiden tot een toenemende afvoer van nutriënten. Bovendien kan omzetting van het ene gewastype naar het andere gewastype tot een verhoging van de afvoer leiden. Gras bv. heeft een zeer hoge N-inhoud, zodat de afvoer van een hectare grasland veel hoger ligt dan die van marktbaar gewassen (Figuur 7). Een beleid met invloed op verschuivingen naar gras kan aldus leiden tot een hogere nutriëntenefficiëntie.

In 2006 daalt de nutriëntenafvoer scherp, vooral bij de marktbaar gewassen. Dit o.w.v. de slechte oogst ten gevolge van de slechte weersomstandigheden. Enkele voorbeelden van de productiviteit van 2005 en 2006 bedroeg respectievelijk: 9,1 en 8,3 ton/ha voor wintertrawe; 71,4 en 68,4 ton/ha voor suikerbieten; 51,6 en 39,7 ton/ha voor aardappelen (Bintje) en 51 en 42 ton/ha voor voedermaïs. De totale gewasopbrengst in ton nam dan ook met 12 % af.

*Figuur 7: Relatieve en absolute (miljoen kg) evolutie van de stikstof- en fosforafvoer via marktbaar gewassen en voedergewassen (Vlaanderen, 1990-2006).*



*Tabel 1: Voorbeeld van gewasafvoer voor enkele teelten (Vlaanderen, 2005).*

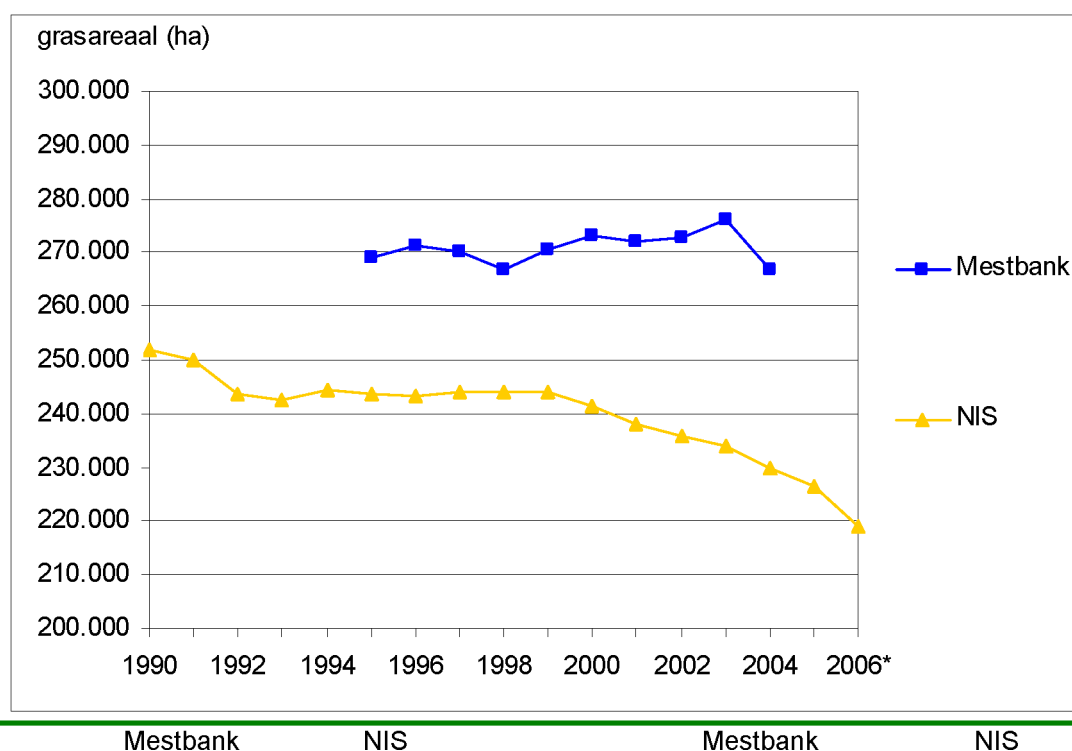
| gewas        | gemiddelde productie (ton droge stof/ha) | N-inhoud (kg/ton) | N-afvoer (kg/ha) | P-inhoud (kg/ton) | P-afvoer (kg/ha) |
|--------------|------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| gras         | 8,85                                     | 32                | 283,2            | 4,1               | 36,3             |
| tarwe        | 9,18                                     | 20,0              | 183,6            | 3,7               | 34,0             |
| suikerbieten | 71,4                                     | 1,8               | 128,4            | 0,4               | 28,5             |

Bron: ILVO - L&M.

### Grasland

In de berekening van de gewasafvoer door grasland, is gewerkt met de graslandarealen zoals geregistreerd door de Mestbank. Uit Figuur 8 blijkt dat er een groot verschil bestaat tussen het grasareaal geregistreerd bij de Mestbank en bij het NIS. Het areaal van de Mestbank blijft over de jaren heen ongeveer constant maar het grasareaal van het NIS kent sinds 1999 een gestage daling. Het verschil tussen beide arealen kan verklaard worden doordat landbouwers voor de mestbankregistratie ook arealen aangeven, die niet voor de professionele landbouw in gebruik zijn, om tot een maximale plaatsingsruimte van dierlijke mest te komen. Deze arealen komen dan niet voor in de NIS-tellingsgegevens.

*Figuur 8: Vergelijking van het graslandareaal geregistreerd bij de Mestbank en bij het NIS (Vlaanderen, 1990-2006).*



Bron NIS en Mestbank.

Omdat het totale landbouwareaal voor 36 % uit grasland bestaat en omdat grasland een grote hoeveelheid nutriënten (vooral N) per ha afvoert heeft een kleine verschuiving naar meer of minder grasland een grote invloed op de bodembalans. Tevens is het bepalen van de grasopbrengst een moeilijk gegeven omdat de wijze van uitbating van grasland sterk kan verschillen, van 100 % maaien tot 100 % beweiden, welke een grote invloed heeft op de productie. Zo zal een productieverhoging van het grasland (er wordt gerekend met een

grasproductie van 10 ton DS/ha) een grote invloed op de N-afvoer en dus ook op de bodembalans. Een stijging van de grasproductie van 1 ton DS/ha zou resulteren in een vermindering van 13,5 kg N/ha en 1,7 kg P/ha op de bodembalans.

### *Ammoniakemissie*

De N-emissie vanuit het nutriëntenmetabolisme gebeurt gedeeltelijk naar de bodem (overschot op de bodembalans), maar een belangrijk deel van de emissie gaat ook naar de lucht onder vorm van ammoniakvervluchtiging vanuit stallen en mestopslag en na bemesting op het land met dierlijke mest of kunstmest. De modellen die de NH<sub>3</sub>-emissie inschatten zijn in 2006 aangepast, zodat deze emissie nu hoger geschat wordt dan in vorige MIRA-rapporten. Meer informatie hierover is te vinden in het MIRA achtergronddocument Verzuring.

In 2006 bedroeg de totale NH<sub>3</sub>-emissie uit de landbouw 35,6 miljoen kg N, waarvan 20,3 uit stallen en mestopslag, 13,2 uit dierlijke mest na het opbrengen op de gronden en 2,1 uit kunstmestgebruik. In 1990 bedroeg de NH<sub>3</sub>-emissie nog 76,3 miljoen kg N. Tijdens de periode 1990-2006 vertoont de NH<sub>3</sub>-emissie uit dierlijke mest een opmerkelijke daling met 53 %. Sinds in 1991 de Europese nitraatrichtlijn van kracht werd, heeft Vlaanderen namelijk stelselmatig maatregelen genomen om de dierlijke mestproductie in te dijken en de schadelijke effecten te verminderen. De grootste daling van de ammoniakemissie kwam er in 2000 (- 32 % t.o.v. 1999) met het MAP2bis, dat de emissiearme toediening van mest verplicht stelde. Concreet moeten sindsdien alle ammoniakrijke meststoffen ofwel worden geïnjecteerd (of toegepast via de sleepslangtechniek), ofwel worden ingewerkt binnen de 4 uur op akkers of binnen de 2 uur op grasland. Meststoffen die arm zijn aan ammoniakale meststoffen moeten binnen de 24 uur worden ingewerkt (VLM, 2000). De dalende trend zet zich na 2000 verder, mede als gevolg van de inperking van de veestapel (die echter minder bijdraagt dan verwacht) en de toenemende efficiëntie van het vee (Vervaet et al., 2004a). Als gevolg van een dalend gebruik van kunstmest, is de overeenkomstige NH<sub>3</sub>-emissie eveneens dalend. De ammoniakemissie wordt verder besproken in het MIRA achtergronddocument Landbouw..

Als gevolg van een dalend gebruik van kunstmest, is de overeenkomstige NH<sub>3</sub>-emissie eveneens dalend.

### *Verbrandingsgassen*

De N<sub>2</sub>O en NO<sub>x</sub>-emissies ten gevolge van onvolledige nitrificatie en denitrificatie na bemesting zijn niet expliciet opgenomen in de nutriëntenbalans, aangezien deze N-stromen integraal vervat zitten in de mestinput op de balans. De NO<sub>x</sub>-emissies uit verbrandingsprocessen maken daarentegen geen deel uit van het nutriëntenmetabolisme, doch zijn een rechtstreeks gevolg van het brandstofgebruik in serres en voertuigen. Deze verbrandingsgassen vormen dus een bijkomend element op de nutriëntenbalans van het landbouwsysteem, naast de bodembalans.

In 2006 komen de NO<sub>x</sub>-emissies uit verbrandingsprocessen op 2,3 miljoen kg N. Sinds 1990 is de emissie van deze verbrandingsgassen met 12 % gedaald.

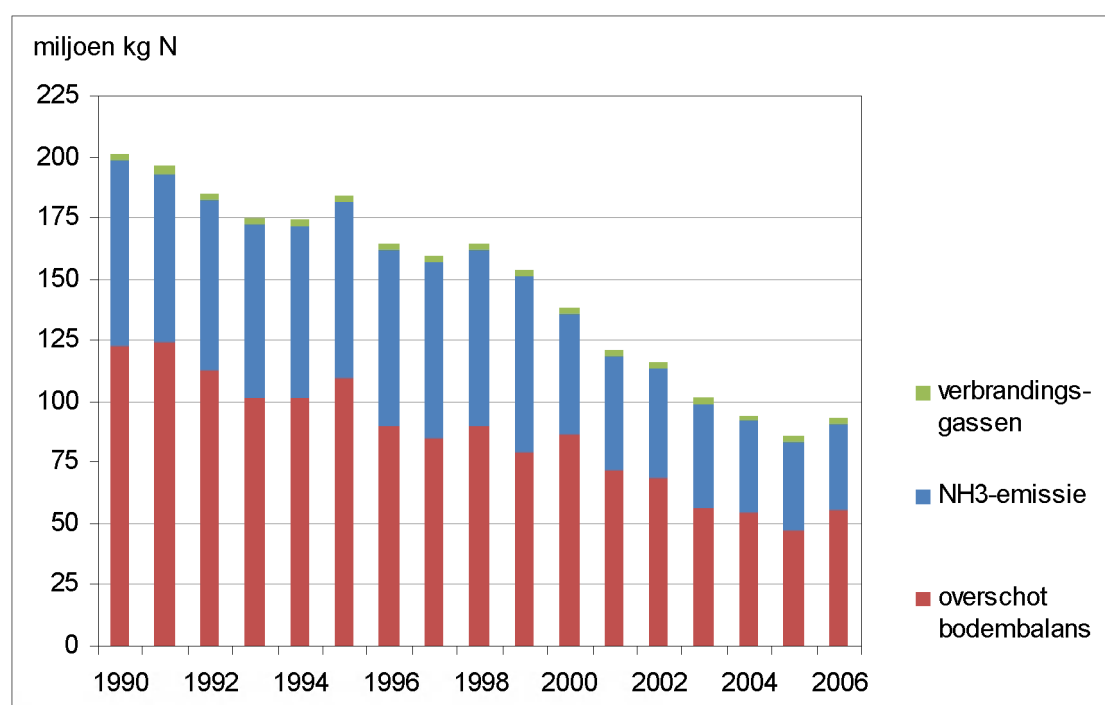
### ***Overschot op de landbouwbalans***

Dit overschot bedraagt 93,2 miljoen kg N in 2006. Het is sinds 1990 met 54 % gedaald. Het verloop van de landbouwbalans is gelijkaardig aan dat van de bodembalans. De laatste jaren maakt de ammoniakemissie uit mestopslag en bemesting een bijna even groot deel uit van het overschot op de *landbouwbalans* als het overschot op de *bodembalans*. De verbrandingsgassen maken in 2006 2,4 % uit van het overschot op de landbouwbalans.

Voor fosfor komt de bodembalans overeen met de landbouwbalans.

Het verloop van de belangrijkste elementen van de landbouwbalans voor stikstof is weergegeven in Figuur 9. Voor N maken de emissies naar de lucht immers een belangrijk deel uit van het overschot op de *landbouwbalans*, naast het overschot op de *bodembalans*.

Figuur 9: Overschot op de landbouwbalans voor stikstof (Vlaanderen, 1990-2006)



|                                | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| verbrandingsgassen             | 4,0   | 4,1   | 4,2   | 4,1   | 3,8   | 3,6   | 3,7   | 3,7   | 3,6   |
| ammoniakemissie                | 120,7 | 109,2 | 110,4 | 110,5 | 107,9 | 108,9 | 107,4 | 106,7 | 105,7 |
| overschot op de bodembalans    | 193,8 | 197,6 | 179,7 | 157,7 | 154,4 | 164,4 | 133,6 | 127,0 | 132,2 |
| overschot op de landbouwbalans | 318,6 | 310,9 | 294,2 | 272,4 | 266,2 | 276,9 | 244,7 | 237,4 | 241,4 |
|                                | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |       |
| verbrandingsgassen             | 3,6   | 3,5   | 3,3   | 3,2   | 3,2   | 3,2   | 3,1   | 3,1   |       |
| ammoniakemissie                | 105,3 | 70,7  | 65,3  | 62,5  | 59,5  | 51,4  | 49,7  | 48,6  |       |
| overschot op de bodembalans    | 116,1 | 126,3 | 102,1 | 96,4  | 78,4  | 76,3  | 65,1  | 75,4  |       |
| overschot op de landbouwbalans | 225,0 | 200,6 | 170,7 | 162,2 | 141,1 | 130,9 | 117,9 | 127,1 |       |

Bron: ILVO-L&M op basis van FOD Economie, VLM, VMM, Vito, BLIK, ECOCERT, Viaene et al. en Vlaco

## 2.2 | Overschot op de bodembalans

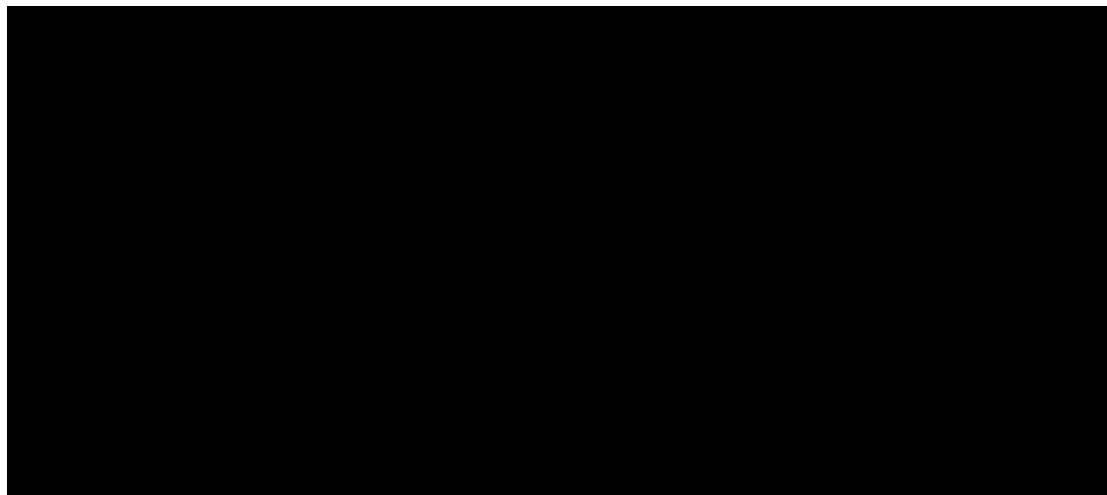
De bodembalans van de landbouw geeft de nutriëntenstromen ter hoogte van de landbouwbodem weer. Dit is een beperktere systeemaftakking dan de nutriëntenbalans van het landbouwsysteem zoals onder 2.1. Deze indicator geeft op eenvoudige wijze weer welke nutriëntenoverschotten er zijn te r hoogte van de landbouwbodem en is dus een maat voor de verontreiniging van oppervlakte en grondwater. De bodembalans wordt ook in de internationale milieuraapportering (OESO, EMA, Eurostat) gehanteerd als een sleutelindicator. Voor fosfor komt de bodembalans overeen met de landbouwbalans. Voor stikstof echter is het overschot op de landbouwbalans verdeeld over  $\frac{1}{3}$  luchtmissies en  $\frac{2}{3}$  overschot op bodembalans.

De doelstellingen van de mestwetgeving zijn geformuleerd naar het overschot op de bodembalans toe. Ze zijn afgeleid uit de Nitraatrichtlijn en willen vooral de af- en uitspoeling van nutriënten naar het oppervlakte- en grondwater beperken.

### **Toestand en verloop**

In de bodembalans van de landbouw is de belangrijkste input naar de bodem toe de dierlijke mest. Figuur 10 geeft een overzicht van de bodembalans van de Vlaamse landbouw voor het jaar 2006.

*Figuur 10: Bodembalans van de landbouw in miljoen kg (Vlaanderen, 2006)*



dierlijke mestinput = productie + invoer - uitvoer - verwerking van dierlijke mest

Bron: ILVO op basis van FOD Economie, Mestbank, VMM en Vito

Figuur 11 geeft het verloop van de verschillende stikstofcomponenten van de bodembalans weer. het overschot op de bodembalans in 2006 nog 47,66 miljoen kg N en 3,6 miljoen kg P. Ten opzichte van 1990 is dit een daling met 55 % voor N en zelfs met 88 % voor P. Per hectare bedraagt het overschot op de bodembalans 76,3 kg N en 5,8 kg P in 2006.

Het MINA-plan 3 stelde een overschot van 70 kg N/ha in 2007 als doel. MINA 3+ verschuift deze doelstelling naar 2010. Voor fosfor werd een maximaal overschot van 3,6 kg P/ha als doelstelling voor 2010 naar voor geschoven in MIRA-S 2000.

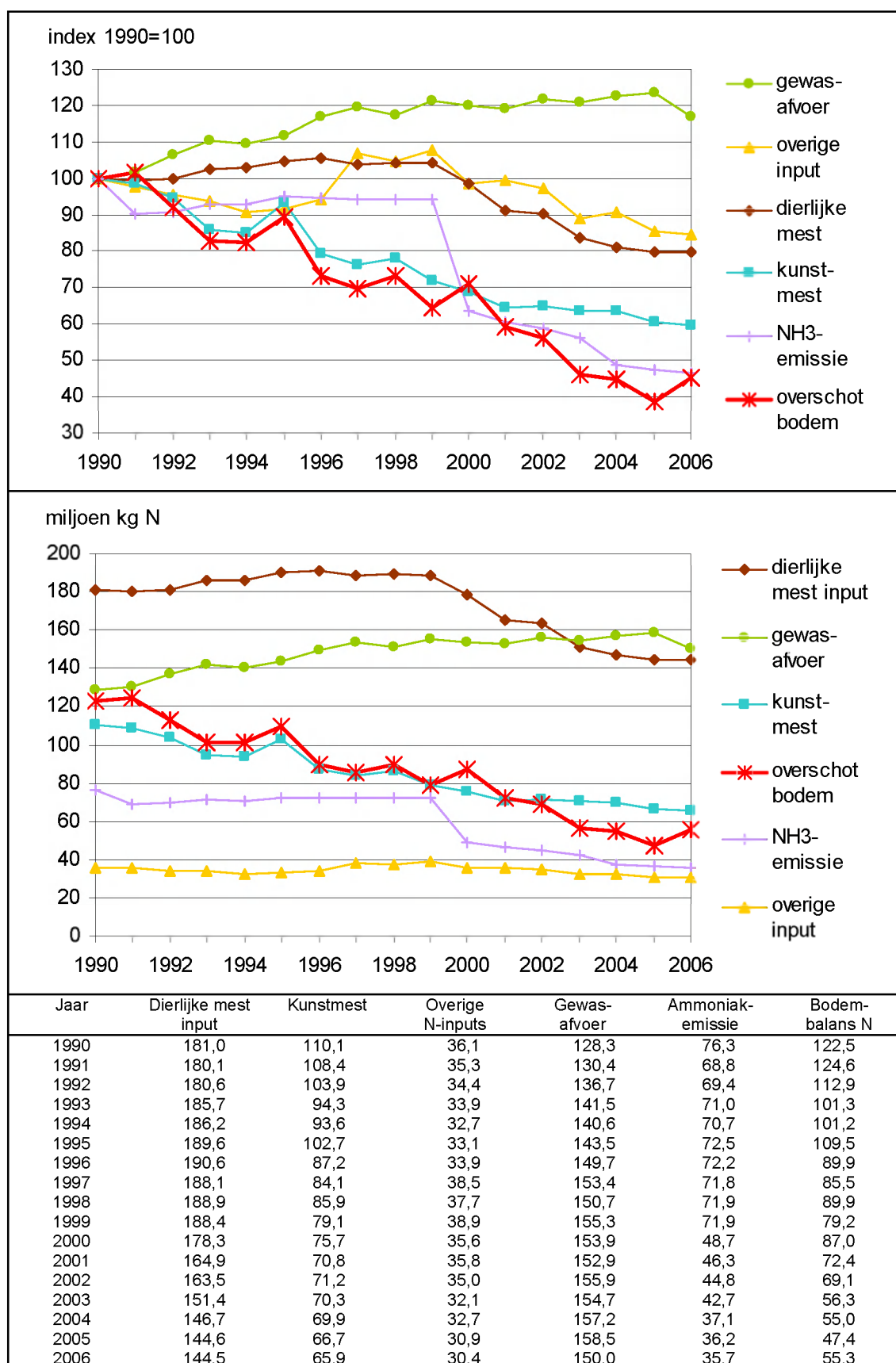
Voor stikstof werd de doelstelling in 2005 bereikt (65,3 kg N/ha), maar in 2006 opnieuw overschreden. In 2006 bedraagt de doelafstand opnieuw 6,3 kg N/ha (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Zoals hoger aangetoond werd dit vooral veroorzaakt door de lagere gewasafvoer. Tegen 2010 zou de doelstelling echter zeker haalbaar moeten zijn.

Ook voor fosfor kwam het overschot op de bodembalans in 2005 (4,3 kg P/ha) dicht bij de doelstelling dan in 2006. De doelafstand van 2,2 kg P/ha in 2006 zou tegen 2010 echter overbrugbaar moeten zijn.

Het overschot op de bodembalans is tussen 1990 en 2006 met 67,2 miljoen kg N, dit is met 55 %, gedaald. Deze daling is voornamelijk het gevolg van

- de daling van de input van de dierlijke mest met 36,5 miljoen kg N (- 20 %) (dierlijke mestproductie + import – export – verwerking);
- de daling van het kunstmestgebruik met 44,2 miljoen kg N (- 40 %);
- de stijging van de gewasafvoer met 21,7 miljoen kg N (+ 17 %).

*Figuur 11: Relatieve en absolute evolutie van de componenten van de stikstofbalans van de Vlaamse landbouw (1990-2006)*



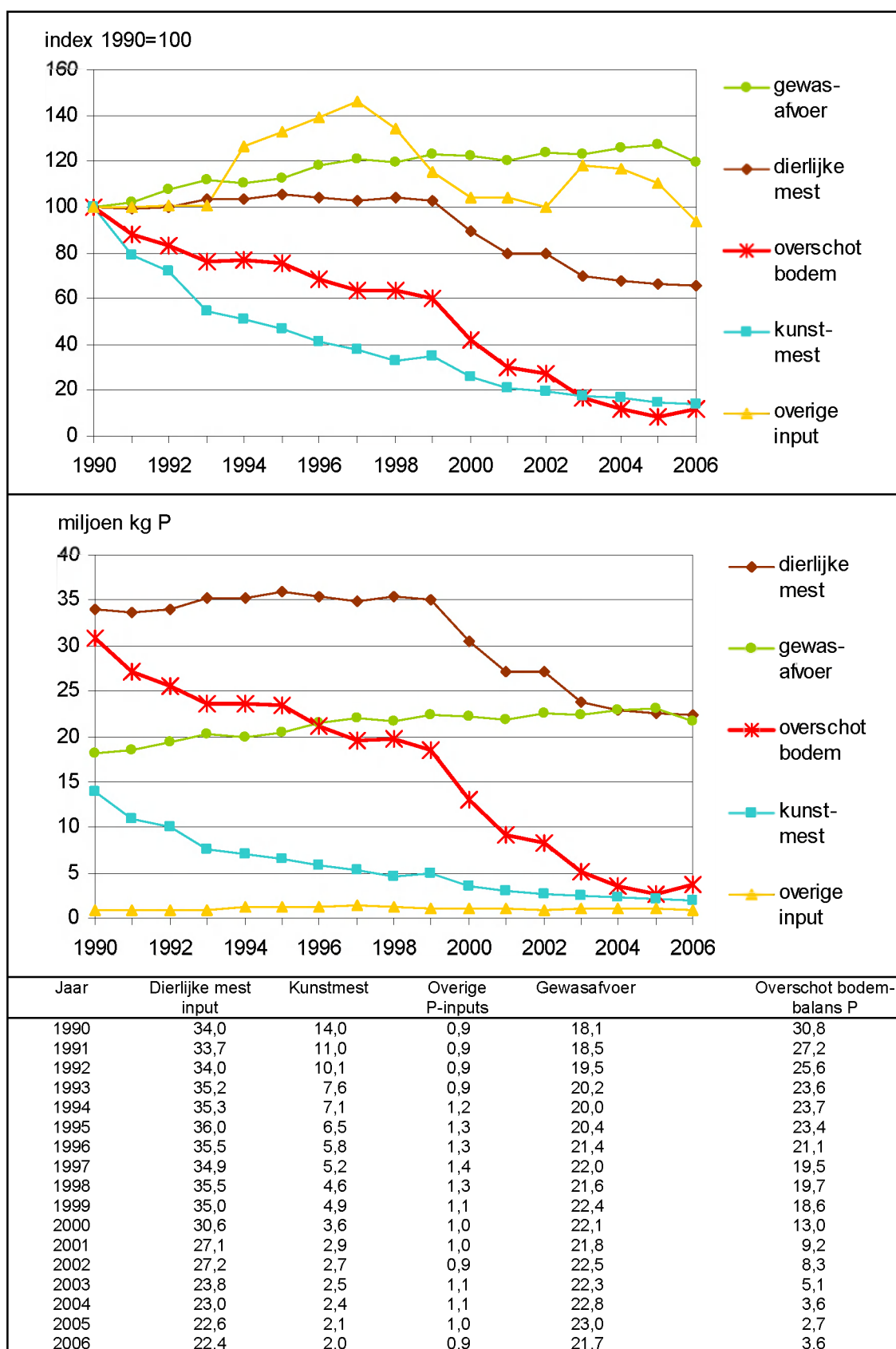
Bron: ILVO-L&M op basis van FOD Economie, VLM, VMM, Vito, BLIK, ECOCERT, Viaene et al. en Vlaco

De Figuur 12 geeft het verloop van de fosforcomponenten van de bodembalans weer. Het overschot op de P-balans is in de periode 1990 tot 2006 gedaald met 27,2 miljoen kg P, dit is met 88 %. Deze daling is sterker dan de daling bij N en is het gevolg van :

- een daling van de dierlijke mest input met 11,6 miljoen kg P (- 34 %);
- een zeer sterke daling van het kunstmestgebruik met 12,0 miljoen kg P (- 86 %);
- de stijging van de gewasafvoer met 3,6 miljoen kg P (+ 20 %);



*Figuur 12: Relatieve en absolute evolutie van de componenten van de fosforbalans van de Vlaamse landbouw (1990-2006)*



Bron: ILVO-L&M op basis van FOD Economie, VLM, VMM, Vito, BLIK, ECOCERT, Viaene et al. en Vlaco

Zowel bij stikstof als bij fosfor toont de relatieve evolutie duidelijk een ontkoppeling tussen de dierlijke mestinput en het overschot op de bodembalans: het overschot daalt duidelijk sneller dan het aanbod. Dit wijst op een gevoelige verbetering van de efficiëntie waarmee landbouwers dierlijke mest toepassen op hun velden.

### **Doelstellingen**

Het mestdecreet legt de totale hoeveelheid stikstof en fosfor vast die op de cultuurbodem mag worden gebracht. Deze bemestingsnormen hebben betrekking op alle producten die stikstof en fosfor aanbrengen: dierlijke mest, minerale meststoffen, slibproducten, compost, ... Deze bemestingsnormen geven de toegelaten hoeveelheden weer. Het zijn geen bemestings-adviezen, maar maximale waarden. De normen zijn gedifferentieerd naar teelt en kwetsbaarheid van het gebied (zones natuur, waterwingebieden, fosfaatverzadigde gebieden). In heel Vlaanderen geldt sinds 1 januari 2007 de norm voor dierlijke mest uit de Europese Nitraatrichtlijn, namelijk maximaal 170 kg N/ha.

De doelstellingen betreffende het overschot op de bodembalans worden niet zoals hierboven uitgedrukt in de totale hoeveelheid N of P voor heel Vlaanderen, maar per hectare.

Voor *stikstof* bestaat de doelstelling in het verminderen van het overschot op de bodembalans (exclusief ammoniak) tot ten hoogste 70 kg N/ha voor 2010 (MINA-plan 3+). Deze doelstelling is afgeleid uit de Nitraatrichtlijn (EU-richtlijn 91/676/EEG van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen met inzonderheid de bemesting), die stelt dat de grenswaarde van 50 mg nitraat per liter grond- of oppervlaktewater nergens mag worden overschreden. Dit op basis van de vereiste kwaliteit van oppervlaktewater dat bestemd is voor productie van drinkwater. Naast de grenswaarde van 50 mg nitraat per liter wordt ook een richtwaarde van 25 mg nitraat per liter vooropgesteld.

Uitgaande van een jaarlijks neerslagoverschot<sup>1</sup> van 300 mm, kan de Europese norm gehaald worden indien er samen met het uitstromende water ten hoogste 35 kg N/ha·jaar uit de Vlaamse landbouw via de bodem verdwijnt. Rekening houdend met 50 % denitrificatie, bedraagt de doelstelling 70 kg N/ha ( $3\,000\,000\text{ l neerslagoverschot/ha} \times 11,3\text{ mg N/l} \times 2 = 70\text{ kg N/ha}$ ) (Vlassak & Hofman, 1999).

Om de N-emissie van de landbouw te toetsen aan de 70 kg N/ha doelstelling moeten de NH<sub>3</sub>-emissie via de lucht uit de bodembalans in mindering gebracht worden. (Tabel 2 en Figuur 13).

<sup>1</sup> Het neerslagoverschot is het gedeelte van de neerslag dat overblijft na verdamping. Een deel hiervan kan oppervlakkig afstromen, bijvoorbeeld via het maaiveld ('surface runoff'). De rest gaat als grondwateraanvulling naar het grondwater. Wanneer er geen water oppervlakkig afstroomt is het neerslagoverschot gelijk aan de grondwateraanvulling.

Tabel 2: Doelstellingen voor het overschot op de bodembalans

| Streefjaar | N           |                 | P*          |                |
|------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|
|            | Per hectare | Totaal          | Per hectare | Totaal         |
| 2002       |             |                 | 7,1 kg/ha   | 4,5 miljoen kg |
| 2007-2010  | 70 kg/ha*   | 44,4 miljoen kg | 3,6 kg/ha** | 2,3 miljoen kg |
| 2030       | 35 kg/ha*   | 22,2 miljoen kg |             |                |

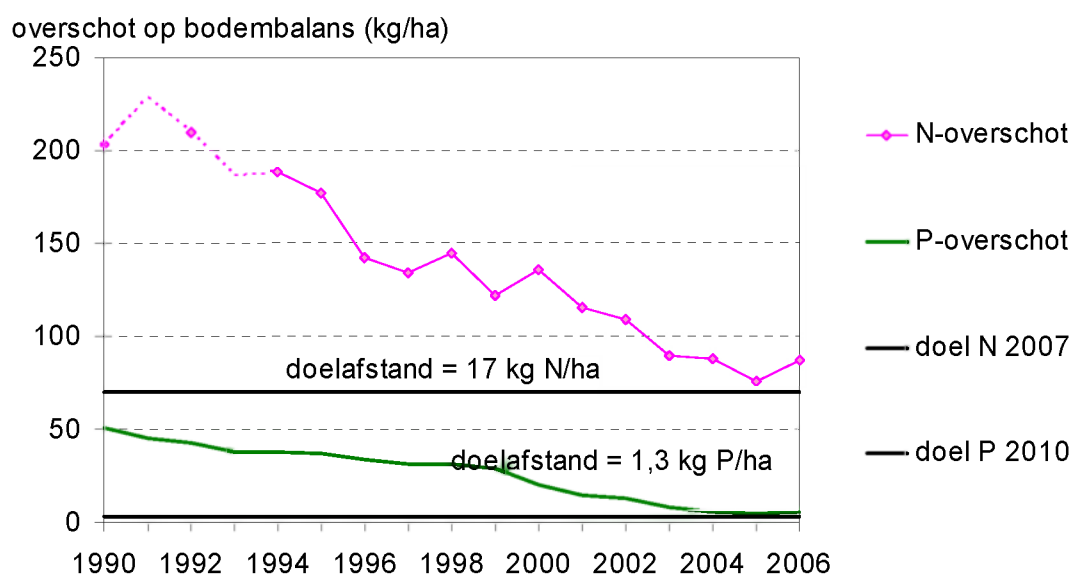
• 1 kg P (fosfor) stemt overeen met 2,29 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fosfaat).

Bron: \* MINA-plan 3+, \*\* MIRA-S 2000

De doelstelling voor stikstof op lange termijn (2030) gaat uit van het bereiken van 25 mg nitraat/l in grond- en oppervlaktewater (streefwaarde van de Nitraatrichtlijn), wat overeenkomt met een overschot op de stikstofbalans van 35 kg N/ha, indien wordt uitgegaan van hogervermelde relaties (MINA-plan 3). Voor het beschermen van de volksgezondheid is deze streefwaarde niet nodig (zie achtergronddocument Landbouw). Het gaat hierbij vooral om een doelstelling met het oog op bescherming van de wateren tegen eutrofiëring.

Voor fosfor is de doelstelling voor 2010 in twee stappen afgeleid uit de bemestingsnormen bepaald in MAP2bis. In een eerste stap is de hoeveelheid mest bepaald die in 2003 maximaal kan worden afgezet op de landbouwbodem. Rekening houdend met de gewasafvoer en de depositie in 2002, wordt een theoretisch overschot op de Vlaamse fosforbalans berekend van 4,5 miljoen kg fosfor of 7,1 kg P/ha voor 2002. Met dit overschot wordt vermeden dat de oppervlakte fosfaatverzadigde gebieden toeneemt. In het kader van duurzaamheid dient er voor fosfor van uitgegaan te worden dat elk positief overschot tot fosfaatverzadiging van landbouwbodems leidt en tot uitspoeling overeenkomstig dat overschot. Uit het overschot voor 2002 is in een tweede stap de doelstelling 2010 afgeleid. Een halvering van het overschot op de fosforbalans wordt vooropgesteld: 2,3 miljoen kg fosfor of 3,6 kg P/ha.

Figuur 13: Stikstof- en fosforoverschot op de bodembalans (Vlaanderen, 1990-2006)



Bron: ILVO-L&M

|      | N-overschot | P-overschot |      | N-overschot | P-overschot |
|------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|
| 1990 | 203         | 51,0        | 1999 | 122         | 29,2        |
| 1991 | 228         | 45,0        | 2000 | 136         | 20,3        |
| 1992 | 209         | 42,4        | 2001 | 115         | 14,5        |
| 1993 | 186         | 38,3        | 2002 | 109         | 13,1        |
| 1994 | 188         | 38,1        | 2003 | 90          | 8,2         |
| 1995 | 177         | 37,4        | 2004 | 88          | 5,9         |
| 1996 | 142         | 33,8        | 2005 | 76          | 4,6         |
| 1997 | 134         | 31,1        | 2006 | 87          | 5,9         |
| 1998 | 144         | 31,6        | doel | 70          | 3,6         |

### **Evaluatie en respons**

Het overschot op de bodembalans is tussen 1990 en 2006 gedaald met 55 % voor N en 88 % voor P. Dit gebeurde ondanks het wegvallen van de export van de onverwerkte en de be-/verwerkte mest naar Wallonië. Zoals hoger al vermeld is er sinds 1990 een belangrijke vooruitgang geboekt op de belangrijkste componenten van de bodembalans.

Om de doelafstand voor N te behalen permanent te behalen is een bijkomende reductie van het overschot nodig. De weersomstandigheden beïnvloeden de gewasafvoer, zodat in 2005 de doelstelling wel werd behaald en in 2006 weer niet. Voor fosfor is een bijkomende inspanning van ongeveer 8 à 9 % op alle balansaanvoercomponenten vereist. Bovenstaande evoluties tonen aan dat dit zeker haalbaar moet zijn.

Hoewel de doelstelling op de bodembalans bijna gehaald is, blijkt dat het oppervlaktewater nog steeds te veel nitraat bevat. Dit betekent dat de doelstelling op de bodembalans niet is afgestemd op de finale toetssteen van het mestbeleid: de waterkwaliteit. De doelstelling op het overschot op de bodembalans van 70 kg N/ha is afgeleid uit de waterkwaliteitsnorm van 50 mg nitraat/l voor drinkwater. Deze norm is in feite een maximumnorm, dit wil zeggen dat nergens (of in 5 % van de metingen) de nitraatconcentratie hoger mag zijn dan 50 mg/l. Voor de afleiding van de doelstelling bodembalans zou eigenlijk met een jaargemiddelde concentratie dienen gewerkt te worden. De vraag is dan welke jaargemiddelde concentratie overeenkomt met de situatie dat nergens de maximumnorm nog wordt overschreden. In het winterjaar 2006-2007 werd op 42 % van de meetpunten een overschrijding genoteerd voor het oppervlaktewater. Daarbij werd in 2006 een jaargemiddelde nitraat concentratie van 26,5 mg genoteerd voor oppervlaktewater. Om dus tot 0 % overschrijding van de norm te komen dient de gemiddelde concentratie te dalen onder de 26,5 mg nitraat/l. Als dan vanuit dit cijfer de doelstelling op de bodembalans weer wordt bepaald (met een neerslagoverschot van 300 mm en met 50 % denitrificatie) dan komt dat uit op 36 kg N/ha.

Aangezien ondanks de reeds geleverde inspanningen rond de vermindering van dierlijke mestinput en kunstmestgebruik en ondanks de stijgende gewasafvoer, de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater nog steeds te hoog blijven, zullen bijkomende inspanningen nodig zijn. Het gaat daarbij bij voorkeur om maatregelen die rechtstreeks inwerken op een van de componenten van de bodembalans (Vervaet *et al.*, 2004; Carlier *et al.*, 2004).

Verdere stimulansen om dat te realiseren zijn echter noodzakelijk, bij voorkeur maatregelen die rechtstreeks inwerken op een van de componenten van de bodembalans. Bij het benaderen van de doelstelling voor het overschot, zou het werkelijke mestoverschot dan weggewerkt moeten zijn (Vervaet *et al.*, 2004; Carlier *et al.*, 2004).

### **Internationale vergelijking**

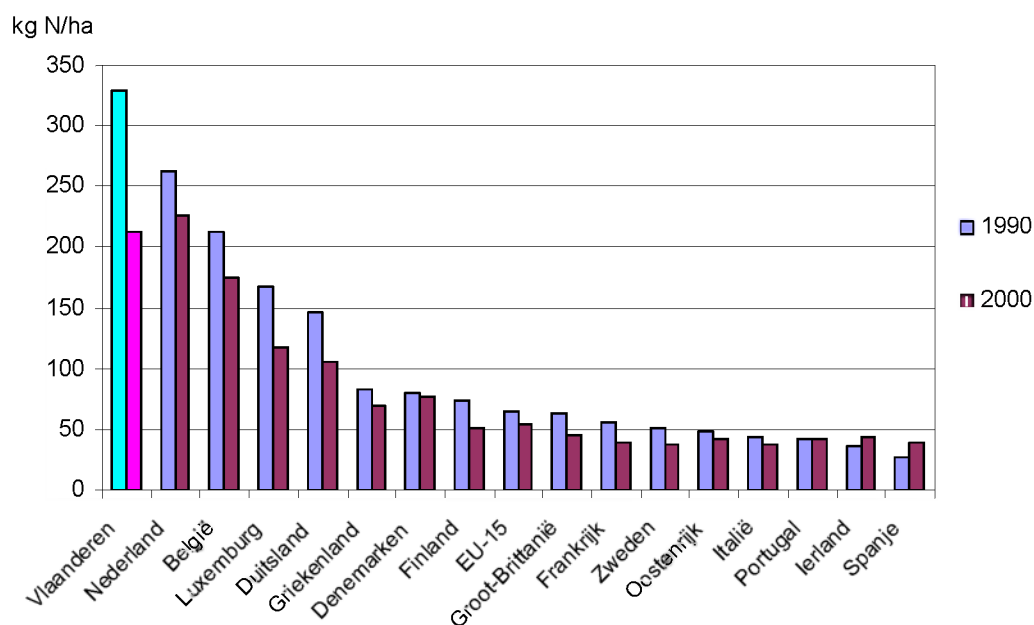
Het Europese Milieuagentschap heeft een vergelijking gepubliceerd van de stikstofbalansen van de 15 oude EU-lidstaten (EMA, 2005a). De evolutie tussen 1990 en 2000 wordt bekeken. Het gaat daarbij om bruto balansen, inclusief ammoniak en zonder rekening te houden met

internationale mesttransporten. Daarnaast worden ook andere databronnen gehanteerde (kunstmest EFMA, excretie, depositie EMEP, gewasopbrengst EUROSTAT,...). Dit verklaart dat de gepubliceerde cijfers liggen heel wat hoger dan diegenen die voor MIRA berekend werden. Toch is het interessant om de balans van de verschillende landen te vergelijken (Figuur).

Vlaanderen blijkt samen met Nederland nog steeds de absolute koploper te zijn met een balansresultaat van meer dan 200 kg N/ha in 2000. Voor heel België komt het overschot op 174 kg N/ha. Ook in Luxemburg en Duitsland bedragen de overschotten nog meer dan 100 kg. In de meeste Zuid-Europese landen zijn de overschotten laag, omwille van de lagere dierlijke productie in die landen.

Nationale balansen kunnen echter belangrijke regionale verschillen maskeren. Landen kunnen zo op een aanvaardbare stikstofbalans uitkomen, terwijl ze in bepaalde regio's toch een belangrijke N-emissie hebben, bv. in regio's met intensieve veehouderij. Dit is volgens EMA het geval in NW-Denemarken, NW-Frankrijk en Vlaanderen (EMA, 2005a).

*Figuur 14: Bruto overschot op de bodembalans stikstof op nationaal niveau (EU-15, 1990 en 2000)*



|             | 1990 | 2000 |                 | 1990 | 2000 |
|-------------|------|------|-----------------|------|------|
| Vlaanderen  | 329  | 213  | Groot-Brittanië | 63   | 45   |
| Nederland   | 263  | 226  | Frankrijk       | 55   | 39   |
| België      | 213  | 174  | Zweden          | 52   | 38   |
| Luxemburg   | 167  | 117  | Oostenrijk      | 48   | 43   |
| Duitsland   | 147  | 105  | Italië          | 44   | 37   |
| Griekenland | 83   | 69   | Portugal        | 43   | 42   |
| Denemarken  | 80   | 77   | Ierland         | 36   | 44   |
| Finland     | 74   | 51   | Spanje          | 27   | 39   |
| EU-15       | 65   | 55   |                 |      |      |

Bron: MIRA (Vlaanderen) en EMA, 2005a

Zoals tussen MIRA en EMA, blijken in wetenschappelijke publicaties vaak kleine of grotere verschillen te bestaan in de berekeningsmethoden van de nutriëntenbalansen, waardoor het moeilijk of bijna onmogelijk is om de balansen uit verschillende landen te vergelijken. Dit werd o.a. vastgesteld door een werkgroep van experts uit de melkveehouderij, die zich in 2003 bogen over het nutriëntenmanagement op bedrijfsniveau (Bos *et al.*, 2005). Als opvolging van

deze vergadering nam een groep wetenschappers de verschillen nader onder de loep. Hun conclusies werden gepresenteerd tijdens een werkgroepvergadering op 23 oktober 2005 (<http://www.nitrogenworkshop.org>):

- Het N-overschot en de N-efficiëntie geven vaak slechts een eerste indruk.
- Het N-overschot is indicatief voor het totale N -verlies, maar het werkelijke verlies kan kleiner of groter zijn, afhankelijk van voorraadvijzigingen.
- Het N overschot geeft geen informatie over de aard van de verliezen ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  of andere).
- Atmosferische depositie en biologische N-fixatie moeten steeds meegenomen worden in de berekening. Als bedrijven met verschillende producties vergeleken worden (bv. melkveebedrijven met varkensbedrijven), moet zeker de effectieve N-inhoud van alle inputs en outputs opgenomen worden in de berekening.
- Bovendien geeft het N overschot en de N efficiëntie op bedrijfsniveau geen inzicht in de onderliggende oorzaken.
- Tenslotte kunnen verschillen veroorzaakt worden door de manier waarop gasvormige verliezen in rekening gebracht worden, door te rekenen met de bruto of de netto gewasopname (d.i. hoeveelheid veldgewas of geoogst gewas) of door het al of niet meenemen van de nutriënten in het strooisel.

### 2.3 | Mestverwerking en export

Mestverwerking speelt een sleutelrol in het mestbeleid, zoals gedefinieerd in het driesporenbeleid van de Vlaamse regering in 2000 en bevestigd in het mestbeleid anno 2007. In het huidige milieubeleidsplan (MINA-plan 3+) geldt geen specifieke doelstelling meer voor de omvang van de mestverwerking.

#### **Definitie en doelstellingen**

Onder mestverwerking wordt verstaan: het behandelen en/of verwerken van dierlijke mest zodat de nutriënten vervat in de dierlijke mest ([www.mestbank.be](http://www.mestbank.be), 28/11/2006):

- ofwel worden gemineraliseerd en de vaste residu's, die na de mineralisatie overblijven, niet op in het Vlaamse Gewest gelegen cultuurgrond worden opgebracht, tenzij deze residu's eerst zijn behandeld tot kunstmest;
- ofwel worden gerecycleerd en het gerecycleerde eindproduct niet op in het Vlaamse Gewest gelegen grond wordt opgebracht.

Mestverwerking met export van het eindproduct en zonder afwenteling van emissies naar water en/of lucht, draagt niet alleen bij tot een vermindering van de bemestingsdruk, maar ook tot de reductie van de ammoniakemissies. Wanneer mestverwerking echter gebeurt in aerobe omstandigheden, draagt ze wel bij tot de uitstoot van de broeikasgassen methaan en lachgas.

Mestverwerking is een end-of-pipe emissiereducerende maatregel. Tegenover end-of de pipe maatregelen staan maatregelen aan de bron, zoals afbouw van de veestapel en verminderde mestproductie door aangepaste voeders (voederefficiëntie). Zie MIRA Achtergronddocument Landbouw

#### **Historiek**

In het Mestdecreet is sinds 1999 bepaald dat de grootste veeteeltbedrijven verplicht zijn een gedeelte van hun bedrijfsmatige mestoverschotten te verwerken. Het percentage te verwerken mest neemt toe in verhouding tot de mestproductie op het bedrijf. De hoeveelheid verplicht te verwerken mest wordt gradueel opgebouwd tot een maximum in het jaar 2003. Bovendien moeten bedrijven met een jaarlijkse mestproductie van omgerekend 10 000 kg fosfaat of meer vanaf 2003 100 % van hun mestoverschot verwerken. In december 2003

werd het mestdecreet aangepast inzake de mestverwerkingsplicht. Deze aanpassing kwam voort uit volgende vaststellingen:

- de moeilijke realisatie van de '100 % verwerkingsplicht van de bedrijfsmatige mestoverschotten', waarbij grondloze bedrijven met een hoge productie de totaliteit van hun mestproductie moeten verwerken
- de superheffingen die moeten betaald worden en door de sector als heel hoog worden ervaren, wat ten koste gaat van het kapitaal beschikbaar voor investeringen in mestverwerking
- het gebrek aan een evaluatiesysteem voor verwerkingsinstallaties, dat de duurzaamheid van een verwerkingsinstallatie, zowel inzake rentabiliteit als operationaliteit moet kunnen garanderen.

De '100 % verwerkingsplicht' voor bedrijven met een productie hoger dan 10 000 kg  $P_2O_5$ , waarbij 100 % van de mestoverschotten moest worden verwerkt, werd afgeschaft. De overige verwerkingspercentages, die aangeven hoeveel mest van het bedrijfsmatige mestoverschot een verwerkingsplichtig bedrijf effectief moet verwerken, werden eveneens aangepast. Om de sector te responsabiliseren werden deze percentages gekoppeld aan de uitwerking en realisatie van een milieubeleidovereenkomst (MBO). Indien er geen MBO wordt afgesloten of indien de doelstellingen ervan niet worden gehaald, dan stijgen deze verwerkingpercentages jaarlijks vanaf 2005 tot een maximum in 2007, waarbij voor de bedrijven in de hoogste productieklassse (>10 000 kg  $P_2O_5$ ) opnieuw de 100% verwerkingsplicht van toepassing wordt.

Vanaf 1 januari 2007 geldt een nieuwe definitie van de mestverwerkingplicht in kg N. De verplichting wordt vastgesteld in functie van de gemeentelijke mestproductiedruk en de omvang van het dierlijke mestoverschot. Het minimum te verwerken percentage van het mestoverschot op bedrijfsniveau bedraagt 10 % en kan oplopen tot 30 %. Daarbij komt een bijkomend percentage van 0,6 % per 1 000 kg mestoverschot. Aan alle veeteeltbedrijven met een mestoverschot groter dan 5 000 kg N wordt een verwerkingsplicht opgelegd. Bedrijven die een uitbreiding van de veestapel vergund krijgen, zijn verplicht de bijkomende mestproductie volledig te verwerken. Een flexibele regeling laat toe dat op verschillende wijzen aan de verwerkingsplicht kan voldaan worden:

- Eenzelfde hoeveelheid van het te verwerken stikstofoverschot van de bedrijfsgroep wordt niet geproduceerd.
- De bedrijfsgroep bekomt een gehele of gedeeltelijke ontheffing van zijn verwerkingsplicht. Dit kan door een equivalent aan nutriëntenemissierechten definitief te laten annuleren
- De bedrijfsgroep verkrijgt mestverwerkingscertificaten. Deze mestverwerkingscertificaten dienen afgeleverd te zijn voor mest die in dat productiejaar verwerkt werd. Deze certificaten mogen echter voor maximaal 5 000 kg netto N afkomstig zijn van pluimveemest die werd geproduceerd door een andere bedrijfsgroep. De verwerkingsplicht kan buiten deze beperking, voor 100 % ingevuld worden via mestverwerkingscertificaten, verkregen door verwerking/export van niet-bedrijfseigen mest. De door de Mestbank uitgereikte mestverwerkingscertificaten zijn overdraagbaar en vrij verhandelbaar.

Mestverwerking gebaseerd op vergisting als tussenstap, kan extra inkomsten genereren door de productie van biogas, dat kan omgezet worden naar elektriciteit. Daarvoor zijn groenestroomcertificaten te bekomen (zie MIRA Achtergronddocument Energie)

De mestverwerkingsplicht is een instrument om het mestoverschot weg te werken. Naarmate de bemestingsnormen verstrengen, neemt het mestoverschot toe en dient de verwerkingsplicht ook aangepast te worden, bij een blijvende keuze voor mestverwerking.

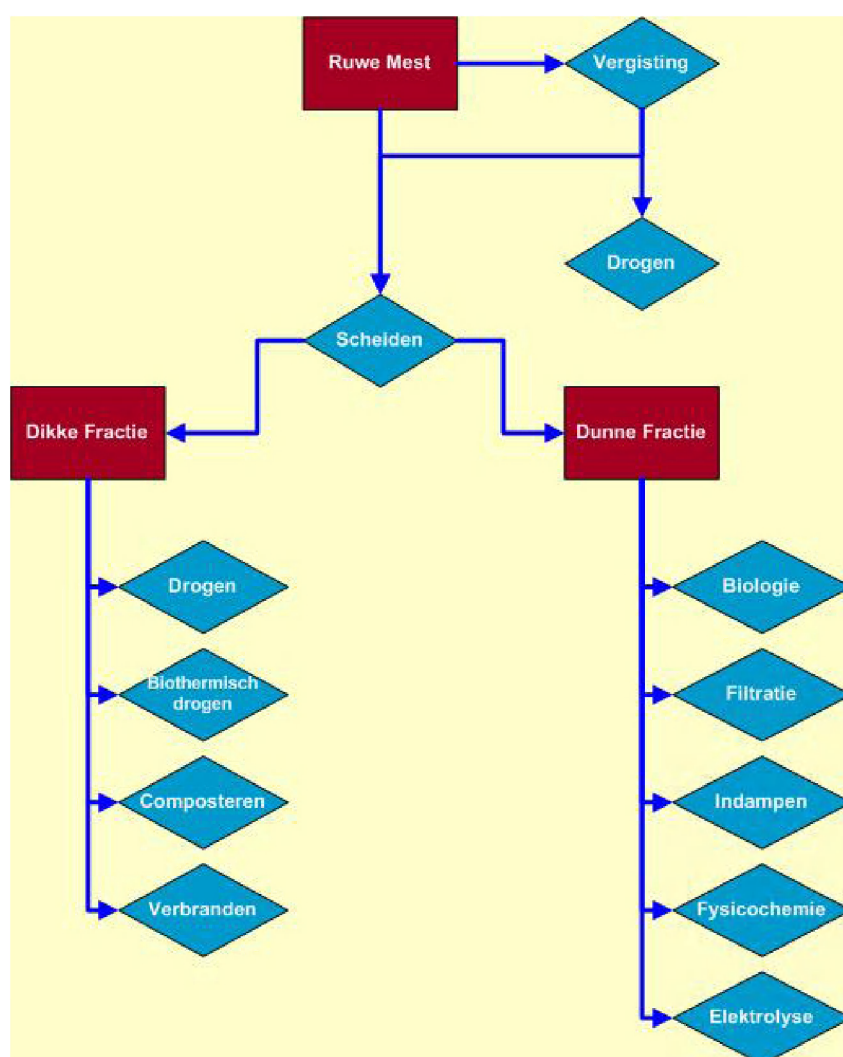
### **Technologie**

Pluimveemest kan op het bedrijf gedroogd worden en is het beste verwerkbaar van alle mestsoorten, vervolgens varkensmest en ten slotte rundermest.

Mestverwerking bestaat meestal uit een combinatie van technieken. De gebruikte technieken zijn vaak reeds vroeger toegepast voor de verwerking van organische afvalstromen zoals rioolwaterzuiveringsslib (vergisting) en groenafval (compostering). Kenmerkend aan de technieken die bij mestverwerking toegepast worden is de diversiteit in combinaties die door de verschillende initiatiefnemers worden voorgesteld. Afhankelijk van het type mest worden verschillende verwerkingstechnieken toegepast (Lemmens et al. 2007).

Een overzicht van de mestverwerkingstechnieken wordt gegeven in Figuur 15. Voor een uitvoerig overzicht van mestverwerkingstechnieken en het juridische kader wordt verwezen naar de BBT-studie mestverwerking op [www.emis.vito.be](http://www.emis.vito.be) (Lemmens et al., 2007).

*Figuur 15: Samenhang tussen mestverwerkingstechnieken*



Bron: VCM, [www.vcm-mestverwerking.be](http://www.vcm-mestverwerking.be)

Pluimveemest is het eenvoudigst te exporteren en te verwerken. Hiervoor worden droging, biothermische droging (of composteren), verwerking tot substraat en export van ruwe mest, toegepast. Verbranden is ook een BBT-techniek. In tegenstelling met varkensmest mag, volgens de Europese Verordening 1774/2002, pluimveemest als ruwe mest naar de Europese lidstaten geëxporteerd worden. De export van pluimveemest beantwoordt aan de mestverwerkingsplicht in het meststoffendecreet.

Voor varkensmest blijken er technisch haalbare verwerkingsinstallaties te bestaan die voor een gedeelte van de sector eveneens economisch te dragen zijn. Een beste beschikbare



techniek voor de sector kan niet naar voor geschoven worden vanwege de variabiliteit van de sector (economisch, landgebondenheid, mestdruk,...) (Lemmens et al., 2007). Mestverwerking bestaat steeds uit de scheiding van de dikke en dunne fractie. De dunne fractie kan verwerkt worden tot een loosbaar product op oppervlaktewater.

De rundveemest wordt hoofdzakelijk biothermisch gedroogd (compostering). Kalvergiervormaat wordt omgezet tot loosbaar water door middel van biologische zuivering en actieve koolfiltratie.

De biothermische droging van pluimveemest en dikke fractie varkensmest en biologische zuivering van dunne fractie varkensmest zijn de meest toegepaste mestverwerkingstechnieken.

De mestverwerkingsector is bovendien nog steeds in ontwikkeling.

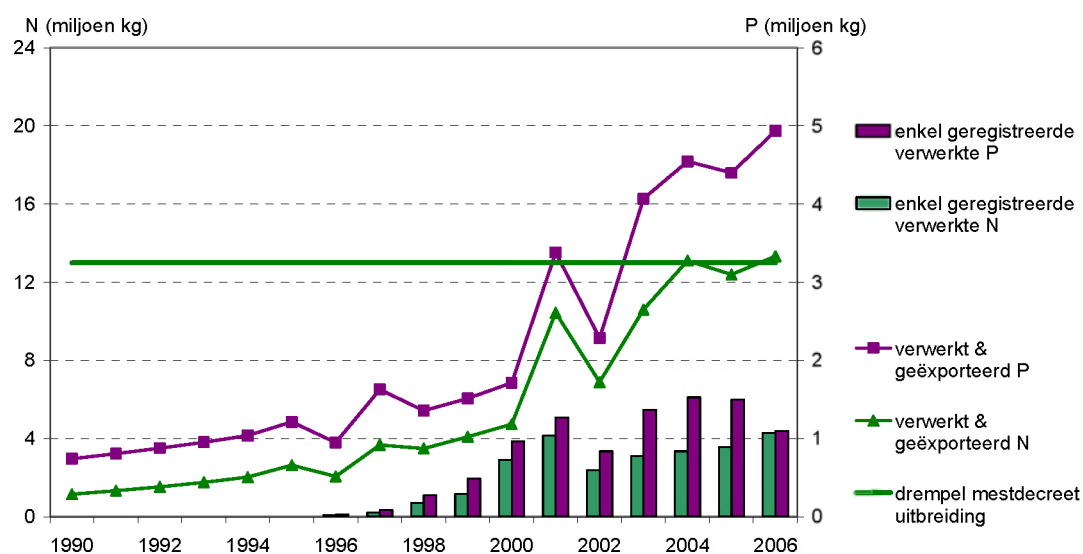
### ***Verloop indicator***

Figuur 16 geeft de evolutie van de verwerkte en de geëxporteerde hoeveelheid dierlijke mest de voorbije jaren en de doelstelling voor mestverwerking 2003 zoals berekend uit het Mestdecreet anno 2003 (volgens **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Verwerkte mest betekent mest die behandeld is in een verwerkingsinstallatie en daarna geëxporteerd is. Geëxporteerde dierlijke mest is mest die geëxporteerd werd zonder mestbehandeling, zoals bv. kippenmest. De doelstelling mestverwerking is afgeleid uit de mestverwerkingsplicht op bedrijfsniveau en slaat dus enkel op verwerkte mest. Omdat in plaats van varkens- of rundmest te verwerken, een bedrijf ook kippenmest kan verwerken en exporteren, (substitutie) kan de doelstelling mestverwerking niet echt getoetst worden, tenzij men de mestverwerkingsplicht interpreteert als een exportplicht. Bovendien zijn er ook cijfers over verwerking en export, die niet geregistreerd zijn door de Mestbank en waarin geen onderscheid wordt gemaakt tussen verwerking en export zonder verwerking. Deze tonnages worden berekend door het verschil te berekenen tussen hetgeen de verwerker op zijn jaarlijkse aangifte opgeeft en de transportdocumenten. Deze laatste cijfers zijn mee opgenomen in Figuur 16.

Er is ruim meer fosfor verwerkt en geëxporteerd dan stikstof, dan wat op basis van de gemiddelde N/P verhouding in dierlijke mest zou verwacht worden. De gemiddelde N/P verhouding op basis van de dierlijke mestproductie voor heel Vlaanderen schommelt tussen de 5 en 6. Bij mestverwerking schommelt de verhouding van jaar tot jaar tussen 1,5 en 3,1. Het verschil is te wijten aan het feit dat er meer kippenmest wordt verwerkt en geëxporteerd dan varkensmest. Kippenmest is rijker aan fosfor dan varkensmest. Daarbij zal steeds een deel van de stikstof vervluchtigen als ammoniakgas of stikstofgas. Tot slot zal bij de verwerking van varkensdrijfmest (N/P = 5), tijdens de scheiding in dikke en dunne fractie, de dikke fractie aanreiken met fosfor (N/P = 1,9). De dunne fractie (N/P = 17) wordt vaak uitgereden op het land, terwijl enkel de dikke en fosforrijke fractie verder verwerkt wordt (N/P verhoudingen naar Verlinden et al., 2004).

Sinds 2000 verdrievoudigde de verwerkte en geëxporteerde hoeveelheid mest. In 2007 overschreed de verwerkte en geëxporteerde hoeveelheid mest de drempel van 13 miljoen kg N. Deze drempelwaarde is gesteld als voorwaarde voor uitbreiding van veehouderijbedrijven mits bijkomende mestverwerking in het jongste mestdecreet. De daling in 2002 komt voornamelijk door het verdwijnen van de afzetmogelijkheid in Wallonië. De cijfers vanaf 2003 omvatten naast geregistreeerde mestverwerking, ook cijfers van niet geregistreeerde mestverwerking en mestexport. De niet-geregistreeerde cijfers zijn afgeleid uit het verschil tussen enerzijds mesttransporten en anderzijds geregistreeerde mestverwerking bij de verwerkers. De cijfers vanaf 2003 bevatten stikstof verwerkt in biologische N-verwijderingsinstallaties (verwerking tot N<sub>2</sub>-gas) en export naar Frankrijk via Franse transporteurs (dus niet geregistreeerd door de Mestbank). De totaalcijfers voor verwerking en export zijn enigszins overschat omdat ook andere organische stoffen verwerkt zijn in de afgevoerde producten en omdat mest mestverwerkers de afgevoerde mest van het begin van het volgende jaar mee laten tellen voor de verwerking van het jaar voordien. Voor 2004 wordt deze overschatting geraamd op 0,4 miljoen kg N en 0,4 miljoen kg P.

**Figuur 16: Geëxporteerde en verwerkte mest (Vlaanderen, 1990-2006)**



|      | enkel<br>geregistreerde<br>verwerking | geregistreerde<br>export zonder<br>verwerking | niet -<br>geregistreerde<br>verwerking in<br>biologie tot N <sub>2</sub> | niet-<br>geregistreerde<br>verwerking en<br>export | totaal N |
|------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
| 1990 | 0                                     | 1,2                                           |                                                                          |                                                    | 1,2      |
| 1991 | 0                                     | 1,3                                           |                                                                          |                                                    | 1,3      |
| 1992 | 0                                     | 1,5                                           |                                                                          |                                                    | 1,5      |
| 1993 | 0                                     | 1,8                                           |                                                                          |                                                    | 1,8      |
| 1994 | 0                                     | 2,0                                           |                                                                          |                                                    | 2,0      |
| 1995 | 0                                     | 2,6                                           |                                                                          |                                                    | 2,6      |
| 1996 | 0,1                                   | 2,0                                           |                                                                          |                                                    | 2,1      |
| 1997 | 0,2                                   | 3,5                                           |                                                                          |                                                    | 3,7      |
| 1998 | 0,7                                   | 2,8                                           |                                                                          |                                                    | 3,5      |
| 1999 | 1,2                                   | 2,9                                           |                                                                          |                                                    | 4,1      |
| 2000 | 2,9                                   | 1,8                                           |                                                                          |                                                    | 4,7      |
| 2001 | 4,2                                   | 6,3                                           |                                                                          |                                                    | 10,4     |
| 2002 | 2,4                                   | 4,5                                           |                                                                          |                                                    | 6,9      |
| 2003 | 3,1                                   | 5,3                                           |                                                                          | 2,2                                                | 10,6     |
| 2004 | 3,4                                   | 5,5                                           | 1,0                                                                      | 3,3                                                | 13,1     |
| 2005 | 3,6                                   | 4,6                                           | 1,0                                                                      | 3,2                                                | 12,4     |
| 2006 | 4,3                                   | 3,3                                           | 1,4                                                                      | 4,3                                                | 13,3     |

|      | enkel<br>geregistreerd<br>verwerkt | geregistreerde<br>export zonder<br>verwerking P | niet-geregistreerde<br>verwerking en export | totaal P | totaal P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|------|------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|--------------------------------------|
| 1990 |                                    | 0,7                                             |                                             | 0,7      | 1,7                                  |
| 1991 |                                    | 0,8                                             |                                             | 0,8      | 1,8                                  |
| 1992 |                                    | 0,9                                             |                                             | 0,9      | 2,0                                  |
| 1993 |                                    | 1,0                                             |                                             | 1,0      | 2,2                                  |
| 1994 |                                    | 1,0                                             |                                             | 1,0      | 2,4                                  |
| 1995 |                                    | 1,2                                             |                                             | 1,2      | 2,8                                  |
| 1996 | 0,0                                | 0,9                                             |                                             | 0,9      | 2,2                                  |
| 1997 | 0,1                                | 1,5                                             |                                             | 1,6      | 3,7                                  |
| 1998 | 0,3                                | 1,1                                             |                                             | 1,4      | 3,1                                  |
| 1999 | 0,5                                | 1,0                                             |                                             | 1,5      | 3,5                                  |
| 2000 | 1,0                                | 0,7                                             |                                             | 1,7      | 3,9                                  |
| 2001 | 1,3                                | 2,1                                             |                                             | 3,4      | 7,7                                  |
| 2002 | 0,8                                | 1,4                                             |                                             | 2,3      | 5,2                                  |
| 2003 | 1,4                                | 1,8                                             | 0,9                                         | 4,1      | 9,3                                  |
| 2004 | 1,5                                | 1,9                                             | 1,1                                         | 4,5      | 10,4                                 |
| 2005 | 1,7                                | 1,5                                             | 1,2                                         | 4,4      | 10,0                                 |
| 2006 | 1,9                                | 1,1                                             | 1,9                                         | 4,9      | 11,3                                 |

Bron: Mestbank – VLM (2007b), VCM (2006)

Frankrijk blijft de belangrijkste exportbestemming in 2006 met 73 % (op stikstofmassabasis), gevolgd door Nederland met 17 %. Beide landen zijn samen goed voor 91 % van de export (op basis van stikstofmassacijfers van geregistreerde export).

Pluimveemest blijft dé mestsoort die wordt geëxporteerd of verwerkt met 80 % van de totale stikstofmassa in 2006. Pluimveemest is meestal vastere mest waardoor de verwerking ervan minder duur is. Daarboven geldt voor pluimveemest dat deze niet hoeft gehygiëniseerd te worden volgens de EU-Verordening 1774/2002 om te exporteren, in tegenstelling tot varkensmest.

In 2003 verdubbelde de verwerking van varkensmest. In 2005 bleef de verwerking van varkensmest stabiel. De export van niet verwerkte varkensmest als dusdanig, is afkomstig van grensbedrijven met gronden buiten Vlaanderen.

De import van dierlijke mest bedraagt in 2005 1,3 miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 2,1 miljoen kg N. Dit is een lichte daling t.o.v. 2004. Het overgrote deel bestaat uit pluimveemest en paardenmest voor substraatbereiders, die champignonsubstraat maken voor de teelt van champignons.

Alternatieve cijfers worden aangeleverd door het Vlaamse Coördinatiecentrum voor Mestverwerking (VCM). Jaarlijks gaat het VCM de operationele mestverwerkingscapaciteit na aan de hand van een enquête. Uit de resultaten 2005-2006 blijkt dat mestverwerking en de export van eindproducten verder stijgen (VCM, 2006). De totale operationele mestverwerkingscapaciteit benadert hierbij de mestverwerkingsplicht volgens het huidige MAP2bis. Voor alle diersoorten samen blijkt dat er ruim 9,6 miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verwerkt wordt, in vergelijking met een mestverwerkingsplicht van ongeveer 8,3 miljoen kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Voor stikstof moet er 15 miljoen kg verwerkt worden, terwijl er in Vlaanderen een capaciteit van 14,2 miljoen operationeel is, volgens de resultaten van de enquête en de daarop uitgevoerde berekeningen. Deze cijfers slaan op de periode 1/7/2005-30/6/2006, wat verschillend is van de periode beschouwd in Figuur 16. De operationele mestverwerkingsinstallaties bestaan voor de helft uit vaste installaties bij het landbouwbedrijf, voor 37 % uit mobiele installaties. Verder zijn er 15 gespecialiseerde verwerkers, waarvan 15 grootschalige, actief in 2005. De totale operationele capaciteit (in tonnage ruwe mest) bestaat voor 49 % uit varkensmestverwerking, 43 % pluimveemest en 3 % kalvergiervorm (VCM, 2006).

## Evaluatie

Mestverwerking is een end-of-pipe maatregel om het mestoverschot aan te pakken. Dit wil zeggen dat maatregelen aan de bron zoals afbouw veestapel, efficiënter nutriëntenbeheer op het bedrijf, nutriëntenarmere voeders de voorkeur genieten vanuit milieu-oogpunt. Aangezien Vlaanderen met een hoog mestoverschot heeft te maken en gezien de socio-economische betekenis van de grondloze veehouderij, heeft de Vlaamse overheid onder meer voor mestverwerking gekozen.

Qua mestverwerkingstechnieken moeten nieuwe initiatieven een kans krijgen om zich te bewijzen, maar moeten eveneens met de nodige omzichtigheid benaderd worden. Het aanboren van afzetmarkten buiten Vlaanderen voor de verwerkte dikke fractie en gevormde nevenstromen blijft een aandachtspunt (Lemmens et al., 2007).

De kloof tussen vergunde, beschikbare en operationele mestverwerkingscapaciteit is groot in Vlaanderen. De vergunde capaciteit is in 2006 bijna 40 % groter dan de beschikbare capaciteit en de beschikbare capaciteit is 40 % groter dan de effectief operationele capaciteit. Met beschikbare mestverwerkingscapaciteit wordt bedoeld het aantal ton mest dat in de gebouwde installatie maximaal zou kunnen verwerkt worden, indien ze op volle capaciteit zou functioneren. De discrepantie tussen milieuvergunde en beschikbare capaciteit is in grote mate te wijten aan het feit dat het verkrijgen van een bouwvergunning soms zeer moeizaam verloopt en gedurende langere periode blijft aanslepen. De oorzaken van de kloof tussen beschikbare en operationele capaciteit zijn divers. Enerzijds zijn er jaarlijks een aantal installaties in opstartfase, anderzijds hebben bepaalde bedrijven al dan niet op structurele basis af te rekenen met afzet- en/of opslagproblemen. Voor een uitgebreidere bespreking van de capaciteit wordt verwezen naar het Voortgangsrapport Mestbank 2007 (VLM, 2008).

De uitbreiding van het areaal kwetsbare gebieden water leidt tot verlaagde bemestingsnormen in deze gebieden, zodat vooral op runderbedrijven mestoverschotten ontstaan. Het mestoverschot op rundveebedrijven kan via een *efficiënter nutriëntenbeheer* op het bedrijf worden aangepakt, maar de decretale forfaitaire excretiecijfers (MAP2bis) voor rundvee bieden hiertoe onvoldoende stimulans, in tegenstelling tot het gebruik van nutriëntenbalansen.

Gezien de voortdurende ontwikkelingen in dit domein wordt voor meer informatie over mestverwerking en de verschillende mestverwerkingsprojecten in Vlaanderen verwezen naar de webpagina van het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM): [www.vcm-mestverwerking.be](http://www.vcm-mestverwerking.be).

## 2.4 | Belasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw

Belasting van (verliezen naar, vrachten naar) het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw betekent de hoeveelheid (ton) nutriënten (stikstof en fosfor) die in het oppervlaktewater terecht komen door mestgebruik in landbouwactiviteiten, al of niet na passage door de landbouwbodem.

Nitraat is zeer wateroplosbaar en hoge neerslaghoeveelheden leiden tot verhoogde vrachten. Om de veranderende impact van de landbouwsector te beoordelen, verdient het de voorkeur een tijdreeks te berekenen die onafhankelijk is van de neerslag, bijvoorbeeld bij gemiddelde neerslag. Dit is een groot voordeel van een model ten opzichte van de resultaten van het meetnet die uiteraard de feitelijke situatie weergeven in concentraties en niet in vrachten. Aangezien debietgegevens slechts zeer beperkt beschikbaar zijn, is het schatten van vrachten op basis van de meetresultaten vrij onnauwkeurig. De belasting wordt dan ook bepaald via een model.

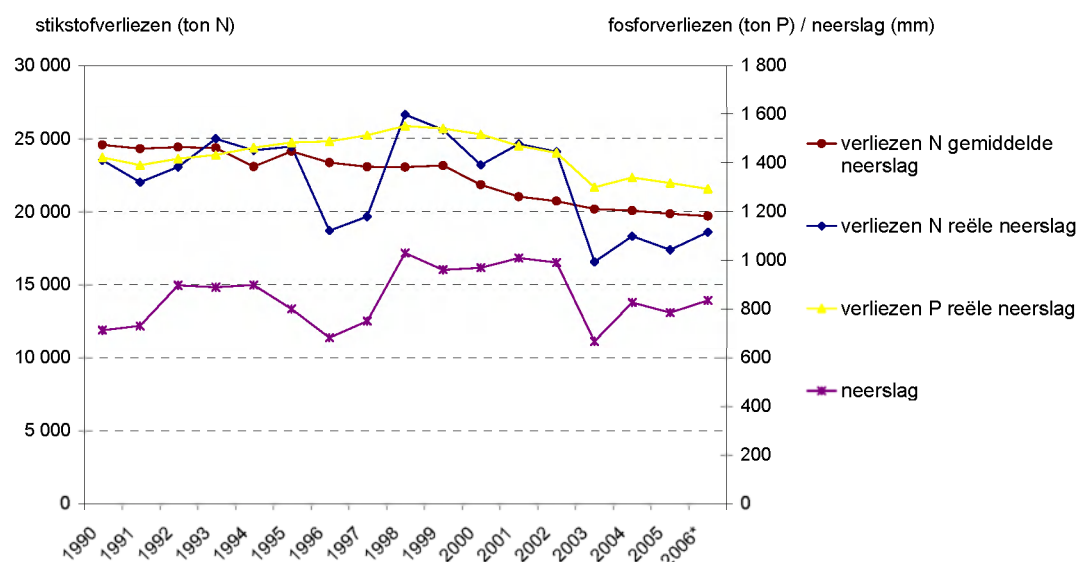
Het SENTWA model (System for the Evaluation of Nutrient Transport to Water) berekent de belasting van, of verliezen naar, het oppervlaktewater door het mestgebruik in de landbouw (VMM, 2004). Deze verliezen wordt *diffuus* bestempeld, omdat zij niet gebonden zijn aan vaste lozingspunten, maar optreden over een uitgestrekte oppervlakte. De

bodemgerelateerde stikstofverliezen (drainage-, grondwater-, erosie- en run-off verliezen) zijn neerslagafhankelijk in het model.

### Verloop indicator

Figuur 17 toont dat de gemodelleerde stikstofverliezen afhankelijk zijn van de totale hoeveelheid neerslag per jaar. In de droge jaren 1996, 1997 en 2003 zijn de berekende verliezen beduidend lager dan in de natte jaren 1999 – 2002. Dit geeft aanleiding tot hogere stikstofvrachten in deze natte jaren. De *gemodelleerde stikstofverliezen* zijn tussen 1990 en 2006 afgenomen van ongeveer 23 500 ton tot ongeveer 18 600 ton. Dat is een daling met 21 %. De lagere vrachten in de jaren 2003 – 2005 zijn een combinatie van een verlaging van de druk door de landbouwsector volgens het SENTWA-model in combinatie met relatief lage neerslag. In 2002 viel ongeveer evenveel neerslag als in 2001 en was de berekende stikstofbelasting nog beduidend hoger. De *evolutie van de P-verliezen* verloopt vlakker. Deze zijn minder neerslagafhankelijk. Sinds 1998 lijkt er een gestage daling van de berekende P-verliezen.

Figuur 17: Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw (Vlaanderen, 1990-2006)



|      | verliezen N<br>reële neerslag<br>(ton N) | %   | verliezen P<br>reële neerslag<br>(ton P) | %   | neerslag<br>(l/m²) | verliezen N gemiddelde<br>neerslag<br>(ton N) | %   |
|------|------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|--------------------|-----------------------------------------------|-----|
| 1990 | 23 489                                   | 100 | 1 421                                    | 100 | 713                | 24 536                                        | 100 |
| 1991 | 21 977                                   | 94  | 1 389                                    | 98  | 731                | 24 269                                        | 99  |
| 1992 | 23 031                                   | 98  | 1 415                                    | 100 | 897                | 24 386                                        | 99  |
| 1993 | 24 947                                   | 106 | 1 431                                    | 101 | 889                | 24 315                                        | 99  |
| 1994 | 24 154                                   | 103 | 1 461                                    | 103 | 898                | 23 047                                        | 94  |
| 1995 | 24 417                                   | 104 | 1 481                                    | 104 | 800                | 24 098                                        | 98  |
| 1996 | 18 680                                   | 80  | 1 486                                    | 105 | 682                | 23 317                                        | 95  |
| 1997 | 19 634                                   | 84  | 1 511                                    | 106 | 750                | 23 037                                        | 94  |
| 1998 | 26 604                                   | 113 | 1 549                                    | 109 | 1029               | 23 013                                        | 94  |
| 1999 | 25 560                                   | 109 | 1 539                                    | 108 | 960                | 23 120                                        | 94  |
| 2000 | 23 152                                   | 99  | 1 515                                    | 107 | 969                | 21 817                                        | 89  |
| 2001 | 24 592                                   | 105 | 1 468                                    | 103 | 1009               | 20 995                                        | 86  |
| 2002 | 24 063                                   | 102 | 1 439                                    | 101 | 990                | 20 693                                        | 84  |
| 2003 | 16 550                                   | 70  | 1 298                                    | 91  | 667                | 20 147                                        | 82  |

|       |        |    |       |    |     |        |    |
|-------|--------|----|-------|----|-----|--------|----|
| 2004  | 18 293 | 78 | 1 338 | 94 | 826 | 20 038 | 82 |
| 2005* | 17 370 | 74 | 1 316 | 93 | 785 | 19 833 | 81 |
| 2006* | 18 565 | 79 | 1 292 | 91 | 835 | 19 670 | 80 |

Reële neerslag: neerslag voor dat specifieke jaar

Gemiddelde neerslag: gemiddelde neerslag voor de periode 1990-2001

\* kunstmestgegevens van 2004

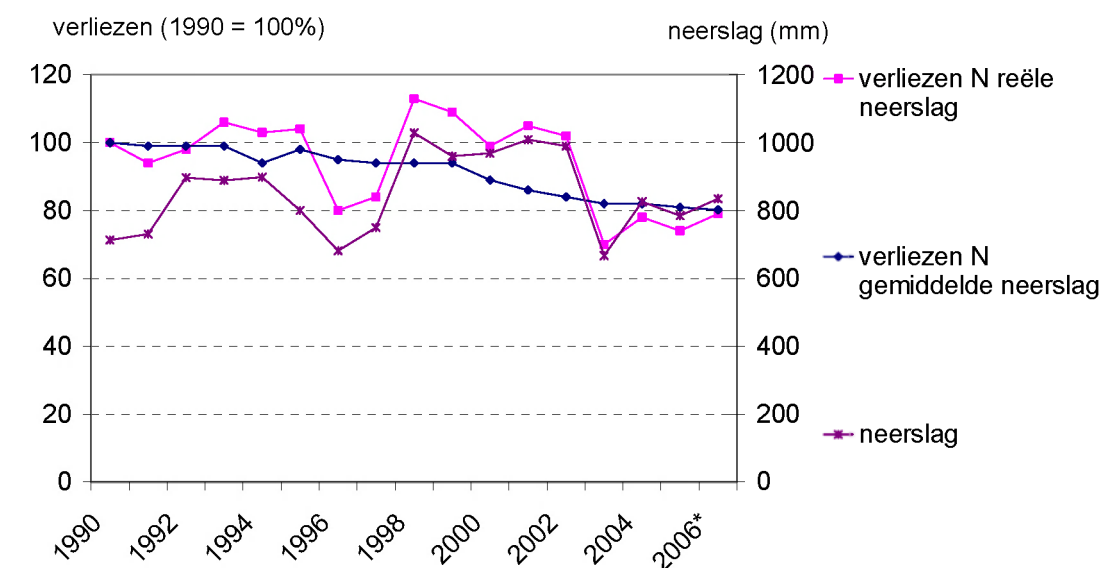
Bron: VMM

Een vergelijking van de evolutie van de neerslag in de jaren '90 met de berekende stikstofverliezen in die periode leert dat de stikstofverliezen hoog zijn in jaren met hoge neerslag en dat lage verliezen gevonden worden in jaren met lage neerslag. Dit is niet in tegenspraak met de concentratiemetingen van het MAP-meetnet. In het MAP-meetnet is sprake van een dalende trend in de natte periode 1999-2002. Met andere woorden, er spoelt meer stikstof uit (een hogere vracht volgens de modelberekeningen), maar het nitraat is meer verdund (lagere concentraties volgens de metingen).

Figuur 17 toont ook dat indien de verliezen berekend worden met de gemiddelde neerslag voor de periode 1990-2005 in plaats van met de reële neerslag, er sprake is van een trage doch gestage vermindering van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater in Vlaanderen. De gemiddelde neerslag is berekend door het gemiddelde te nemen van de maandelijkse data per landbouwstreek in de periode 1990-2001. De gemiddelde jaarlijkse neerslag in Vlaanderen situeert zich tussen 780 en 800 mm. Zonder invloed van de neerslag is er dus sprake van een daling van de stikstofvracht met 20 % i.p.v. 21 % indien met reële neerslag gerekend wordt. De evolutie van de tijdreeks bij gemiddelde neerslag houdt rekening met veranderingen in het landbouwareaal, de teelten, de veestapel, het kunstmestgebruik, het gebruik van dierlijk mest (een afname van stikstofkunstmestgebruik met 40 %, toegenomen mestverwerking en export, mesttransporten). Deze tijdreeks is vergelijkbaar met de evolutie van de stikstofproductie en het gebruik van kunstmest en dierlijk mest (zie Figuur 11). Deze conclusie is beleidsrelevant, terwijl de evolutie in de tijdreeks met reële neerslag in de eerste plaats leefmilieurelevant is.

Verder valt op te merken dat - bij aangepast gebruik van twee schalen in Figuur 18 - de grafiek met reële stikstofverliezen meer en meer bij die van de reële neerslag aansluit en de laatste 2 jaar ligt de curve met stikstofverliezen zelfs lager dan die voor de neerslag. Op basis van de in SENTWA gebruikte informatie – veelal administratieve gegevens over de landbouwsector – suggereert het model dus een verdere gestage verbetering. Het is uitermate complex (omwille van de andere aard van gemodelleerde vrachten versus gemeten concentraties) om in te schatten hoe realistisch deze gemodelleerde verbetering is.

**Figuur 18: Stikstofbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw: relatieve evolutie in vergelijking met de neerslag (Vlaanderen, 1990-2006)**



\* kunstmestgegevens van 2004

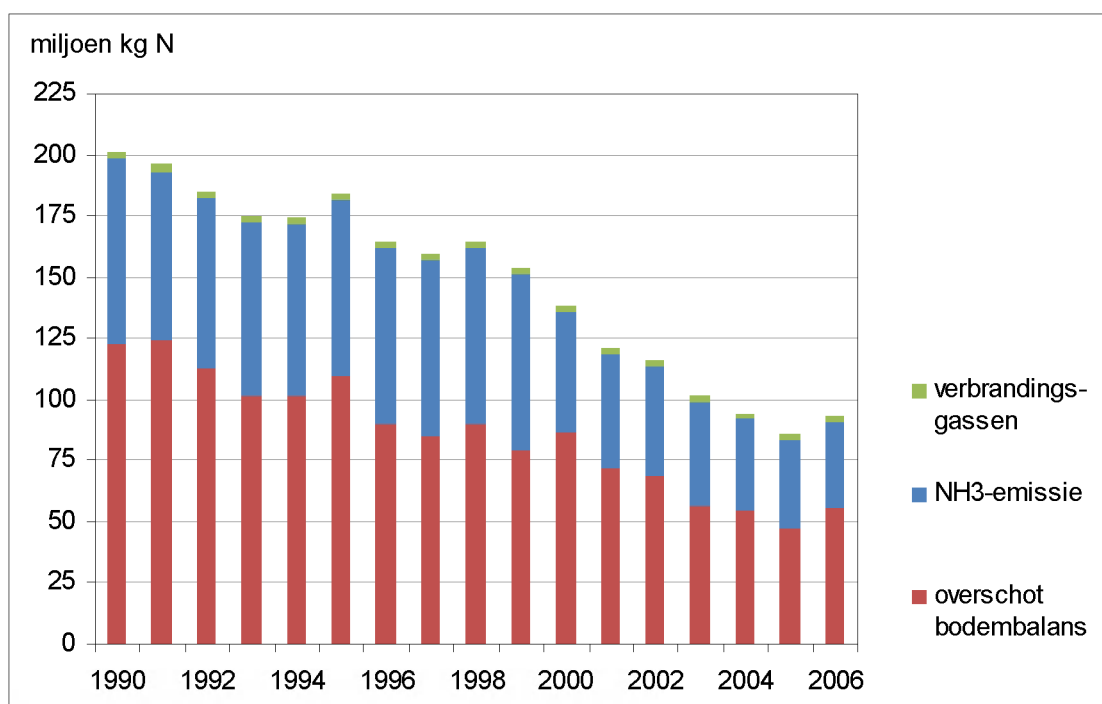
Bron: VMM

### Doelstelling

Op de 3<sup>de</sup> ministeriële Noordzeeconferentie (Den Haag, 1990) werd als doelstelling naar voren geschoven de input van nutriënten in de Noordzee met de helft te verminderen tussen 1985 en 1995. Wanneer er wordt uitgegaan van de veronderstelling dat vuilvrachten geloosd in het oppervlaktewater integraal in de Noordzee uitkomen en dat deze halvering voor alle doelgroepen lineair wordt overgenomen, betekent dit voor de landbouw een doelstelling van 9420 ton N en 650 ton P. Deze waarden zijn berekend met het SENTWA-model rekening houdende met de toestand van de landbouw in 1985. Een verdere reductie dient dus nagestreefd te worden. Beleidsmatig is de toets voor een effectieve emissiereductie de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in landbouwgebied. (zie 5.2 | Stikstof in oppervlaktewater en 5.4 | Nutriënten in grondwater).

### 2.5 | Relatie tussen het overschot op de bodembalans en belasting van het oppervlaktewater

Ondanks een dalende trend van het N-overschot op de bodembalans wordt sinds het winterjaar 2003-2004 geen verbetering meer waargenomen van de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater (zie



|                                | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| verbrandingsgassen             | 4,0   | 4,1   | 4,2   | 4,1   | 3,8   | 3,6   | 3,7   | 3,7   | 3,6   |
| ammoniakemissie                | 120,7 | 109,2 | 110,4 | 110,5 | 107,9 | 108,9 | 107,4 | 106,7 | 105,7 |
| overschot op de bodembalans    | 193,8 | 197,6 | 179,7 | 157,7 | 154,4 | 164,4 | 133,6 | 127,0 | 132,2 |
| overschot op de landbouwbalans | 318,6 | 310,9 | 294,2 | 272,4 | 266,2 | 276,9 | 244,7 | 237,4 | 241,4 |
|                                | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |       |
| verbrandingsgassen             | 3,6   | 3,5   | 3,3   | 3,2   | 3,2   | 3,2   | 3,1   | 3,1   |       |
| ammoniakemissie                | 105,3 | 70,7  | 65,3  | 62,5  | 59,5  | 51,4  | 49,7  | 48,6  |       |
| overschot op de bodembalans    | 116,1 | 126,3 | 102,1 | 96,4  | 78,4  | 76,3  | 65,1  | 75,4  |       |
| overschot op de landbouwbalans | 225,0 | 200,6 | 170,7 | 162,2 | 141,1 | 130,9 | 117,9 | 127,1 |       |

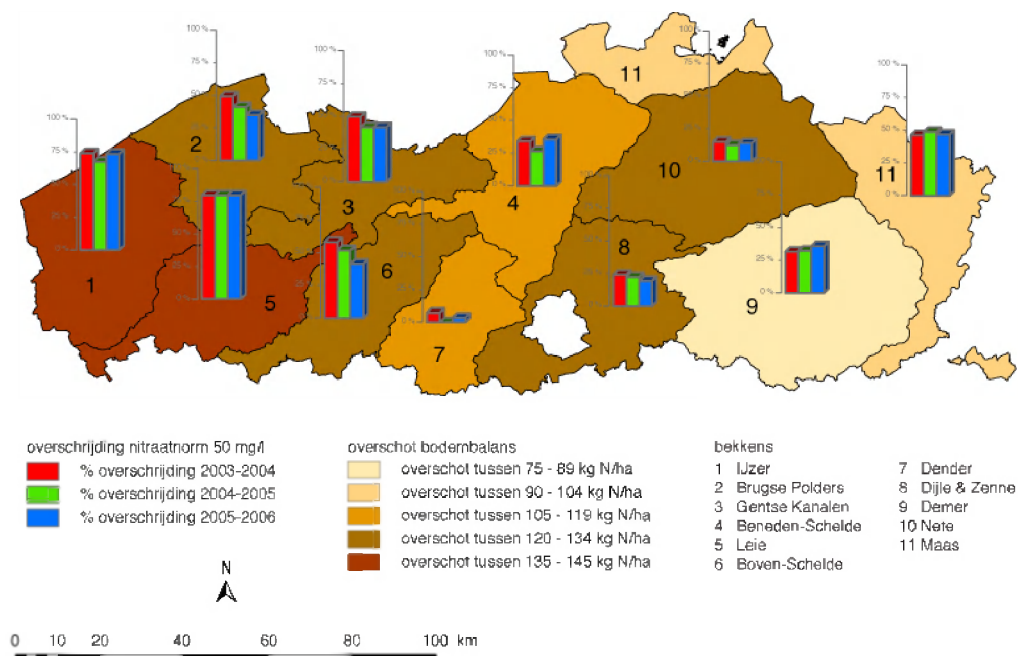
Bron: ILVO-L&M op basis van FOD Economie, VLM, VMM, Vito, BLIK, ECOCERT, Viaene et al. en Vlaco

2.2 | Overschot op de bodembalans en 5.2 | Stikstof in oppervlaktewater). In het winterjaar 2005 – 2006 werd in 42 % van de meetpunten van het MAP-meetnet minstens één maal een overschrijding van de 50 mg nitraat/l vastgesteld. Daarom werd de relatie tussen de balanscomponenten van de bodembalans en de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater nader onderzocht op het niveau van 11 bekkens in Vlaanderen. De opdeling naar de 11 bekkens werd gedaan volgens de Vlaams Hydrografische Atlas.

Uit deze analyse komen duidelijke verschillen tussen de bekkens naar voor (Figuur 19). In de periode tussen juli 2003 en juni 2006 (3 winterjaren) werd telkens het grootste percentage overschrijding gevonden in het Leiebekken (gemiddeld 80 %) gevolgd door het IJzerbekken (gemiddeld 72 %). Het laagste percentage overschrijding werd gevonden in het Denderbekken (gemiddeld 4 %) gevolgd door het Netebekken (gemiddeld 14 %). Er werd telkens ook een zeer goede correlatie gevonden tussen de gemiddelde nitraatconcentratie en het percentage overschrijdingen van de nitraatnorm, met een correlatiecoëfficiënt ( $r$ ) van 0,87 (Tabel 3).



**Figuur 19: Overschot op de bodembalans stikstof (gemiddelde 2003-2005) en % overschrijding van de nitraatnorm (2003/2004 - 2005/2006), volgens bekken (Vlaanderen, 2003-2006).**



Bron: ILVO op basis van VMM, Mestbank en eigen berekeningen

**Tabel 3: Gemiddelde nitraatconcentratie in oppervlaktewater, percentage overschrijding van de norm vergeleken met het overschot op de bodembalans en de elementen van de bodembalans (Vlaanderen, gemiddelde waarde 2003-2005)**

| bekkenr    | naam bekken           | gemiddelde<br>nitraatconcentratie | % overschrijding<br>norm | overschot<br>bodem-balans | dierlijke N-<br>productie | dierlijk<br>mestgebruik | kunstmest-<br>gebruik | N-depositie | gewasafvoer | NH <sub>3</sub> -emissie |
|------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| 1          | IJzer                 | 8,39                              | 72%                      | 136,4                     | 314,1                     | 268,3                   | 110,0                 | 43,2        | 215,3       | 78,9                     |
| 2          | Brugse Polders        | 4,41                              | 42%                      | 118,4                     | 342,9                     | 287,1                   | 109,4                 | 41,9        | 248,2       | 78,3                     |
| 3          | Gentse Kanalen        | 4,05                              | 45%                      | 119,4                     | 333,3                     | 270,4                   | 111,5                 | 43,1        | 238,7       | 73,0                     |
| 4          | Beneden-Schelde       | 4,66                              | 32%                      | 116,1                     | 243,0                     | 263,1                   | 99,5                  | 35,3        | 233,4       | 54,3                     |
| 5          | Leie                  | 9,03                              | 80%                      | 134,9                     | 354,4                     | 270,7                   | 98,5                  | 51,3        | 212,9       | 81,8                     |
| 6          | Boven-Schelde         | 6,48                              | 51%                      | 133,4                     | 193,6                     | 232,4                   | 116,7                 | 38,1        | 222,9       | 39,8                     |
| 7          | Dender                | 2,85                              | 4%                       | 114,5                     | 166,5                     | 238,0                   | 111,2                 | 30,6        | 239,6       | 31,8                     |
| 8          | Dijle Zenne           | 5,45                              | 22%                      | 117,8                     | 105,9                     | 167,3                   | 134,2                 | 31,2        | 200,0       | 21,2                     |
| 9          | Demer                 | 5,41                              | 33%                      | 83,2                      | 126,5                     | 167,6                   | 98,5                  | 26,6        | 188,4       | 27,9                     |
| 10         | Nete                  | 3,07                              | 14%                      | 119,8                     | 301,7                     | 305,2                   | 89,3                  | 32,5        | 250,7       | 62,6                     |
| 11         | Maas                  | 7,02                              | 47%                      | 98,2                      | 371,4                     | 288,3                   | 89,2                  | 38,4        | 243,7       | 81,1                     |
| Correlatie | gem nitraatconc       | 1                                 | 0,870                    | 0,32                      | 0,29                      | -0,01                   | -0,04                 | 0,58        | -0,44       | 0,35                     |
|            | % overschrijding      |                                   | 1                        | 0,44                      | 0,55                      | 0,25                    | -0,09                 | 0,79        | -0,25       | 0,63                     |
|            | overschot balans      |                                   |                          | 1                         | 0,30                      | 0,37                    | 0,36                  | 0,57        | 0,11        | 0,33                     |
|            | dierlijke N-productie |                                   |                          |                           | 1                         | 0,89                    | -0,52                 | 0,75        | 0,58        | 0,97                     |
|            | dierlijk mestgebruik  |                                   |                          |                           |                           |                         | -0,549                | 0,546       | -0,804      | 0,845                    |

correlatie: Pearson correlatie coëfficiënten

significantie van de correlatie:

> 99 %

95 - 99 %

90 - 95 %

Correlaties met een lager significantieniveau worden als niet significant beschouwd.

Bij het overschot op de bodembalans worden ook grote verschillen waargenomen tussen de verschillende bekkens. Er zijn bekkens die bijna aan de doelstelling van 70 kg N/ha overschot op de bodembalans voldoen (Demerbekken: 83 kg N/ha; Maasbekken: 98 kg N/ha), maar er zijn ook bekkens die nog ver van deze doelstelling verwijderd zijn (IJzerbekken: 136 kg N/ha, Leiebekken: 135 kg N/ha, Boven-Schelde: 133 kg N/ha). De hoogste overschotten op de bodembalans worden teruggevonden voor de bekkens met het hoogste percentage overschrijdingen van nitraatconcentraties in het oppervlaktewater, nl. in het IJzerbekken, het Leiebekken en het Boven-Scheldebekken. Anderzijds worden de laagste overschotten berekend voor het Demerbekken en het Maasbekken en niet voor het Denderbekken en het Netebekken, waar het laagste percentage overschrijding van de nitraatnorm wordt gemeten. Er bestaat dus een significante, maar eerder lage correlatie tussen het overschot op de bodembalans en het percentage overschrijding van de nitraatconcentratie ( $r = 0,44$ ). Dit is te verklaren doordat de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater afhangt van veel weerkundige, landbouwkundige en bodemkundige factoren die inspelen op het N-transport van de landbouwbodem naar het oppervlaktewater.

Zeer opvallend is de significante, maar relatief lage correlatie tussen het percentage overschrijding van de nitraatnorm en de dierlijke mestproductie per bekken ( $r=0,55$ ). Dit terwijl de dierlijke mest die toegediend wordt op de bodem (dierlijk mestinput) en het kunstmestgebruik niet rechtstreeks significant gecorreleerd zijn met het percentage overschrijding van de nitraatnorm. Een verklaring hiervoor ligt o.a. in het feit dat de gebruikte hoeveelheid mest afhankelijk is van het in hoofdzaak geteelde gewas in een bepaalde regio. Het dierlijke mestgebruik per hectare is daarnaast ook sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van dierlijke mest, hoe hoger de mestproductie hoe meer dierlijke mest en hoe minder kunstmest er gebruikt wordt. Dit blijkt uit de negatieve correlatie tussen dierlijke mestgebruik en kunstmestgebruik ( $r = -0,55$ ).

De N-afvoer van gewassen is negatief gecorreleerd met de gemiddelde nitraatconcentratie in het oppervlaktewater ( $r=-0,44$ ). Een hogere gewasafvoer gaat samen met een lagere gemiddelde nitraatconcentratie in het oppervlaktewater.

Ten slotte valt op te merken dat er een sterke correlatie bestaat tussen de N- depositie en het percentage overschrijding van de nitraatnorm ( $r=0,80$ ). Dit kan verklaard worden doordat de hoeveelheid stikstof via depositie sterk afhankelijk is van de dierlijke mestproductie (meer bepaald van de  $\text{NH}_3$ -emissie).

Over het algemeen zijn de gevonden correlaties statistisch gezien zwak of weinig significant. Dit is gedeeltelijk te wijten aan het beperkte aantal bekkens. Zo kan er een grote verscheidenheid zijn binnen een bepaald bekken bestaan. Zo is het Maasbekken gespreid over NO- Limburg en N- Antwerpen. Ook werd er geen rekening gehouden met kwetsbare gebieden, natuurgebieden, e.d. binnen de bekkens en werden al deze gebieden op dezelfde manier behandeld.

Toch kan gesteld worden dat er een relatie bestaat tussen het berekende N- overschot op de bodembalans en de gemeten nitraatconcentraties in het oppervlaktewater. Het is aangewezen om dit onderzoek nog verder te verfijnen. Deze verfijning moet dan meer rekening houden met de variatie die er bestaat tussen de verschillende gebieden. Bovendien moet er een verdere verfijning gebeuren van de verschillende in- en uitgaande nutriëntenstromen.

Een correlatie tussen de bodembalansen en de gemeten nitraatgehaltes in het grondwater kon in het kader van een gelijkaardige oefening niet worden vastgesteld. Dat heeft vooral te maken met de vrij complexe systematiek van nitraattransport en nitraatafbraak in de ondergrondse watervoerende lagen. Het grondwatermeetnet wordt bovendien ingedeeld in hydrogeologisch homogene zone, die niet overeenkomen met de bekkenindeling. Dit heeft een fysische betekenis: de gelaagdheid van de ondergrond bepaalt de transportsnelheid en afbraak van nitraten. Op niveau van de hydrogeologisch homogene zones worden dan ook grote verschillen gemeten qua nitraattransportsnelheden (tijdsfactor) en nitraatverwijdering.

Voor een correlatie met de bodembalansen moet met een hele reeks randvoorwaarden rekening worden gehouden, die tot op heden nog niet allemaal goed gekend zijn.

## 2.6 | Belasting van het grondwater door mestgebruik in de landbouw

### *Stikstofuitspoeling naar het grondwater*

Stikstofuitspoeling uit de bodemlagen naar het grondwater is voor Vlaanderen slechts indicatief te benaderen omwille van de variaties van bodem- en sedimentmateriaal. Bodem en sedimentmateriaal hebben een belangrijke invloed op de doorlatendheid, de transportsnelheid en de afbraakcapaciteit van stikstofverbindingen, hierbij vooral nitraat. Bovendien moet er ook met de verschillende dikte van de onverzadigde zones van de bovenste watervoerende laag rekening worden gehouden.

Voor een indicatieve benadering van de stikstofuitspoeling, die het grondwater bereikt, kunnen de meetresultaten van het freatische grondwatermeetnet (ook MAP-meetnet grondwater) van 2004 tot 2006 worden gebruikt. De evaluatie gebeurt op basis van de verschillende hydrogeologisch homogene zones en hun subzones - delen van hydrogeologisch homogene zones in de sinds voor de drinkwatervoorziening afgebakende nitraatgevoelige gevoelige gebieden (nit1) (zie 5.4 | Nutriënten in grondwater). Alleen de metingen in de bovenste bemonsterde filters per meetnetput (gemiddeld 1 - 2 m onder de grondwatertafel) worden gebruikt, verondersteld dat hier de meest recente grondwateraanvulling gebeurt.

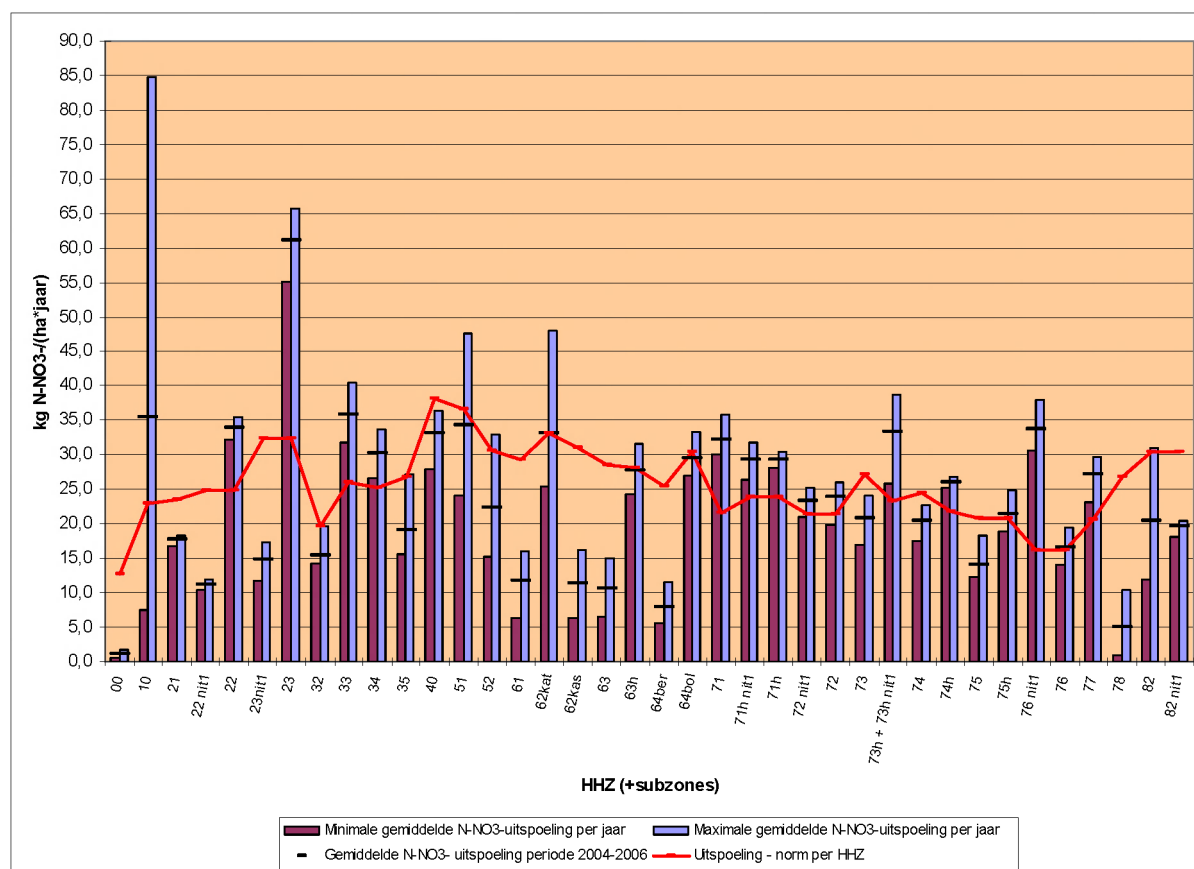
Op zoneniveau is met de gemiddelde jaarlijkse grondwateraanvulling rekening gehouden. Deze kan variëren tussen 112 mm (l/m<sup>2</sup>) voor de zone van de Polders tot 338 mm voor de zone van de Noorder-Kempen. Voor heel Vlaanderen bedraagt, volgens recente berekening, de gemiddelde grondwateraanvulling 220 mm per jaar (De Smedt et al., 2004).

De potentiële stikstofuitspoeling naar het grondwater in Figuur 20 is berekend als volgt:

- grondwateraanvulling x nitraatconcentratie in bovenste grondwater x procesfactor
  - met grondwateraanvulling variërend volgens de HHZ
  - nitraatconcentratie uitgemiddeld per HHZ
  - procesfactor = 1, dit wil zeggen dat er wordt verondersteld dat alle nitraatstikstof aangetroffen in het grondwater afkomstig is uit hogere lagen zonder dat daarbij denitrificatie over overstroom naar oppervlaktewater optrad.

Figuur 20 toont de gemiddelde potentiële nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater per hydrogeologisch homogene zone of subzone. Bijkomend zijn hier de maximale en minimale uitspoeling meegenomen; op basis van de verschillende meetcampagnes opgenomen, om mogelijke variaties aan te tonen. De uitspoelingsnorm is de potentiële uitspoeling die zou leiden tot een nitraatconcentratie van 50 mg nitraat/l. Bij een nitraatuitspoeling hoger dan de uitspoelingsnorm is er dus een overdadige uitspoeling die leidt tot een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg nitraat/l. Figuur 21 geeft de zonevariaties voor heel Vlaanderen op kaart weer.

**Figuur 20: Potentiële nitraatuitspoeling ( $\text{NO}_3^-$ ) naar het bovenste grondwater per zone (Vlaanderen, 2004-2006)**



Bron: VMM, afdeling Water

| HHZ       | Naam van de zones                                | Minimale<br>gemiddelde<br>N-NO3-<br>uitspoeling<br>per jaar | Maximale<br>gemiddelde<br>N-NO3-<br>uitspoeling<br>per jaar | Gemiddelde<br>N-NO3-<br>uitspoeling<br>periode 2004-<br>2006 | Uitspoeling -<br>norm per<br>HHZ | Aanvulling<br>(mm) |
|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 00        | Polders (verzilde gebieden)                      | 0,5                                                         | 1,8                                                         | 1,2                                                          | 12,6                             | 112                |
| 10        | Duingebieden                                     | 7,5                                                         | 84,9                                                        | 35,4                                                         | 22,9                             | 203                |
| 21        | Vlaamse Vallei (+bijrivieren en<br>kustvlakte)   | 16,9                                                        | 18,4                                                        | 17,6                                                         | 23,5                             | 208                |
| 22 nit1   | Maas-Rijn-afzettingen                            | 10,5                                                        | 11,9                                                        | 11,2                                                         | 24,8                             | 220                |
| 22        | Maas-Rijn-afzettingen                            | 32,3                                                        | 35,4                                                        | 34,0                                                         | 24,8                             | 220                |
| 23nit1    | Hoogterras-afzettingen                           | 11,8                                                        | 17,4                                                        | 14,9                                                         | 32,3                             | 286                |
| 23        | Hoogterras-afzettingen                           | 55,1                                                        | 65,6                                                        | 61,2                                                         | 32,3                             | 286                |
| 32        | Dun quartair dek boven Ieperiaan klei            | 14,2                                                        | 19,6                                                        | 15,3                                                         | 19,6                             | 174                |
| 33        | Dun quartair dek boven Paniseliaan klei          | 31,9                                                        | 40,4                                                        | 35,9                                                         | 26,1                             | 231                |
| 34        | Dun quartair dek boven Bartoon klei              | 26,5                                                        | 33,6                                                        | 30,3                                                         | 25,2                             | 223                |
| 35        | Dun quartair dek boven Rupel klei                | 15,7                                                        | 27,1                                                        | 19,0                                                         | 26,8                             | 237                |
| 40        | Complex van de Kempen                            | 28,0                                                        | 36,4                                                        | 33,1                                                         | 38,2                             | 338                |
| 51        | Formatie van Brasschaat(+Merksplas)              | 24,0                                                        | 47,7                                                        | 34,2                                                         | 36,6                             | 324                |
| 52        | Formation van Mol                                | 15,2                                                        | 32,9                                                        | 22,4                                                         | 30,7                             | 272                |
| 61        | Formation van Lillo en Poederlee                 | 6,4                                                         | 15,9                                                        | 11,7                                                         | 29,2                             | 259                |
| 62kat     | Formatie van Kattendijk                          | 25,4                                                        | 48,0                                                        | 33,1                                                         | 33,1                             | 293                |
| 62kas     | Formatie van Kasterlee                           | 6,4                                                         | 16,2                                                        | 11,5                                                         | 31,0                             | 275                |
| 63        | Formatie van Diest                               | 6,6                                                         | 15,1                                                        | 10,6                                                         | 28,6                             | 253                |
| 63h       | Formatie van Diest in de heuvelstreken           | 24,3                                                        | 31,5                                                        | 27,7                                                         | 28,2                             | 250                |
| 64ber     | Formatie van Berchem                             | 5,5                                                         | 11,6                                                        | 7,8                                                          | 25,5                             | 226                |
| 64bol     | Formatie van Bolderberg                          | 27,0                                                        | 33,4                                                        | 29,6                                                         | 30,5                             | 270                |
| 71        | Zanden van Brussel                               | 30,0                                                        | 35,8                                                        | 32,2                                                         | 21,7                             | 192                |
| 71h nit1  | Zanden van Brussel in de heuvelstreken           | 26,5                                                        | 31,9                                                        | 29,2                                                         | 23,8                             | 211                |
| 71h       | Zanden van Brussel in de heuvelstreken           | 28,2                                                        | 30,4                                                        | 29,3                                                         | 23,8                             | 211                |
| 72 nit1   | Onder-Oligoceen (Tongeren + Bilzen)              | 21,1                                                        | 25,2                                                        | 23,4                                                         | 21,3                             | 189                |
| 72        | Onder-Oligoceen (Tongeren + Bilzen)              | 19,9                                                        | 26,0                                                        | 23,9                                                         | 21,3                             | 189                |
| 73        | Ledo-Paniseliaan                                 | 17,0                                                        | 24,1                                                        | 20,8                                                         | 27,2                             | 241                |
| 73h + 73h | Ledo-Paniseliaan in de heuvelstreken             | 25,8                                                        | 38,8                                                        | 33,3                                                         | 23,3                             | 206                |
| 74        | Zanden van Egem                                  | 17,6                                                        | 22,8                                                        | 20,4                                                         | 24,4                             | 216                |
| 74h       | Zanden van Egem in de heuvelstreken              | 25,3                                                        | 26,8                                                        | 26,0                                                         | 21,8                             | 193                |
| 75        | Zanden van Mons-en-Pévèle                        | 12,3                                                        | 18,2                                                        | 14,1                                                         | 20,8                             | 184                |
| 75h       | Zanden van Mons-en-Pévèle in de<br>heuvelstreken | 18,9                                                        | 24,8                                                        | 21,3                                                         | 20,9                             | 185                |
| 76 nit1   | Landeniaan                                       | 30,7                                                        | 38,0                                                        | 33,7                                                         | 16,1                             | 143                |
| 76        | Landeniaan                                       | 14,1                                                        | 19,4                                                        | 16,7                                                         | 16,1                             | 143                |
| 77        | Heersiaan                                        | 23,1                                                        | 29,8                                                        | 27,2                                                         | 20,7                             | 183                |
| 78        | Formatie van Eigenbilzen                         | 1,0                                                         | 10,4                                                        | 5,0                                                          | 26,8                             | 237                |
| 82        | Krijtafzettingen                                 | 11,9                                                        | 31,1                                                        | 20,4                                                         | 30,5                             | 270                |
| 82 nit1   | Krijtafzettingen                                 | 18,1                                                        | 20,5                                                        | 19,6                                                         | 30,5                             | 270                |

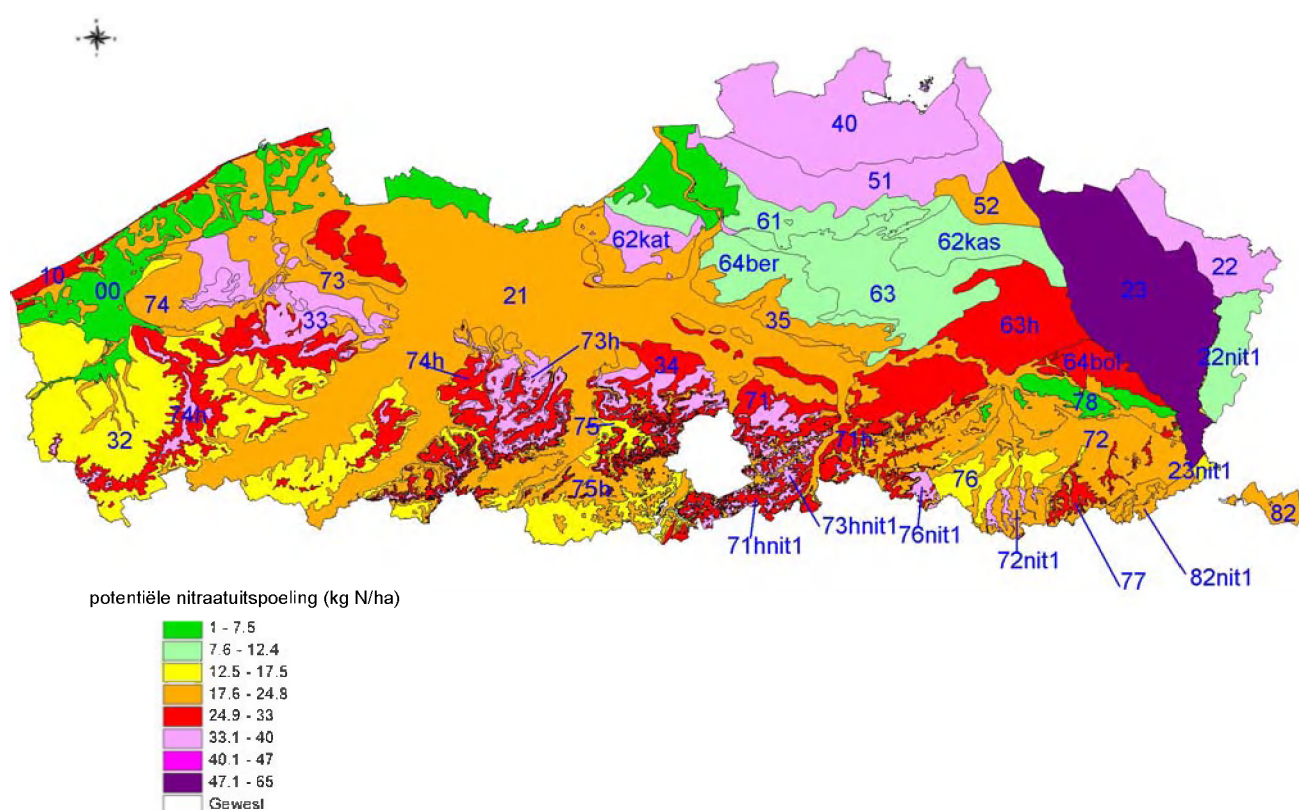
Er is een significante spreiding van de stikstofuitspoeling waar te nemen bij een vergelijking van de verschillende zones. De betrouwbaarheid van de resultaten hangt uiteraard van het aantal beschikbare meetpunten en metingen per zone af. Weinig gegevens zijn voor de zone van de Duinafzettingen (code 10) beschikbaar. De grote variatie in Figuur 20 is dan ook te wijten aan de aanwezigheid van slechts twee putten met sterk gewijzigde meetresultaten over de onderzochte meetperiode, zodat de gegevens voor deze zone niet werkelijk representatief zijn. Voor andere zones zijn dergelijke effecten niet vast te stellen, gezien het grotere aantal beschikbare meetpunten en de beperkte variatie op de meetresultaten.

De rode lijn in Figuur 20 toont de maximale stikstofuitspoeling, die de waterverzadigde zone mag bereiken, opdat in het grondwater de nitraatnorm van 50 mg per liter niet overschreden mag worden. Voor 17 van de 38 zones wordt op een gemiddelde basis deze waarde overschreden.

Een lage input wordt dan weer voor zones als de Polders (00), de Formatie van Eigenbilzen (78), de Formatie van Diest in de vlakke gebieden (63) en de Formatie van Berchem (64ber) vastgesteld.

In deze statistiek is niet met mogelijke processen in de onverzadigde zone rekening gehouden, zodat de uitspoeling vanuit de bodemlaag bij 90 cm diepte als volledig wordt aanzien (procesfactor = 1). Volgens een Nederlandse studie (Schröder, 2005) is dit realistisch voor droge zandgronden onder akkerland. Voor nat zand, leem en klei is de uitspoelingsfractie naar grondwater duidelijk kleiner, waarbij een groter deel naar het oppervlaktewater wordt verplaatst. Onder grasland is het uitspoelingspercentage in het algemeen lager dan onder akkerland.

*Figuur 21: Gemiddelde potentiële stikstofuitspoeling naar het grondwater per HHZ en subzones (Vlaanderen, 2004- 2006)*



Bron: VMM

### Fosfaatuitspoeling naar grondwater

Over de fosfaatbelasting van het grondwater kan worden gezegd, dat er tot op heden geen aanwijzingen zijn voor significante uitspoelingen naar het grondwater toe. Het merendeel van de fosfaatverliezen wordt in de diepere bodemlaag of in de onverzadigde zone geadsorbeerd of gecompliceerd. Men moet wel beseffen, dat het tot een doorslag van hogere fosfaatconcentraties naar het grondwater kan komen eens de tussenliggende bodem- en sedimentlagen fosfaatverzadigd zijn geraakt. Meer informatie over fosfaatverzadiging is te vinden in 4.2 | Fosfaatverzadiging landbouwgronden.

Een overzicht van de nutriëntenconcentraties in grondwater is gegeven in 5.4 | Nutriënten in grondwater.

## 2.7 | Evaluatie en maatregelen

Bemestingsnormen bepalen hoeveel mest kan uitgereden worden op landbouwgrond. Dit omvat zowel beperkingen voor dierlijke mest als voor kunstmest. Heel Vlaanderen is sinds 1 januari 2007 aangeduid als kwetsbaar gebied water. Voor grasland en mais gelden afwijkingen (derogatie). Daarnaast zijn ook speciale zones aangeduid met verlaagde bemestingsnormen voor natuur, fosfaatverzaaid gebied en drinkwaterwinningsgebied. Voor een uitgebreid overzicht van de huidige geldende bemestingsnormen wordt verwezen naar de publicatie Normen en richtwaarden van de VLM (VLM, 2007). Fosfaatverzaaid gebied komt aan bod onder 4.2 | Fosfaatverzaaiing landbouwgronden. Zones met bemestingsnormen natuur wordt besproken op [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be) (Natuurindicatoren, 2005).

### **Relatie bemestingsnormen en stikstofoverschot**

Uit simulatie blijkt dat het laagst haalbare gemiddelde bedrijfsoverschot voor de melkveebedrijven rond de 130 kg N/ha is om het quotum te kunnen vullen bij een gelijkblijvende bedrijfsstructuur (Wustenberghs *et al.*, 2006). Ook blijkt dat de norm van 170 kg N/ha een daling naar een gemiddeld bedrijfsoverschot van 160 kg N/ha brengt, wat nog steeds veraf is van de 70 kg N/ha. De bedrijven met een nu nog hoge dierlijke bemesting en laag bodemoverschot zullen een daling van hun bedrijfsoverschot tot rond de 100 kg N/ha kunnen realiseren bij een bemestingslimiet van 170 kg N/ha. Dit zijn ook de bedrijven met de laagste melkproductiviteit.

Als het huidige beleid, dat gericht is op bemestingsnormen per hectare, de beweegruimte van de melkveebedrijven beperkt lijkt het erop dat de melkveebedrijven met een huidige hoge bemestingsgraad maar laag bedrijfsoverschot de meeste toekomstmogelijkheden behouden.

Deze resultaten moeten echter geïnterpreteerd worden in het licht van de gehanteerde assumpties. De meest doorslaggevende assumptie is de veronderstelling dat de melkproductie constant is en dat de technische efficiëntie van een bedrijf niet verbeterd kan worden. Deze assumptie kan zeker op een wat langere termijn niet worden volgehouden. Op langere termijn zal de productiviteit van de melkkoe blijven stijgen. De vraag blijft of een verscherping van het milieubeleid een technologische verschuiving binnen alle melkveebedrijven zal teweeg brengen, dan wel de overname van de volgens de wetgeving minst milieu-efficiënte bedrijven door de meest milieu-efficiënte bedrijven.

### **Vergoedingen in kwetsbaar gebied natuur buiten de beheerovereenkomsten**

Om percelen met een bemestingsverbod (2 GVE) die niet in aanmerking komen voor één of andere beheerovereenkomst toch enigszins te compenseren, werd de vergoeding natuur in het leven geroepen. Ze wil het productieverlies dat de landbouwers leiden door het nulbemestingsregime compenseren. Deze vergoeding ging van start vanaf 2003 en kan jaarlijks aangevraagd worden.

Indien deze vergoeding aangevraagd wordt, verbindt men er zich toe om op het betreffende perceel géén bestrijdingsmiddelen te gebruiken, met uitzondering van de pleksgewijze bestrijding van distels. Op percelen die begraasd worden dient een begrazingsregister bijgehouden te worden.

De voorwaarde voor het uitbetalen van de vergoeding is dat er géén overtredingen op het bemestingsverbod of tegen het decreet op het natuurbehoud mogen begaan zijn. Aldus werd in 2003 65 % van de in aanmerking komende oppervlakte vergoed. In 2004 werd zo'n 65 % van de in aanmerking komende oppervlakte vergoed.

Voor meer informatie: zie Voortgangsrapport Mestbank 2005



**Beheerovereenkomsten binnen het mestdecreet**

Binnen het mestdecreet worden twee soorten beheerovereenkomsten tussen landbouwer en Vlaamse overheid voorzien: één voor de kwetsbare gebieden die de bescherming van de drinkwaterproductie tot doel hebben, de zogenaamde kwetsbare zones water, en één voor landbouw in de natuurgebieden, de zogenaamde kwetsbare zone natuur.

Deze beheerovereenkomsten zijn een contract tussen landbouwer en overheid voor 5 jaar. In de kwetsbare zones water bestaat het maatregelenpakket er uit dat de landbouwer 20 % minder bemest dan toegelaten volgens de Nitraatrichtlijn: dit komt neer op 140 kg N/ha uit dierlijke mest, eventueel aangevuld met andere meststoffen. In niet kwetsbaar gebied bedraagt de gemiddelde toegestane stikstofbemesting uit dierlijke 230 kg N/ha. Het principe is dat van de toegediende stikstofbemesting in het voorjaar, een gedeelte door de planten wordt opgenomen en dat de hoeveelheid stikstof die na de oogst achterblijft in de bodem en kan uitspoelen, beperkt is. Als resultaatsverbintenis is opgenomen dat de hoeveelheid nitraat in de bodem in het najaar, niet meer mag bedragen dan 90 kg stikstof/ha, door middel van een jaarlijkse staalname door de boer zelf uitgevoerd. Jaarlijks controleert de Mestbank 5 % van alle landbouwers met een beheerovereenkomst. Indien het resultaat lager is dan 90 kg/ha, wordt een vergoeding uitbetaald, die aangevuld wordt met een supplement, dat hoger is naarmate het nitraatresidu lager is. Wanneer dit resultaat niet wordt behaald, dan verliest de landbouwer in eerste instantie zijn vergoeding. Wordt op eenzelfde perceel gedurende de looptijd vastgesteld dat de contractuele bepalingen een tweede maal niet worden nageleefd, dan stopt de beheerovereenkomst voor dat perceel. Het perceel is bovendien uitgesloten voor een nieuwe beheerovereenkomst gedurende de twee volgende jaren.

In de natuurgebieden bestaat het pakket uit het beheer en het behoud van de natuurwaarde van bepaalde soorten halfnatuurlijke en soortenrijke graslanden. Hiervoor wordt een bemestingsregime opgelegd waarbij alleen een beperkte begrazing met rundvee wordt toegelaten (2 GVE/ha).

In 2002 werd 61 236 ha cultuurgrond aangegeven, die in aanmerking kan komen voor een beheerovereenkomst water (kwetsbare zone water). Er werd ook 6 744 ha permanent grasland geregistreerd dat in aanmerking kan komen voor een beheerovereenkomst natuur, mits de biologische waardering van het grasland hoog genoeg is. Op 30 % hiervan werd een beheerovereenkomst natuur gesloten. Op 7 % hiervan werd een beheerovereenkomst '100 kg N uit chemische meststoffen/ha' gesloten. Het aantal beheerovereenkomsten natuur is aan de lage kant.

*Figuur 22: Oppervlakte onder beheerovereenkomst water en natuur in kader van het mestdecreet (Vlaanderen, 2000-2005)*

oppervlakte (ha)



|                            | 2000  | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   |
|----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| beheerovereenkomst natuur* | 1 362 | 1 597  | 1 722  | 1 789  | 2 156  | 1 335  |
| beheerovereenkomst water** |       | 21 830 | 23 649 | 24 682 | 26 253 | 27 265 |

\* toestand op 1 oktober

\*\* toestand op 1 januari

Bron: VLM, Voortgangsrapport Mestbank 2006 en INBO ([www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be))

In de loop van de jaren sloten nog heel wat landbouwers een beheerovereenkomst water. De oppervlakte die nieuw onder contract kwam, compenseerde de oppervlakte waarvoor de VLM de beheerovereenkomst beëindigde als gevolg van de vaststelling van 2 overtredingen van de contractvoorwaarden. In totaal werd al voor ongeveer 9 000 ha aan contractoppervlakte verbroken, voornamelijk omdat tweemaal een te hoog nitraatresidu werd opgemeten. Gemiddeld wordt elk jaar voor ongeveer 70 % van de oppervlakte een vergoeding uitgekeerd.

Teneinde de landbouwers een overzicht te geven van het aanbod beheerovereenkomsten binnen de Vlaamse overheid bouwde de VLM samen met ABKL, ALT en AMINAL een e-loket uit met achtergrondinformatie, contactadressen, downloadbare formulieren en regelgeving over de beheerovereenkomsten. Het e-loket heet eHorizon en is terug te vinden op [www.ehorizon.be](http://www.ehorizon.be).

### 3 | Indicatoren voor milieudruk vanuit industrie, huishoudens en overige sectoren

#### 3.1 | Vermestende emissie en aandeel doelgroepen

De indicator vermestende emissie geeft een overzicht van de nutriëntenstromen stikstof en fosfor die in het milieu te recht komen, uitgestoten door activiteiten op Vlaams grondgebied, en bijdragen aan de vermesting. Dit is de som van alle vermestende emissies stikstof en fosfor in de compartimenten bodem, water en lucht. De werking van stikstof en fosfor verklaart de vermesting voor meer dan 95 % (van Esch, 1996). De emissie-indicator is daarom voor deze twee stoffen opgemaakt. Aan elke deelstroom is een sector toegewezen die deze emissie veroorzaakt (Tabel 4). De vermestende stikstofemissie omvat geen lachgas- en stikstofgasemissies omdat die geen bijdrage leveren aan vermesting. Deposities op Vlaamse bodem zijn niet in rekening gebracht omdat die op hun beurt voortkomen uit Vlaamse en buitenlandse emissies.

*Tabel 4: Berekening van de vermestende N- en P-emissie met toewijzing aan de doelgroepen.*

| Omschrijving                                                                            | Doelgroep                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>N-emissie totaal</i>                                                                 |                                                          |
| 1. overschot nutriëntenbalans landbouw minus lachgas en stikstofgasemissie en depositie | landbouw                                                 |
| 2. N-gassen: emissie onder de vorm van NO <sub>x</sub> en NH <sub>3</sub>               |                                                          |
| industrie                                                                               | industrie                                                |
| elektriciteitscentrales & raffinaderijen                                                | energie                                                  |
| gebouwenverwarming                                                                      | huishoudens                                              |
| serreverwarming & werktuigen                                                            | landbouw                                                 |
| gebouwenverwarming                                                                      | handel & diensten                                        |
| wegverkeer                                                                              | transport                                                |
| vliegtuigverkeer                                                                        |                                                          |
| 3. afvalwater                                                                           | huishoudens<br>industrie<br>energie<br>handel & diensten |
| 4. gestorte afvalstoffen                                                                |                                                          |
| gestort huisvuil                                                                        | huishoudens                                              |
| gestort slib Aquafin                                                                    | huishoudens<br>industrie<br>energie<br>handel & diensten |
| <i>P-emissie totaal</i>                                                                 |                                                          |
| 1. overschot nutriëntenbalans landbouw                                                  | landbouw                                                 |
| 2. afvalwater                                                                           | huishoudens<br>industrie, energie<br>handel & diensten   |
| 3. gestorte afvalstoffen                                                                |                                                          |
| gestort huisvuil                                                                        | huishoudens                                              |
| gestort slib Aquafin                                                                    | huishoudens<br>industrie<br>energie<br>handel & diensten |

De afbakening van deze sectoren is aangegeven in MIRA-T 2002 p. 41.

## Doelstellingen

De doelstellingen voor de indicator vermestende emissie zijn indicatief en niet wettelijk vastgelegd. Ze zijn samengesteld uit diverse doelstellingen per compartiment, waarvan enkele wel wettelijk bindend zijn. Aangezien de deeldoelstellingen uiteenlopende tijdshorizonten hebben van 2007 tot 2012, werd de tijdshorizont op 2010 gelegd.

Voor stikstof geldt een totale doelstelling van 107,9 miljoen kg N:

- Voor het overschot stikstofbalans van het landbouwsysteem (exclusief  $\text{NH}_3$ ) wordt uitgegaan van het MINA-plan 3: 70 kg N/ha tegen 2007, aan het landbouwareaal van volgens de 15-meitelling 2001 is dit  $70 \times 635.000 \text{ ha} = 44,45 \text{ kton N}$ . Omdat de niet-vermestende emissies zoals  $\text{N}_2$ -gas en  $\text{N}_2\text{O}$ -gas niet in rekening gebracht worden in deze emissie-indicator, dient hier ook geen rekening meegehouden bij de bepaling van de doelstelling. Voortgaande op de aanname dat naar schatting 50 % van het overschot op de bodembalans door denitrificatie wordt afgebroken tot vluchtige N-verbindingen ( $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , NO), halveert dit de doelstelling tot 22,23 kton N (Vlassak.& Hofman, 1999).
- Voor emissies via afvalwater naar het oppervlaktewater wordt uitgegaan van de doelstelling van de derde Noordzeeconferentie (NZC): 50 % reductie ten opzichte van 1985 tegen 1995. Dit wordt voor de doelgroepen industrie en huishoudens in rekening gebracht. Dit komt overeen met 20 miljoen kg stikstof. Dit is de helft van de uitstoot in 1985 op basis van de Vlaamse fiches voor de rapportage voor de 4<sup>de</sup> NZC in 1995.
- Voor de luchtemissies:
  - $\text{NO}_x$ : NEM-emissieplafond van 28,6 kton N (zie MIRA Achtergronddocument Verzuring) (EU-richtlijn Nationale Emissiemaxima)
  - $\text{NH}_3$ : NEM-emissieplafond 2010: 37,1 miljoen kg N (hoofdzakelijk door landbouw te realiseren); (zie MIRA Achtergronddocument Verzuring)
- Voor storten huisvuil en waterzuiveringslib zijn geen kwantitatieve doelstellingen opgenomen. Doelstellingen zijn hier geen storten meer (huisvuil) en voor slib een stortverbod voor slib dat niet gebruikt wordt in afdichtlagen (ontwerp uitvoeringsplan slib). Slib gestort in afdeklagen is meegenomen in de emissie-indicator. Het MINA-plan 3 (2003-2007) geeft hier geen gekwantificeerde doelstellingen aan.

Voor fosfor geldt als indicatieve doelstelling 6,7 miljoen kg, samengesteld uit:

- De indicatieve doelstelling op het overschot van de fosforbalans van het agrosysteem is 2,3 miljoen kg P (MIRA-S 2000). Deze doelstelling is gesteld op basis van doorrekening van eindbemestingsnormen MAP2bis. De MIRA-S 2000 doelstelling beoogt een verdere bescherming tegen fosfaatverzaaiing en fosfaatdoorslag beoogt.
- Voor emissies via afvalwater naar het oppervlaktewater wordt uitgegaan van de doelstelling van de derde Noordzeeconferentie: 50 % reductie ten opzichte van 1985 tegen 1995. Dit komt overeen met 4,3 miljoen kg fosfor. Dit is de helft van de uitstoot in 1985 op basis van de Vlaamse fiches voor de rapportage voor de 4<sup>de</sup> NZC in 1995.
- Voor storten huisvuil en waterzuiveringslib zijn geen kwantitatieve doelstellingen opgenomen. Doelstellingen zijn hier geen storten meer (huisvuil) en een stortverbod voor slib dat niet gebruikt wordt in afdichtlagen (uitvoeringsplan slib). Slib gestort in afdeklagen is meegenomen in de emissie-indicator. Het MINA-plan 3 geeft hier geen gekwantificeerde doelstellingen aan.

## Verloop indicator

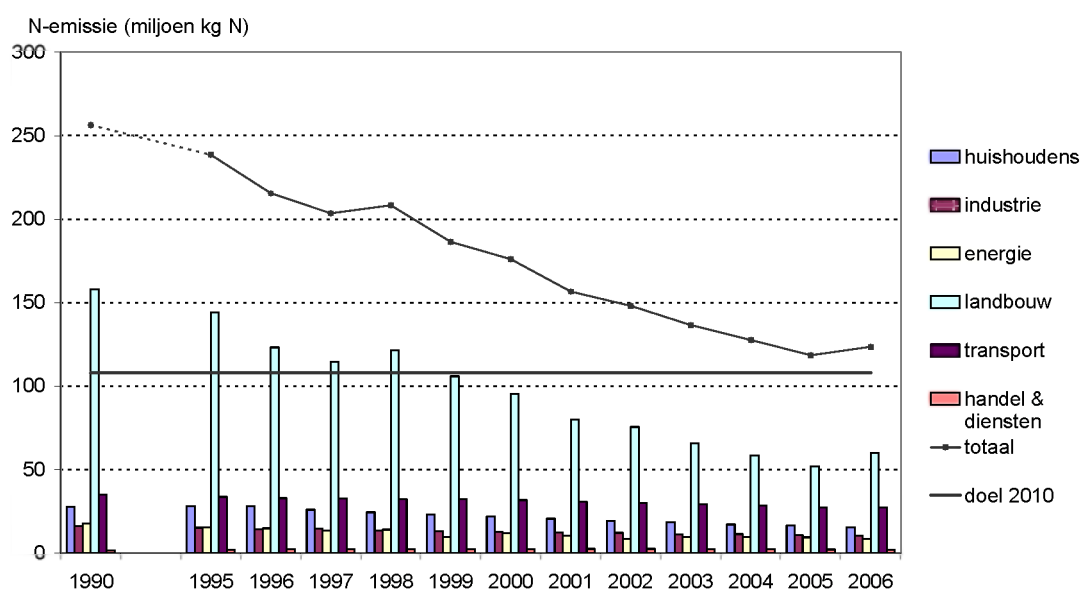
In 2006 bedroeg de vermestende stikstofemissie nog 29 % van deze in 1990. Alle sectoren droegen daaraan bij, behalve de sector handel&diensten.

Ten opzichte van 2005 steeg de emissie met 4 % en bedroeg 126 743 ton stikstof (N) in 2006 (Figuur 23). De stijging komt voort uit de stijging van de emissies naar de landbouwbodem. Dit ten gevolge van de tegenvallende oogsten in 2006, wat resulteerde in een geringere gewasonttrekking voor N en P. De sectoren huishoudens, industrie, energie en

handel&diensten realiseerden een daling, met respectievelijk -1 243 ton N, -496 ton N, -1 089 ton N en -195 ton N.

Over de periode 1990-2006 daalde de N-emissie van de landbouw door een vermindering van het aantal dieren (varkens, rundvee en pluimvee), een lagere stikstofinhoud van het voeder, een dalend kunstmestgebruik en hogere gewasopbrengsten. De emissie van industrie en transport daalden hoofdzakelijk door verminderde NO<sub>x</sub>-emissie. De uitbreiding van de rioolwaterzuiveringscapaciteit resulteerde in sterk dalende emissies van de huishoudens en industrie.

*Figuur 23: Stikstofemissie naar lucht, water en bodem voor de verschillende bronnen van vermesting (Vlaanderen, 1990-2006)*



Bron: MIRA-VMM op basis van FOD Economie, ILVO, OVAM, Aquafin, VMM

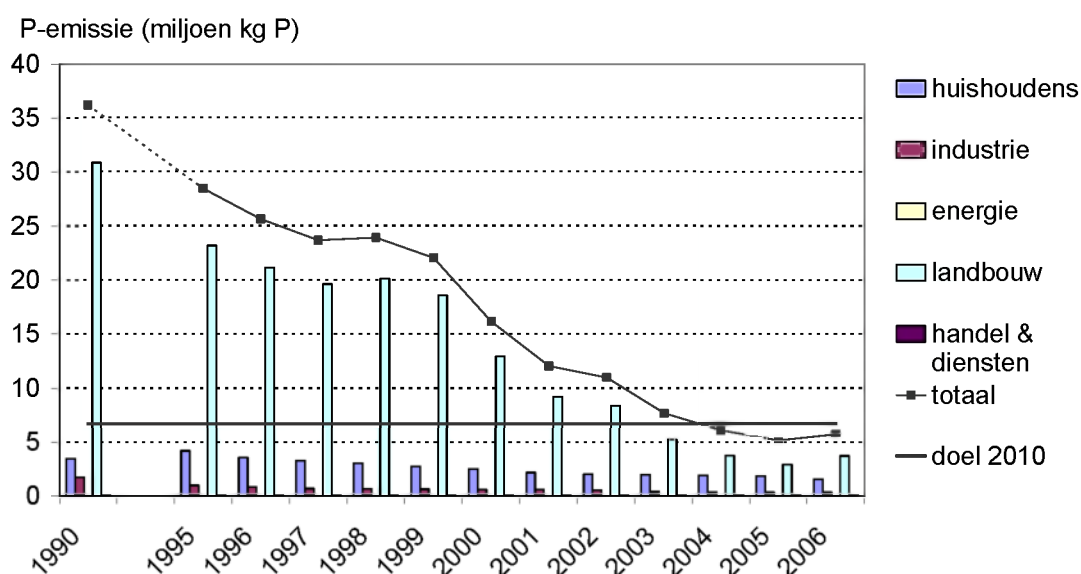
|                         | 1990         | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| huishoudens             | 27,7         | 28,2         | 28,1         | 26,0         | 24,4         | 23,1         | 22,1         |
| industrie               | 16,2         | 15,2         | 14,2         | 14,6         | 13,6         | 13,0         | 12,6         |
| energie                 | 17,8         | 15,2         | 14,8         | 13,4         | 14,0         | 9,8          | 11,9         |
| landbouw                | 158,0        | 144,1        | 123,2        | 114,6        | 121,5        | 105,8        | 95,4         |
| transport               | 35,1         | 33,6         | 32,8         | 32,5         | 32,4         | 32,4         | 31,7         |
| handel & diensten       | 1,6          | 2,1          | 2,4          | 2,3          | 2,4          | 2,3          | 2,3          |
| <b>totale N-emissie</b> | <b>256,3</b> | <b>238,5</b> | <b>215,4</b> | <b>203,4</b> | <b>208,3</b> | <b>186,4</b> | <b>176,0</b> |
|                         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         |              |
| huishoudens             | 20,6         | 19,3         | 18,5         | 17,2         | 16,6         | 15,4         |              |
| industrie               | 12,2         | 12,2         | 11,2         | 11,4         | 10,9         | 10,4         |              |
| energie                 | 10,6         | 8,6          | 9,7          | 9,8          | 9,5          | 8,4          |              |
| landbouw                | 79,9         | 75,6         | 65,7         | 58,4         | 51,8         | 60,0         |              |
| transport               | 30,9         | 29,9         | 29,2         | 28,4         | 27,4         | 27,4         |              |
| handel & diensten       | 2,5          | 2,5          | 2,3          | 2,4          | 2,2          | 2,0          |              |
| <b>totale N-emissie</b> | <b>156,6</b> | <b>148,1</b> | <b>136,6</b> | <b>127,6</b> | <b>118,4</b> | <b>123,6</b> |              |

Voor fosfor (P) bedroeg de vermestende emissie in 2006 nog 16 % tegenover 1990 en steeg met 11 % tegenover 2005 tot 5 699 ton in 2006. De stijging van het laatste jaar komt bijna geheel op rekening van de landbouw door een lagere gewasopbrengst. De verdergaande zuivering van huishoudelijk afvalwater resulteerde in een daling van de emissie met 175 ton P.

Over de periode 1990-2006 daalde de emissie van de landbouw met 92 % of 26 984 ton P. Dit komt door de daling van de veestapel en de daling van het kunstmestgebruik. De daling werd verder vooral veroorzaakt door de dalende emissie van huishoudens (1 013 ton P) en industrie (1 399 ton P) door de toegenomen afvalwaterzuivering.

De vermestende P-emissie daalde in 2004 onder de indicatieve doelstelling. Deze doelstelling is niet door het beleid gesteld, maar is de sommatie van doelstellingen voor deelstromen van de vermestende P-emissie met verschillende doeljaren. Wanneer we naar de deeldoelstelling voor afvalwaterzuivering kijken, dan blijkt dat de doelstelling voor 1995 is geformuleerd en reeds in 1998 werd gehaald. Voor de vermestende emissie van de landbouw geldt de doelstelling op de bodembalans van de landbouw, die omgerekend naar vermestende P-emissie op 2,3 miljoen kg P komt. Deze doelstelling werd nog niet gehaald.

*Figuur 24: Fosforemissie naar water en bodem voor de verschillende bronnen van vermesting (Vlaanderen, 1990-2006)*



Bron: MIRA-VMM op basis van FOD Economie, ILVO, OVAM, Aquafin, VMM

|                         | 1990         | 1995         | 1996         | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| huishoudens             | 3,44         | 4,17         | 3,57         | 3,27         | 3,00         | 2,72         | 2,51         |
| industrie               | 1,71         | 0,98         | 0,84         | 0,67         | 0,65         | 0,63         | 0,59         |
| energie                 | 0,02         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |
| landbouw                | 30,83        | 23,16        | 21,11        | 19,60        | 20,12        | 18,56        | 12,95        |
| handel & diensten       | 0,14         | 0,11         | 0,09         | 0,10         | 0,11         | 0,10         | 0,09         |
| <b>totale P-emissie</b> | <b>36,13</b> | <b>28,42</b> | <b>25,62</b> | <b>23,65</b> | <b>23,89</b> | <b>22,02</b> | <b>16,15</b> |
|                         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         |              |
| huishoudens             | 2,18         | 2,02         | 1,95         | 1,87         | 1,84         | 1,56         |              |
| industrie               | 0,57         | 0,51         | 0,44         | 0,37         | 0,32         | 0,32         |              |
| energie                 | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |              |
| landbouw                | 9,18         | 8,36         | 5,20         | 3,75         | 2,91         | 3,71         |              |
| handel & diensten       | 0,09         | 0,07         | 0,09         | 0,07         | 0,07         | 0,09         |              |
| <b>totale P-emissie</b> | <b>12,03</b> | <b>10,98</b> | <b>7,68</b>  | <b>6,08</b>  | <b>5,15</b>  | <b>5,70</b>  |              |

Figuur 24 toont de vermestende emissie voor de jaren 1990 tot 2005. Historische gegevens voor de periode '80-'90 (enkel meststoffen) zijn vermeld in MIRA-2, p. 423.

**Tabel 5: Vermestende emissie (in Meq) voor stikstof en fosfor samen (Vlaanderen, 1990-2006)**

|      | stikstof | fosfor | stikstof & fosfor |
|------|----------|--------|-------------------|
| 1990 | 25,6     | 36,1   | 62,1              |
| 1995 | 24,2     | 28,4   | 52,6              |
| 1996 | 21,9     | 25,6   | 47,5              |
| 1997 | 20,7     | 23,6   | 44,3              |
| 1998 | 21,2     | 23,9   | 45,0              |
| 1999 | 19,0     | 22,0   | 41,0              |
| 2000 | 17,9     | 16,2   | 34,1              |
| 2001 | 16,0     | 12,0   | 28,0              |
| 2002 | 15,1     | 11,0   | 26,1              |
| 2003 | 14,0     | 7,7    | 21,7              |
| 2004 | 13,1     | 6,1    | 19,2              |
| 2005 | 12,2     | 5,1    | 17,3              |
| 2006 | 12,7     | 5,7    | 18,4              |

1 Meq = 1 000 ton P of 10 000 ton N

Bron: MIRA-VMM op basis van FOD Economie, ILVO, OVAM, Aquafin, VMM

Vermesting treft vooral de bodem, grondwater en het oppervlaktewater. Op basis van de vermestende emissie-indicator kan de belasting in deze twee compartimenten afzonderlijk begroot worden. Ongeveer 14 % van de stikstof- en fosforemissies vindt plaats in het compartiment bodem & grondwater, 34 % in het compartiment oppervlaktewater en 52 % in het compartiment lucht in 2006. In 1990 bedroegen die aandelen respectievelijk 58 %, 17 % en 25 %.

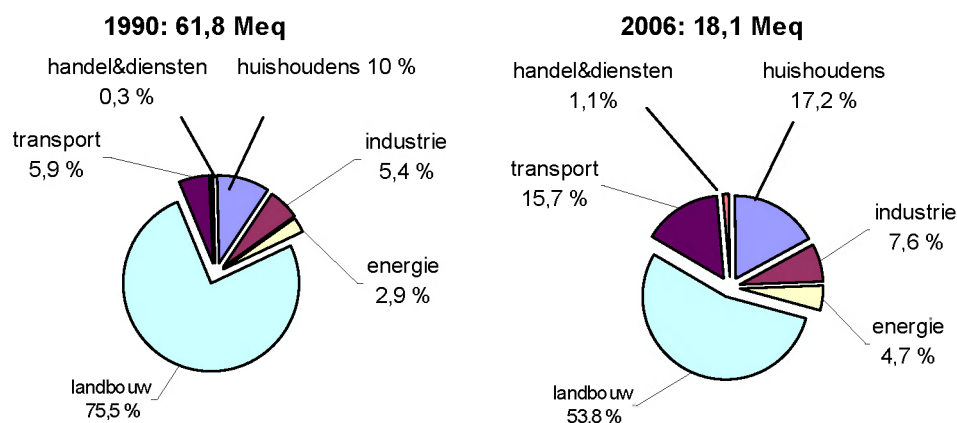
Via de stikstofdepositie komen de geëmitteerde stikstofverbindingen in de lucht uiteindelijk op de bodem terecht. Via verschillende processen en mechanismen komen nutriënten ook in het grond- en oppervlaktewater terecht. De hier begrote emissies naar bodem en grondwater vanuit de landbouw leiden ook door denitrificatieprocessen tot emissie naar de lucht van inert stikstofgas ( $N_2$ ) en lachgas ( $N_2O$ ) en NO.

### **Relatief aandeel van de doelgroepen**

Figuur 25 geeft het relatieve aandeel van de verschillende doelgroepen in de vermestingsproblematiek, gebaseerd op de emissiecijfers van 1990 en 2006 voor stikstof en fosfor samen. Landbouw heeft het grootste aandeel in de belasting. Daarna volgen huishoudens, transport die gezamenlijk een 33 % van de nutriëntenbelasting voor zich nemen in 2006. Het aandeel van deze 2 sectoren is sinds 1990 gegroeid. De landbouw verlaagde zijn aandeel van 75 % naar 54 %. Omdat de grootste vervuiler (de landbouw) de grootste emissiereductie realiseerde, steeg het aandeel van alle andere doelgroepen, zelfs als deze een absolute reductie realiseerden. Na de landbouw, saneerden de industrie, de energiesector en de huishoudens het sterkst. Handel & diensten verhoogde zowel in absolute cijfers als in relatief aandeel de emissies.

De laatste kolom in Tabel 6 geeft de evolutie van de sectoremissies tussen 1990 en 2006 en geeft dus aan welke sectoren meer of minder saneerden. De landbouw, de industrie en de energiesector saneerden het sterkst. Handel & diensten verhoogde zowel in absolute cijfers als in relatief aandeel hun emissies. Ondanks de afname van de landbouwemissie, stoot de landbouw nog steeds de grootste hoeveelheid nutriënten uit.

**Figuur 25: Aandeel van de doelgroepen in de vermestende emissie (Vlaanderen, 1990 & 2006)**



Bron: MIRA-VMM op basis van FOD Economie, ILVO, OVAM, Aquafin, VMM

**Tabel 6: Sectoraandelen in de vermestende emissie in vermestingequivalenten (Vlaanderen, 1990-2006)**

|                   | 1990        |         | 2000        |         | 2006        |         | evolutie 90-2006       |
|-------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|------------------------|
|                   | Meq         | aandeel | Meq         | aandeel | Meq         | aandeel | aandeel (100 % = 1990) |
| huishoudens       | 6,2         | 10,1%   | 4,7         | 14,0%   | 3,1         | 17,2%   | 50 %                   |
| industrie         | 3,3         | 5,4%    | 1,9         | 5,5%    | 1,4         | 7,6%    | 41 %                   |
| energie           | 1,8         | 2,9%    | 1,2         | 3,6%    | 0,9         | 4,7%    | 47 %                   |
| landbouw          | 46,5        | 75,5%   | 22,5        | 66,6%   | 9,7         | 53,8%   | 21 %                   |
| transport         | 3,7         | 5,9%    | 3,3         | 9,7%    | 2,8         | 15,7%   | 78 %                   |
| handel & diensten | 0,16        | 0,3%    | 0,23        | 0,7%    | 0,20        | 1,1%    | 124 %                  |
| <b>totaal</b>     | <b>61,7</b> |         | <b>33,8</b> |         | <b>18,1</b> |         | <b>29 %</b>            |

Meq = 10 000 ton N of 1 000 ton P

Bron: MIRA-VMM op basis van FOD Economie, ILVO, OVAM, Aquafin, VMM

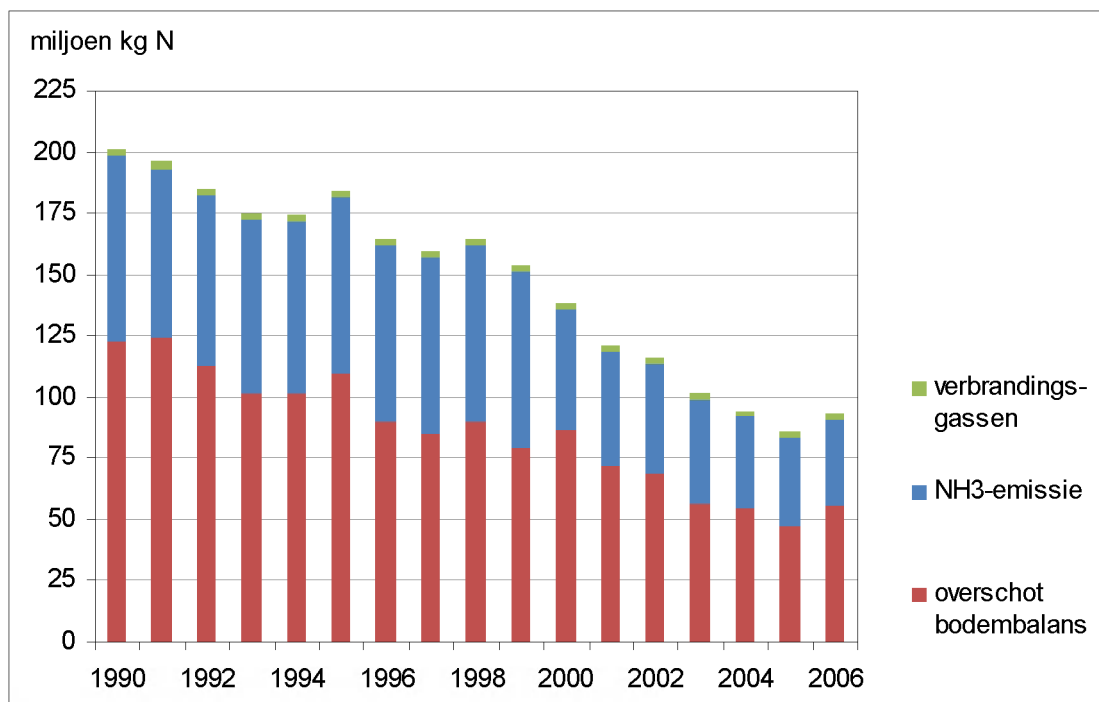
### Evaluatie en maatregelen

Op de 3<sup>de</sup> ministeriële Noordzeeconferentie (Den Haag, 1990) werden afspraken gemaakt om de totale stikstof- en fosforvracht naar de Noordzee te verminderen met 50 % tussen 1985 en 1995. Deze doelstelling betreft de vermestende emissies via afvalwater door huishoudens en industrie en de diffuse verontreiniging van het oppervlaktewater door de landbouw. In 1995 werd de 50 % reductie ten opzichte van 1985 niet gehaald door België, maar slechts 23 % voor stikstof en 46 % voor fosfor (Technische Commissie Noordzee, 1995). De 5<sup>de</sup> Noordzeeconferentie (Bergen 2002) geeft nieuwe cijfers over de toevoer van nutriënten naar de Noordzee: 19 % reductie tussen 1985 en 2000 voor N en 58 % voor P. Dit zijn cijfers voor België. De Vlaamse bijdrage hieraan is significant: Vlaamse vuilvrachten daalden met 30 en 60 %. Voor N werd de 50%-reductiedoelstelling ten opzichte van 1985 dus niet gehaald. Pijnpunten zijn de landbouw (N en P) (Figuur 17) en de huishoudens (N).

De grootste nutriëntenemissies zijn het gevolg van het gebruik van kunstmest, verbrandingsmotoren en de import van veevoeder. Door deze stromen verder *geïntegreerd te reduceren*, kan de nutriëntenuitstoot brongerichter en effectiever aangepakt worden om verschillende milieuproblemen samen aan te pakken (Sliggers, 2002). De nutriëntenuitstoot draagt immers ook bij tot ozonvorming, verzuring en klimaatverandering.



Voor stikstofemissiereductie zal de klemtoon meer op structurele en op geïntegreerde benaderingen moeten liggen. Ammoniakemissiereductie mag niet leiden tot verhoogde nitraatemissies en emissies uit bodemdenitrificatie. Mestverwerking moet leiden tot verlaagde emissies ten opzichte van mestaanwending. Voor landbouw: zie



|                                | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| verbrandingsgassen             | 4,0   | 4,1   | 4,2   | 4,1   | 3,8   | 3,6   | 3,7   | 3,7   | 3,6   |
| ammoniakemissie                | 120,7 | 109,2 | 110,4 | 110,5 | 107,9 | 108,9 | 107,4 | 106,7 | 105,7 |
| overschot op de bodembalans    | 193,8 | 197,6 | 179,7 | 157,7 | 154,4 | 164,4 | 133,6 | 127,0 | 132,2 |
| overschot op de landbouwbalans | 318,6 | 310,9 | 294,2 | 272,4 | 266,2 | 276,9 | 244,7 | 237,4 | 241,4 |
|                                | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |       |
| verbrandingsgassen             | 3,6   | 3,5   | 3,3   | 3,2   | 3,2   | 3,2   | 3,1   | 3,1   |       |
| ammoniakemissie                | 105,3 | 70,7  | 65,3  | 62,5  | 59,5  | 51,4  | 49,7  | 48,6  |       |
| overschot op de bodembalans    | 116,1 | 126,3 | 102,1 | 96,4  | 78,4  | 76,3  | 65,1  | 75,4  |       |
| overschot op de landbouwbalans | 225,0 | 200,6 | 170,7 | 162,2 | 141,1 | 130,9 | 117,9 | 127,1 |       |

Bron: ILVO-L&M op basis van FOD Economie, VLM, VMM, Vito, BLIK, ECOCERT, Viaene et al. en Vlaco

## 2.2 | Overschot op de bodembalans.

Een verdere daling van de nutriëntenvrachten door *huishoudens* en *industrie* vereist:

- hogere aansluitingsgraad van de huishoudens op het rioleringsnet en de RWZI's en kleinschalige afvalwaterzuivering;
- verdere uitbouw van de waterzuiveringsinstallaties met doorgedreven nutriëntenverwijdering;

- ontkoppeling van de afvalwaterstroom en de regenwaterstroom, zodat RWZI's een sterker geconcentreerde vuilvracht verkrijgen. Dit verhoogt de efficiëntie en het zuiveringsrendement, zie MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.
- doorgedreven preventie, bv. recyclage van water, afzonderlijke behandeling van verschillende waterstromen; zie MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.
- verlaging van het energiegebruik en schonere verbrandingsprocessen (ook in het transport). Om de NO<sub>x</sub>-emissies door gebruik van fossiele brandstoffen verder te verminderen zijn maatregelen ter hoogte van stookinstallaties en verbrandingsmotoren nodig. Zie MIRA Achtergronddocument Verzuring. Voor verlaging energiegebruik zie MIRA Achtergronddocument Energie en Klimaatverandering.
- Het meer gescheiden ophalen en composteren van groente-, fruit en tuinafval, (GFT) beoogt een vermindering van de hoeveelheid verbrand en gestort organisch afval. Het thuis composteren van GFT-afval, zorgt voor een verlaagde afzet van eindproducten (en nutriënten). Zie MIRA Achtergronddocument Beheer van afvalstoffen.

De vermestende emissie van de sector transport bestaat voor 97 % uit NO<sub>x</sub>-emissie. Deze emissie komt voort uit de verbrandingsmotoren van voertuigen. Het personenvervoer met de auto of moto steeg tussen 1990 en 1999 continu, vanaf 2000 groeide het minder snel. In 2006 echter was er opnieuw een stijging met 1,3 %. Het laatste decennium is het openbaar vervoer sterk toegenomen. Goederenvervoer over de weg blijft dus stijgen, met 80 % sinds 1990. Binnenvaart stabiliseert sinds 1999 na een stijging met ongeveer 30 % sinds 1990. Voor meer informatie over deze indicatoren, zie MIRA Achtergronddocument Transport.

Er was een daling van de NO<sub>x</sub>-emissie met 25 % tot 86 904 ton NO<sub>2</sub> of 26 449 ton N in 2006, dit ten gevolge van de vervanging van oudere voertuigen door voertuigen van een jongere generatie. Emissiebeperkende technieken, zoals het toenemende gebruik van de katalysator en het verbeteren van de brandstofefficiëntie, verklaren de dalende emissie ondanks de stijgende verkeerstromen. Voor NO<sub>x</sub> bedraagt de Vlaamse emissiedoelstelling 42 670 ton NO<sub>x</sub> of 12 987 ton N voor 2010. In de volgende vijf jaar zou de NO<sub>x</sub>-emissie nog met meer dan de helft moeten dalen om deze doelstelling te halen. Bij een normale instroom van Euro 4 en 5 voertuigen in het voertuigenpark, zal hun aandeel in 2010 nog te laag zijn om de doelstelling 2010 te halen. De verdieselijking werkt dit mee in de hand. De installatie van DeNO<sub>x</sub>-katalysatoren in vrachtwagens is een mogelijkheid om tot lagere emissies te komen. Het algemene verkeersbeleid zou een verdere vermindering van de milieubelasting door NO<sub>x</sub> kunnen realiseren (zie MIRA Achtergronddocument Transport).

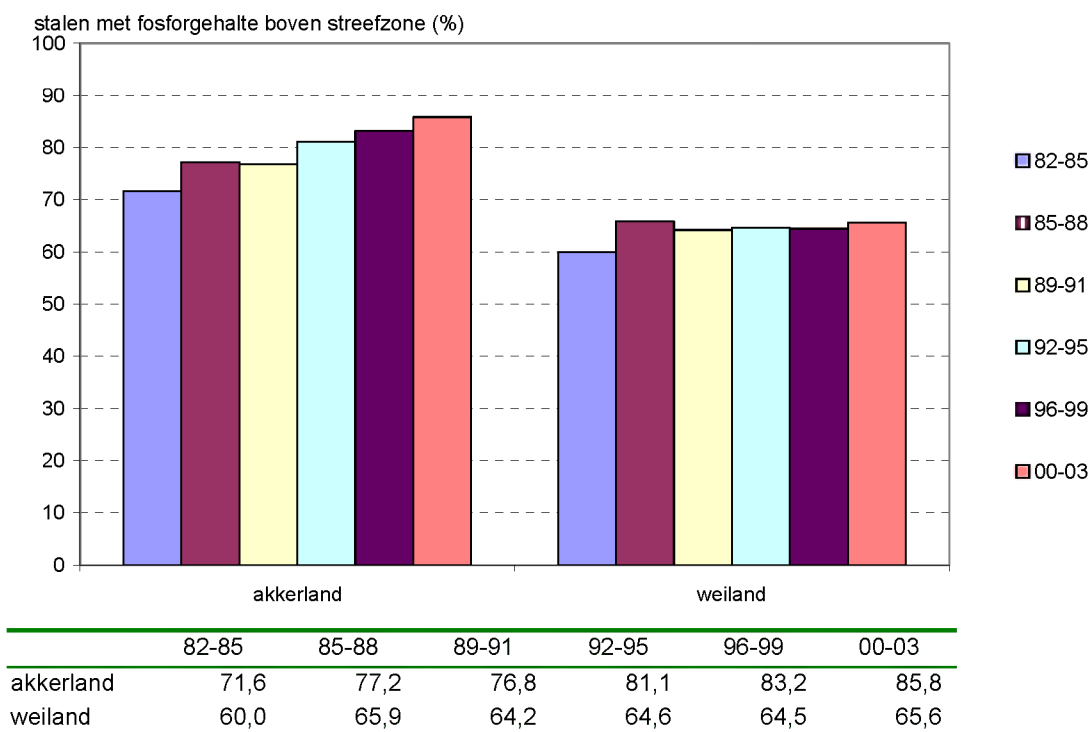
## 4 | Indicatoren voor milieukwaliteit van de bodem

### 4.1 | Fosfaat in landbouwbodems

Vermesting leidt tot een verstoorde milieukwaliteit voor de compartimenten bodem en water. Als toestandsindicator voor de landbouwbodem geldt de indeling van de akkerbouw- en weilandpercelen volgens de fosfaatconcentratie in de bodem uitgedrukt als percentage van de percelen met een fosfaatgehalte hoger dan de streefzone. De bepaling van het fosforgehalte (in een ammoniumlactaatextract) in de bouwlaag van een akkerbouwperceel (0-23 cm) of een weilandperceel (0-6 cm) geeft een goed beeld van de beschikbare P voor de planten (Geypens et al., 1989). De streefzone bedraagt 12-18 mg P per 100 g droge grond voor akkerland en 19-25 mg P per 100 g droge grond voor weiland. De streefzone is een optimale toestand of voorziening van een welbepaald element waarbij een uitgebalanceerde bemesting resulteert in een optimale economische landbouwproductie. Indien het gehalte van een bepaald element hoger is dan de streefzone, kan bespaard worden op de bemestingsdosis.

Uit de resultaten van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek in Vlaanderen (Figuur 26), uitgevoerd door de Bodemkundige Dienst van België, blijkt dat er voor deze indicator een groot onderscheid kan gemaakt worden tussen akkerbouwpercelen en weilandpercelen. Voor akkerland is er een voortdurende stijging merkbaar van het percentage landbouwpercelen met een fosforgehalte hoger dan de streefzone over de ganse periode van 1982 tot en met 2003. In 2000-2003 hebben 85 % van de akkerbouwpercelen een fosforgehalte dat hoger is dan de streefzone. Wat weiland betreft, is een meer stabiel verloop merkbaar: 66 % van de weilandpercelen hebben een fosforgehalte hoger dan de streefzone.

*Figuur 26: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone voor het hele Vlaamse Gewest (Vlaanderen, 1982-2003)*

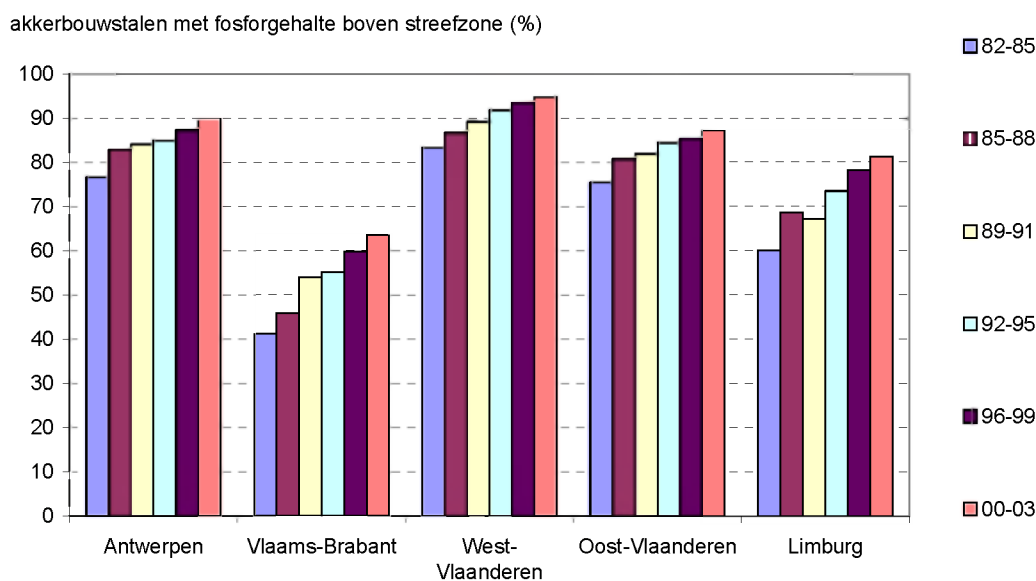


Bron: Bodemkundige Dienst van België

Figuur 27 toont de situatie per provincie. Voor akkerland is in alle Vlaamse provincies een stijging merkbaar van het percentage landbouwpercelen met een fosforgehalte hoger dan de streefzone over de ganse periode van 1982 tot en met 2003. Sinds 1991 is dit percentage

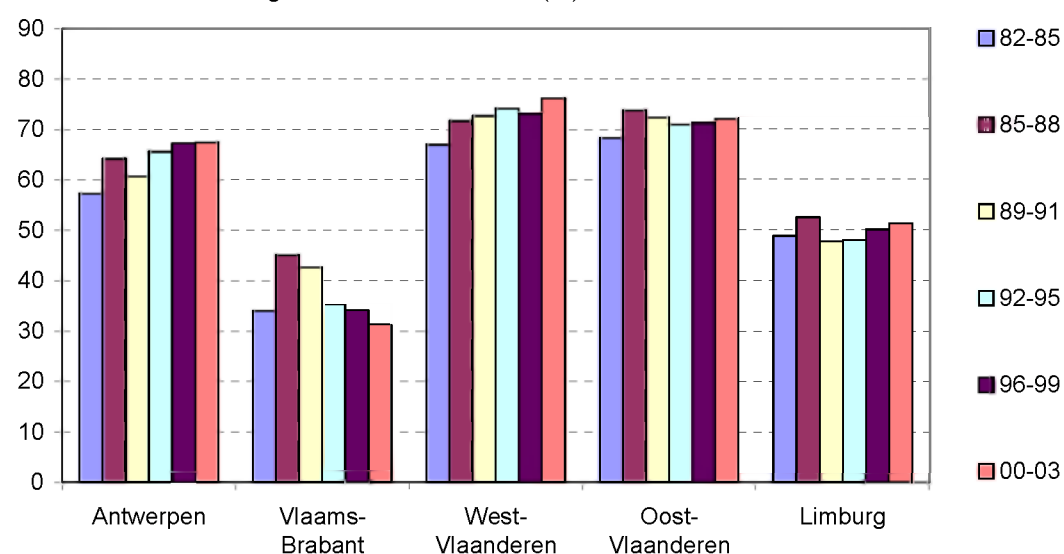
voor alle provincies hoger dan 50 %. In West-Vlaanderen is er zelfs een overschrijding van 90% sinds 1995 en zoals al gezegd is ook hier nog steeds een stijging merkbaar. In de provincies Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen hebben momenteel al meer dan 80% van de bemonsterde percelen een hoger fosforgehalte dan de streefzone. In Vlaams-Brabant is dit percentage lager (63.5 %). Wat weiland betreft, is een meer stabiel verloop merkbaar. Voor alle Vlaamse provincies is er sprake van een afvlakking in het percentage met een P-gehalte hoger dan de streefzone. In de provincie Vlaams-Brabant is zelfs een duidelijke afname merkbaar sinds 1988. Voor de periode 2000 tot en met 2003 wordt het hoogste percentage genoteerd in de provincie West-Vlaanderen (76.2 %), het laagste in Vlaams-Brabant (31.2 %).

*Figuur 27: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone voor de verschillende Vlaamse provincies (akkerland bovenaan, weiland onderaan) (Vlaanderen, 1982-2003)*



|                 | 82-85 | 85-88 | 89-91 | 92-95 | 96-99 | 00-03 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Antwerpen       | 76,6  | 82,9  | 84,1  | 84,9  | 87,3  | 89,8  |
| Vlaams-Brabant  | 41,2  | 45,8  | 53,9  | 55,1  | 59,7  | 63,5  |
| West-Vlaanderen | 83,3  | 86,7  | 89,2  | 91,8  | 93,4  | 94,7  |
| Oost-Vlaanderen | 75,5  | 80,8  | 81,9  | 84,4  | 85,3  | 87,1  |
| Limburg         | 60    | 68,5  | 67,1  | 73,4  | 78,1  | 81,1  |

weilandstalen met fosforgehalte boven streefzone (%)

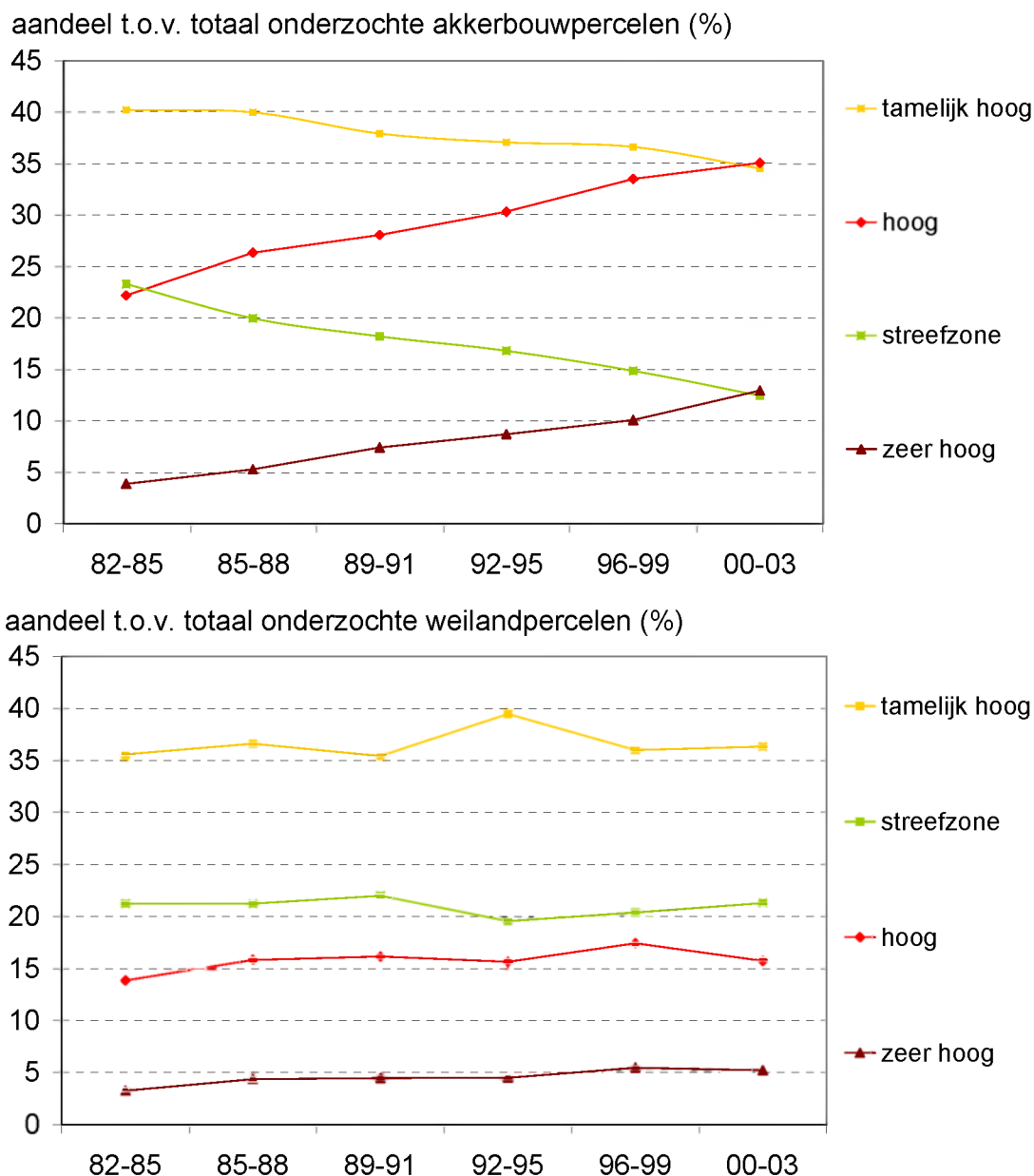


|                 | 82-85 | 85-88 | 89-91 | 92-95 | 96-99 | 00-03 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Antwerpen       | 57,3  | 64,2  | 60,7  | 65,6  | 67,3  | 67,4  |
| Vlaams-Brabant  | 34    | 45,1  | 42,6  | 35,2  | 34    | 31,2  |
| West-Vlaanderen | 67    | 71,7  | 72,7  | 74,2  | 73,2  | 76,2  |
| Oost-Vlaanderen | 68,3  | 73,8  | 72,4  | 71    | 71,4  | 72,1  |
| Limburg         | 48,8  | 52,5  | 47,7  | 48    | 50,1  | 51,3  |

Bron: Bodemkundige Dienst van België

Wanneer de overschrijding van de streefzone verder gedifferentieerd wordt in klassen tamelijk hoog, hoog en zeer hoog, dan blijkt voor akkerland duidelijk verschuivingen op te treden waarneembaar in functie van de tijd (Figuur 28). Er treedt een daling van het percentage percelen met als beoordeling tamelijk hoog op (ongeveer 5%), en een aanzienlijke stijging van het percentage percelen met beoordeling hoog (ongeveer 13%) en zeer hoog (ongeveer 9 %). Voor weiland is een status quo af te leiden.

*Figuur 28: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone, ingedeeld naar hoogte van overschrijding (akkerland bovenaan, weiland onderaan) (Vlaanderen, 1982-2003)*



|       | AKKER      |               |      |           | WEIDE      |               |      |           |
|-------|------------|---------------|------|-----------|------------|---------------|------|-----------|
|       | streefzone | tamelijk hoog | hoog | zeer hoog | streefzone | tamelijk hoog | hoog | zeer hoog |
| 82-85 | 23,3       | 40,2          | 22,2 | 3,9       | 21,2       | 35,6          | 13,8 | 3,2       |
| 85-88 | 20,0       | 39,9          | 26,3 | 5,3       | 21,2       | 36,6          | 15,8 | 4,4       |
| 89-91 | 18,2       | 37,9          | 28,0 | 7,4       | 22,0       | 35,4          | 16,2 | 4,5       |
| 92-95 | 16,8       | 37,0          | 30,3 | 8,7       | 19,6       | 39,5          | 15,6 | 4,5       |
| 96-99 | 14,9       | 36,6          | 33,5 | 10,1      | 20,4       | 36,0          | 17,4 | 5,5       |
| 00-03 | 12,5       | 34,5          | 35,1 | 13,0      | 21,3       | 36,4          | 15,7 | 5,2       |

Bron: Bodemkundige Dienst van België

#### *Verklaring van het verloop van de indicator*

Er bestaat een rechtstreeks verband tussen de fosfaatbemesting en de fosfaattoestand van percelen. De ruimtelijke differentiatie in de fosfaattoestand toont dit eveneens aan: de

gebieden met intensieve veeteeltconcentraties vallen overwegend in de provincies met een hoge fosfaattoestand.

Fosfor is weinig mobiel in de bodem (weinig uitspoelingsverliezen in vergelijking met andere voedingselementen). Een bemesting boven de behoefte van het gewas leidt dan ook tot een toename van het P-gehalte in de bouwlaag.

#### *Aanvullende maatregelen om het verloop richting doelstellingen te verbeteren*

Het Mestdecreet bepaalt de hoeveelheden nutriënten (zijnde stikstof en difosforpentoxide) die met meststoffen per jaar op cultuurgrond mogen opgebracht worden, met inbegrip van de uitscheiding door dieren bij beweiding.

Door het in rekening brengen van de werkzame P-inhoud van de organische bemesting, kan de landbouwer de fosfaatgift optimaal afstemmen op de fosforbehoefte van het gewas, tevens rekening houdend met de voor de planten beschikbare P in de bodem. Bij het gebruik van organische mest, was de gangbare landbouwpraktijk vooral gericht op de fijnstemming van de stikstofgift, zodat fosfor vaak automatisch in te hoge dosis gegeven werd ten opzichte van de fosforbehoefte van het gewas op het specifieke perceel. In Tabel 7 wordt de gemiddeld gemeten P- en N-inhoud voor de belangrijkste types van dierlijke mest weergegeven evenals de N/P-verhouding.

*Tabel 7: Gemiddelde samenstelling van dierlijke mest op basis van recente ontledingen (Vlaanderen, 2004)*

| mesttype                          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | totale N | N/P-verhouding |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|----------------|
| drijfmestsoorten (in kg /1000 l)  |                               |          |                |
| runderdrijfmest                   | 1,4                           | 4,6      | 3,3            |
| mestvarkensdrijfmest              | 4,5                           | 7,8      | 1,7            |
| zeugendrijfmest                   | 3,8                           | 4,6      | 1,2            |
| kippendrijfmest                   | 6,9                           | 10,8     | 1,6            |
| vaste mestsoorten (in kg/1000 kg) |                               |          |                |
| runderstalmest                    | 2,9                           | 8,3      | 2,9            |
| kippenmest (% droge stof < 50)    | 14,1                          | 21,2     | 1,5            |
| kippenmest (% droge stof > 50)    | 28,0                          | 33,2     | 1,2            |
| slachtkuikenmest                  | 17,5                          | 35,4     | 2,0            |

Bron: Bodemkundige Dienst van België

## **4.2 | Fosfaatverzadiging landbouwgronden**

Een bijkomende indicator voor de fosfaatproblematiek is het areaal fosfaatverzadigde percelen. Voor fosfor wordt algemeen aangenomen dat de meeste bodems, met uitzondering van zandgronden, de mogelijkheid hebben om de fosfaten te binden. Op sommige plaatsen is de bodem in het verleden zo sterk bemest of is het fosfaatbindende vermogen zo gering, dat hij fosfaatverzadigd is geworden. Hierdoor treedt er fosfaatdoorslag op naar het grondwater. Deze fosfaatuitspoeling kan al optreden bij een fosfaatverzadiging van 25 %. In Vlaanderen zijn 7 300 ha fosfaatverzadigd (>40 % fosfaatverzadiging) en zowat 60 800 ha fosfaatrisicogebied (fosfaatverzadiging >30 %), waar de kans op toekomstige uitspoeling reëel is indien geen bijkomende maatregelen worden getroffen (VLM, 1997). Uit deze studie van de fosfaatverzadigingsgraad van de Vlaamse bodems blijkt dat de mediaanwaarde voor de fosfaatverzadigingsgraad ligt rond 35 % in Oost- en West-Vlaanderen, 28 % in de provincie Antwerpen en 25 % in Limburg en Vlaams-Brabant. De afbakening van fosfaatverzadigd gebied gebeurde op basis van een fosfaatverzadigingsgraad van 40 % + 2 maal de standaardafwijking, als 95% betrouwbaarheidsinterval. Landbouwers die kunnen

aantonen dat hun percelen een fosfaatverzadiging lager dan 40 % hebben, konden ontheffing krijgen van de bemestingbeperkingen. In het fosfaatverzadigd gebied dat 7 300 ha bestrijkt, liggen effectief 4 441 ha landbouwgrond. Binnen dit gebied zijn in de periode 1997-2006 708 tegenexpertises uitgevoerd. Dit leidde tot 1 974 ha ontheffingen op fosfaatbeperkende bemestingsnormen. In 2006 geldt op 2 467 ha een aangepaste bemestingsnorm van maximum 40 kg fosfaat/ha omwille van fosfaatverzadiging.

De Europese Commissie heeft in het kader van de onderhandelingen over het mestdecreet van december 2006, opgelegd dat een nieuwe afbakening dient te gebeuren op basis van een fosfaatverzadigingsgraad van 35 %. Zo is dit ook opgenomen in het nieuwe mestdecreet. Daartoe is een onderzoek opgestart door de VLM in 2007. In dit onderzoek is ook nagegaan hoe groot het gebied is waar 25 % fosfaatverzadiging kan optreden. In het nieuwe mestdecreet is ontheffing enkel mogelijk voor landbouwgronden met een laag fosfaatbindend vermogen en een beperkte fosfaatreserve in de bovenste 30 cm. Deze nieuwe ontheffingsregeling houdt meer rekening met teelttechnische (en dus landbouweconomische) aspecten dan de vorige ontheffingsregeling. Die ging enkel uit van de fosfaatverzadiging.

Uit een wetenschappelijke evaluatie blijkt immers dat de huidige bepalingen in het Mestdecreet vanuit wetenschappelijk oogpunt niet verdedigbaar zijn en zij daarom ontoereikend zijn om de doelstellingen van bescherming van het leefmilieu te garanderen (Vlassak et al., 2001). Vanuit wetenschappelijk oogpunt moet de grensconcentratie voor oppervlaktewater op 0,1 mg P/l liggen (nu 0,3) en de kritische grenswaarde voor de fosfaatverzadigingsgraad op 25 % (nu 35 %). Daarbij is het uit voorzorg ook verdedigbaar dat met een 80 % betrouwbaarheidsinterval wordt gewerkt. Momenteel is het betrouwbaarheidsinterval decretaal vastgelegd op 95 %.

Bovendien is aangetoond dat tot ongeveer de helft van het totale P in het bodemwater gebonden is aan deeltjes met colloïdale afmetingen (5-500 nm) (Hens, 1999). Deze deeltjes zijn wel mobiel in de bodem en hebben een grotere mobiliteit dan vrij orthofosfaat. Uit onderzoek bleek dat water via preferentiële stroombanen de bodem indringt, waardoor deze colloïdale deeltjes snel over grote afstanden kunnen worden getransporteerd. Daardoor kunnen fosfaten veel gemakkelijker uit- en afspoelen naar grond- en oppervlaktewater, dan aanvankelijk aangenomen.

Vanwege de vertraagde uitspoeling van fosfaat zal de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater de komende tien jaar in sterke mate bepaald worden door de historische fosfaatgiften en in mindere mate door de toekomstige giften. In het bijzonder in gronden met hoge grondwaterstand zal fosfaat mobiel worden en dit zal leiden tot verhoogde fosfaatconcentraties in grond en oppervlaktewater, voornamelijk door directe uitspoeling via scheuren en drainagebuizen.

#### 4.3 | Nitraat in de landbouwbodem

Stikstof is veel mobieler in de bodem dan fosfor en wordt ook veel vlugger omgezet in diverse wateroplosbare en gasvormige stikstofverbindingen (Figuur 1). Het is daarom ook veel moeilijker om eenduidige conclusies te trekken uit de verschillende gegevens. Zo bepaalt onder andere het neerslagoverschot en de temperatuur in de winterperiode de denitrificatie en de migratie van nitraat doorheen het profiel naar het grond- en oppervlaktewater.

De huidige nitraatresiduwaarde en de nitraatresidurichtwaarde zijn de gemiddelde technische vertaling van de grenswaarde en richtwaarde van de Europese Nitraatrichtlijn, zijnde 50 mg NO<sub>3</sub>/l (of 11,3 mg NO<sub>3</sub>-N/l) en 25 mg NO<sub>3</sub>/l in grond- en oppervlaktewater, in een perceelsgewijze controleerbare nitraatstikstofresidunorm voor cultuurgronden, zonder hierbij onderscheid te maken tussen bodemtexturen of teelten.

Hieronder meetresultaten en bespreking gegeven van nitraatresiduwaarden in de bovenste 90 cm van de bodem op landbouwpercelen. Achtereenvolgens komt aan bod:

- de dynamiek in de nitraatresiduwaarde doorheen het jaar
- nitraatresidumetingen in het najaar: de eerste meetcampagne van VLM in 2000



- nitraatresidumetingen in het najaar: op percelen onder beheerovereenkomst water
- nitraatresidumetingen in het najaar: op percelen onder derogatie

### ***Dynamiek in de nitraatresiduwaarde doorheen het jaar***

Het gehalte aan stikstof en meer bepaald nitraat in de bodem is onderhevig aan verschillende processen. Opbouwende processen zijn bemesting, mineralisatie uit organische stikstofvoorraden. Afbouwende processen zijn uitspoeling naar diepere lagen, denitrificatie, immobilisatie in organische stof en de opname door planten. Elk van deze processen hebben een eigen dynamiek. Dit resulteert in een afname van de nitraatresiduwaarde tijdens de winter. In het voorjaar en het groeiseizoen is er dan een opbouw, naargelang de timing van de opbouwende processen. Aangezien in de winterperiode er nagenoeg geen opname door planten gebeurt, de denitrificatie en immobilisatie sterk afremt door de lagere temperaturen, gaat de uitspoeling de overhand nemen.

Uit onderzoek op 150 landbouwpercelen in Vlaanderen tussen najaar 2006 en voorjaar 2007 blijkt dat nitraatreserve in de bodem tussen 0-90 cm daalde tot 35 % van de reserve in het najaar 2006 (Coppens et al., 2007). In de bouwlaag 0-30 cm was dit 23 %, in de laag 30-60 cm 34 % en in de laag 60-90 cm 55 %. Een logische verklaring is dat gedurende de winter nitraat naar de diepere bodemlagen migreert zodat logischerwijze de grootste afname in de bovenste 30 cm plaatsvindt. Er is een duidelijk verschil naargelang het bodemtype. In de zandige bodems bedroeg de nitraatreserve over 0-90 cm globaal 21 % van de reserve in het najaar 2006, in de zandleem- tot leembodems en in de polders resp. 38 en 39 %.

### ***Nitraatresidu in het najaar 2000***

Bepalingen van het nitraatresidu in het najaar, geven aan hoeveel stikstof in de winter en het voorjaar verloren kan gaan. In het najaar van 2000 werden 1002 percelen bemonsterd door VLM (De Crop, 2001) (Tabel 8). Hierbij werden percelen bemonsterd in 5 gebieden met verscherpte bemestingsnormen die daarenboven in de nabijheid van MAP-meetpunten gelegen waren. Verschillende teelten werden geselecteerd. De stalen werden genomen tussen 1 oktober en 31 december 2000. De gemiddelde hoeveelheid gemeten nitraatstikstof per hectare bedroeg 77 kg NO<sub>3</sub>-N/ha (Tabel 8). In het huidige mestdecreet is een nitraatresidunorm bepaald van 90 kg NO<sub>3</sub>-N/ha als maximumwaarde in het najaar. Zeventig percent van de bemonsterde percelen voldeed aan de nitraatresidunorm: 92 % van de suikerbietpercelen en de percelen tijdelijk grasland, 77 % van het permanente grasland (weiland), 67 % van de maïspancelen en 63 % van de aardappelpercelen. Hierbij dient echter wel rekening gehouden worden met het natte najaar van 2000. Bij de granen voldeden 73 % van de wintergerst, 60 % van de zomergerst en slechts 52 % van de tarwepercelen aan de nitraatnorm. Wellicht is op vele percelen nog een najaarsbemesting uitgevoerd na de oogst. Van de percelen met groenten voldeed slechts 19 % aan de nitraatresidunorm. Opmerkelijk is dat van de percelen uit het kwetsbare gebied water, waar de landbouwers via beheerovereenkomsten worden gestimuleerd om de doelstellingen te realiseren, slechts 59 % van de percelen voldeden aan de nitraatnorm.

**Tabel 8: Resultaten van de nitraatresidumetingen (kg N/ha) in het najaar van 2000**

| hoofddeelt 2000            | aantal<br>bemonsterde<br>percelen | gemiddelde<br>residuwaarde | percelen met<br>residu<br><90 | percelen met<br>residu<br>>90 |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| gras (permanent)           | 332                               | 63                         | 77 %                          | 23%                           |
| maïs                       | 245                               | 83                         | 67 %                          | 33%                           |
| winterarwe                 | 145                               | 101                        | 53 %                          | 47%                           |
| aardappelen                | 64                                | 86                         | 63 %                          | 38%                           |
| suikerbieten               | 53                                | 46                         | 92 %                          | 8%                            |
| wintergerst                | 40                                | 110                        | 73 %                          | 28%                           |
| gras (tijdelijk)           | 24                                | 41                         | 92 %                          | 8%                            |
| groenten voor de industrie | 14                                | 167                        | 21 %                          | 79%                           |
| zomergerst                 | 10                                | 114                        | 60 %                          | 40%                           |
| <i>totaal</i>              | <i>1002</i>                       | <i>77</i>                  | <i>70 %</i>                   | <i>30%</i>                    |

Bron: VLM

In het najaar 2001 werden 498 percelen bemonsterd. Het betrof percelen gelegen in 3 zones in zandig Vlaanderen in normaal gebied met de teelt van maïs in 2000, gevolgd door opnieuw maïs in 2001 op 389 van deze percelen. De bemonsteringsperiode liep van 31 oktober tot 15 november 2001. In 64,3 % van deze percelen was het nitraatresidu < 90 kg N/ha. In Tabel 9 wordt voor de andere teelten het overzicht gegeven van het nitraatresidu.

Voor het nitraatresidu na de teelt van maïs werd een invloed met de regio vastgesteld, meer bepaald met de veebezetting van de regio. In gebieden met een hogere veebezetting voldeden minder percelen aan de nitraatresidunorm.

**Tabel 9: Resultaten van de nitraatresidumetingen (kg N/ha) in het najaar van 2001**

| teelt                         | aantal<br>percelen | gemiddelde<br>residuwaarde | percelen met<br>residu >90 |      | percelen met<br>residu < 90 |      |
|-------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|------|-----------------------------|------|
|                               |                    |                            | gemiddelde                 | %    | gemiddelde                  | %    |
| maïs                          | 389                | 84                         | 141                        | 36 % | 53                          | 64 % |
| aardappelen                   | 32                 | 102                        | 154                        | 44 % | 60                          | 56 % |
| groenten voor de<br>industrie | 16                 | 127                        | 194                        | 56 % | 40                          | 44 % |
| <i>totaal</i>                 | <i>498</i>         |                            |                            |      |                             |      |

Bron: VLM

### **Nitraatresidu in het najaar in percelen onder beheerovereenkomst water**

De *beheerovereenkomst water* wordt vrijwillig afgesloten tussen een landbouwer en de Vlaamse overheid voor percelen die gelegen zijn in kwetsbaar gebied water. 46 % van de landbouwgrond is gelegen in kwetsbaar gebied water en de bemesting is er beperkt tegenover niet-kwetsbaar gebied. Met de beheerovereenkomst engageert de landbouwer zich voor 20 % minder bemesting dan toegelaten volgens de Nitraatrichtlijn, of 140 kg N/ha uit dierlijke of andere meststoffen, in ruil voor een vergoeding. In niet-kwetsbaar gebied bedraagt de toegestane stikstofbemesting uit dierlijke of andere meststoffen gemiddeld 230 kg N/ha. Als resultaatsverbintenis is opgenomen dat de hoeveelheid nitraat in de bodem in het najaar, niet meer mag bedragen dan 90 kg N/ha. In dit kader dienen landbouwers jaarlijks in het najaar een nitraatresidubepaling te laten uitvoeren. Deze bepalingen geven aan hoeveel stikstof in de winter en het voorjaar verloren kan gaan. Indien het residu hoger was, kon de beheerder geen vergoeding krijgen. Deze vrijwillige beheerovereenkomst geldt op ongeveer 30 000 ha landbouwgrond in 2003, of 10 % van het kwetsbare gebied water. Voor de evolutie kwetsbaar gebied tussen 1999 en 2005: zie 2.7 | Evaluatie en maatregelen.

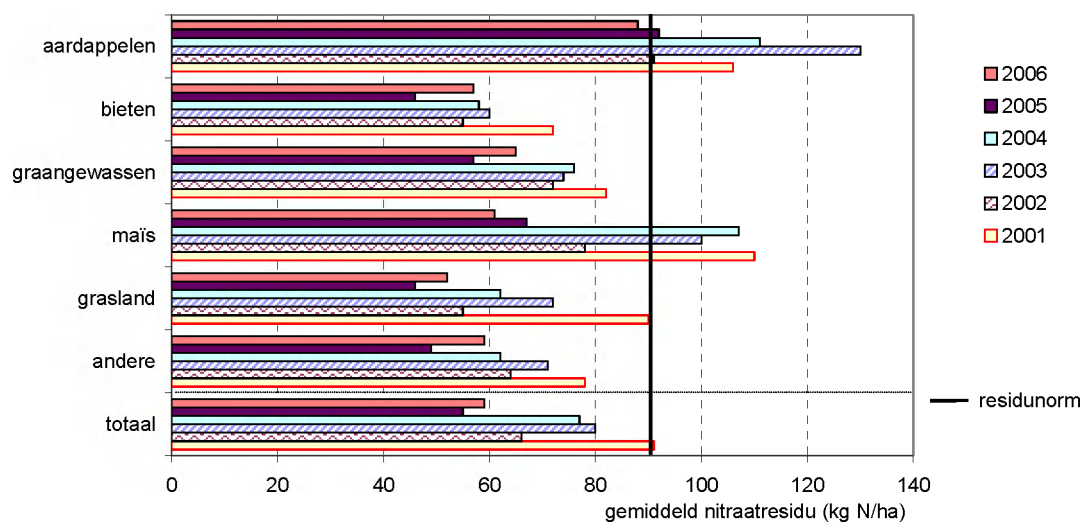
In 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 en 2006 voldeden respectievelijk 68, 78, 69, 72, 85 en 83% van het areaal onder beheerovereenkomst, aan de grenswaarde van 90 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/ha. Voor alle weergegeven jaren zijn berekeningen gemaakt op basis van de percelen (en oppervlaktes) waarvan het resultaat van een bodemanalyse gekend is.

Het gemiddelde nitraatresidu voor alle teelten is voor de verschillende jaren meestal kleiner dan 90 kg N/ha (zie Figuur 29). Toch is er voor veel voorkomende gewassen zoals aardappelen en maïs een overschrijding die zich in 3 jaren manifesteert. Grasland, graangewassen en bieten echter hebben voor de 4 jaren een gemiddeld nitraatresidu dat beneden de 90 kg N/ha blijft.

De resultaten in 2006 hebben betrekking op 24.617 ha waarvan 20.326 ha voldeed aan de grenswaarde van 90 kg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/ha. Grasland maakt 32 % uit van het areaal beheerovereenkomsten met een gekende nitraatresiduwaarde, gevolgd door graangewassen met 25 %, maïs met 18 %, andere gewassen met 12 %, bieten met 9 % en aardappelen met 5 %. (zie Figuur 29). In 2003 lag het nitraatresidu hoger dan in 2002, vermoedelijk door de droge zomer van 2003. Sommige teelten ontwikkelden zich minder goed door de droogte en konden dus minder stikstof uit de bodem benutten. Door de droogte bleef ook meer stikstof in de bovenste bodemlagen achter en spoelde er tijdens het groeiseizoen minder stikstof uit. In 2004 was het gemiddelde nitraatresidu van alle teelten samen iets kleiner dan in 2003 terwijl voor maïs en graangewassen het gemiddelde nitraatresidu in 2004 groter was dan in 2003.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat de *doelstelling* voor het nitraatresidu gedifferentieerd dient te worden naar landbouwstreek. Voor een aantal gewassen dient het residu aanzienlijk lager te zijn dan 90 kg N/ha, om de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater onder de 50 mg nitraat/l te houden (zie Tabel 10).

*Figuur 29: Gemiddeld nitraatresidu in het najaar in landbouwpercelen onder beheerovereenkomst water (Vlaanderen, 2001-2006)*



|               | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| aardappelen   | 106  | 91   | 130  | 111  | 92   | 88   |
| bieten        | 72   | 55   | 60   | 58   | 46   | 57   |
| graangewassen | 82   | 72   | 74   | 76   | 57   | 65   |
| maïs          | 110  | 78   | 100  | 107  | 67   | 61   |
| grasland      | 90   | 55   | 72   | 62   | 46   | 52   |

|               |           |           |           |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| andere        | 78        | 64        | 71        | 62        | 49        | 59        |
| <i>totaal</i> | <i>91</i> | <i>66</i> | <i>80</i> | <i>77</i> | <i>55</i> | <i>59</i> |

Bron: VLM (2007)

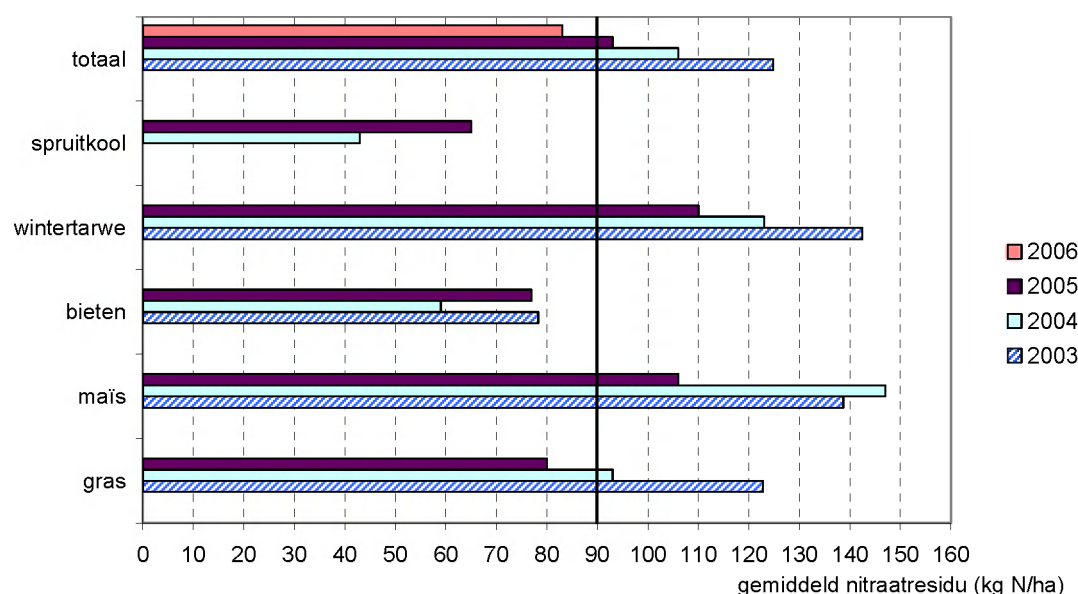
### ***Nitraatresiduanalyses in het kader van de derogatie***

Binnen bepaalde kwetsbare gebieden in Vlaanderen, afgebakend op basis van het overschrijden van de grens van 50 mg nitraat per liter in het oppervlaktewater, kan afgeweken worden van de geldende maximale bemestingsnormen voor dierlijke mest (derogatie). Derogatie tot 2006 was mogelijk voor volgende teelten of teeltcombinaties: grasland, maïs vooraf gegaan door 1 snede gras, wintertarwe gevolgd door een niet-vlinderbloemige groenbemester, suikerbieten, voederbieten en spruitkool. Gras dat wordt ingezaaid als groenbemester kan in het volgende jaar als voorgewas voor maïs dienen, mits er een snede wordt geoogst door maaien of begrazing. Vanaf 1 januari 2007 gelden andere derogatievoorwaarden, aangezien heel Vlaanderen als kwetsbaar gebied is aangeduid.

Ter controle van de derogatie gebeurt een nitraatresidubepaling van de bodem in de periode 1 oktober – 15 november. Indien het resultaat hoger is dan de grenswaarde (90 kg nitraat-N per ha), vervalt voor dat perceel het recht op derogatie in het daaropvolgende jaar. Conform de Europese richtlijnen, dient minimum 5% van de aangevraagde oppervlakte *derogatie* gecontroleerd te worden. In 2005 werd 8 % van de aangevraagde percelen gecontroleerd of 4 251 percelen. In 2006 werden 3 690 percelen waarvoor een derogatie was aangevraagd gecontroleerd.

Het gemiddelde nitraatresidu voor alle teelten bedroeg 83 kg N/ha in 2006 en 93 kg N/ha in 2005 waarbij respectievelijk 65 % en 59 % van de stalen onder het referentieniveau van 90 kg N/ha bleef. De resultaten van de nitraatresidu's zijn vrij hoog. Er is wel een verbetering vast te stellen tegenover 2003 en 2004, toen slechts 47 en 56 % van de stalen onder het referentieniveau bleven en gemiddeld 125 en 107 kg N/ha werd gemeten. Het gemiddelde nitraatresidu per teelt toont duidelijk verbetering voor die teelten die nog boven de 90 kg nitraat scoorden in 2004 (Figuur 30). Bieten en spruitkolen scoren goed tot zeer goed, grasland matig, maïs en wintertarwe blijven het slecht doen. De oorzaken van deze verschillen kunnen mogelijks gevonden worden in het bemestingsgedrag bij deze teelten. Bij suikerbieten wordt in vele gevallen een bodemanalyse gedaan omdat een optimale bemesting een positieve invloed heeft op het suikergehalte en de winbaarheid van de suiker. Het bemestingsadvies dat veelal een lagere dosis aangeeft dan de maximale bemestingsnormen wordt dan gevolgd. Maïs echter verdraagt landbouwkundig goed hogere bemestingsgiften. De maïs wordt gebruikt om geringere giften met dierlijke mest op bepaalde akkerbouwteelten en gewassen met lage N-behoefte te compenseren met hogere giften op maïspercelen. Bij bedrijven die dergelijke praktijken toepassen is er vaak geen probleem op bedrijfsniveau maar dus wel op perceelsniveau. Deze praktijk waarbij er overbemest wordt op de maïspercelen, is bevestigd door de landbouwers in het kader van de sensibiliseringsactie rond bepaalde MAP-meetpunten oppervlaktewater. Bij wintertarwe speelt mogelijks een geregeld onnodige toediening van dierlijke mest na de oogst een rol, zelfs bij de inzaai van een groenbemester. Deze gift van dierlijke mest op de graanstoppel moet veelal gerelateerd worden aan de uitrijstop van dierlijke mest in de winter, en de beperkte mestopslagcapaciteit om deze uitrijstop comfortabel te kunnen overbruggen (Voortgangsrapport Mestbank 2005).

**Figuur 30: Gemiddeld nitraatresidu in het najaar in landbouwpercelen onder derogatie (Vlaanderen, 2003-2006)**



|      | gras | maïs | bieten | wintertrawwe | spruitkool | totaal |
|------|------|------|--------|--------------|------------|--------|
| 2003 | 123  | 139  | 78     | 142          |            | 125    |
| 2004 | 93   | 147  | 59     | 123          | 43         | 106    |
| 2005 | 80   | 106  | 77     | 110          | 65         | 93     |
| 2006 |      |      |        |              |            | 83     |

Bron: VLM

### Evaluatie en maatregelen

Het nitraatresidu wordt door de overheid als controle-instrument gehanteerd om de bemesting te bewaken. Omdat de jaarlijkse monitoring meer gericht is op controle en handhaving dan op lange termijn monitoring zijn de resultaten van de jaren onderling niet altijd vergelijkbaar. In de analyse hierboven zijn steeds vergelijkbare meetcampagnes geselecteerd. De metingen gebeuren evenwel jaarlijks steeds op andere percelen.

Gemiddelde waarde van het nitraatresidu voor een gehele meetcampagne is evenwel geen alleszeggende indicator, want bij een gemiddelde van 59 kg N/ha in 2006 voor alle onderzochte percelen in gebied met beheerovereenkomst water werd nog voor 17 % van de onderzochte percelen een overschrijding van de norm van 90 kg vastgesteld.

Zoals al hierboven aangehaald werd, is het gebruik van een groenbemester een valabele maatregel met als doel de minerale stikstofreserve tijdens de winterperiode en bijgevolg ook de potentiële uitspoelingsverliezen te beperken. De organische meststofgift in het najaar beperken is een andere belangrijke maatregel. Stikstofbemesting op maat blijft met het oog op het behalen van een laag nitraatresidu in het najaar een *conditio sine qua non*. De waterbeschikbaarheid tijdens het groeiseizoen bepaalt echter of de toegediende stikstofbemesting maximaal kan worden benut.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat het nitraatresidu in de bodem tot 90 cm diep in het najaar niet meer mag bedragen dan de in Tabel 10 vermelde maxima om te voldoen aan de grenswaarde van 50 mg nitraat/l.

Het mestdecreet van 22 december 2006 bepaalt dat *“ten laatste vanaf 1 januari 2009 gelden de door de Vlaamse Regering vastgestelde nitraatresiduwaarde en de nitraatresidurichtwaarde. De Vlaamse Regering stelt de nitraatresiduwaarde en de nitraatresidu-*

*richtwaarde vast op grond van de evaluatie van de resultaten van de nitraatresidumetingen en de aanvulling van bestaand en verder wetenschappelijk onderzoek ondermeer met betrekking tot de procesfactor voor grondwater. De Vlaamse Regering voert bij het vastleggen van de nitraatresiduwaarde een differentiatie in naargelang relevante teeltgroepen ... en naargelang het al dan niet over een zandgrond ...gaat."*

*Tabel 10: Nitraatresidunormen zoals voorgesteld in wetenschappelijk onderzoek*

| gewas                                     | maximaal toelaatbaar nitraatstikstofresidu (kg NO <sub>3</sub> -N/ha) |                |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                           | zandbodem                                                             | niet-zandbodem |
| maïs                                      | 60                                                                    | 90             |
| bieten                                    | 50                                                                    | 70             |
| groenten zonder afvoer van<br>oogstresten | 40                                                                    | 50             |
| gras                                      | 70                                                                    | 100            |
| graan + groenbemester*                    | 70                                                                    | 100            |
| andere gewassen                           | 50                                                                    | 80             |

\* ingezaaid voor 1 september

Bron: Van Orshoven et al. (2002)

## 5 | Indicatoren voor milieukwaliteit in water

### 5.1 | Kwaliteitsnormen en doelstellingen voor stikstof en fosfor

#### Basiskwaliteitsnormen

De normen voor stikstof en fosfor in het *oppervlaktewater* (Tabel 11) zijn opgesteld voor het bereiken van de basiskwaliteit (zie ook MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater) en gelden voor alle Vlaamse oppervlaktewateren. Daarnaast zijn er milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren met bestemming zwemwater, viswater en oppervlaktewateren bestemd voor schelpdieren en drinkwaterproductie.

De normen voor grondwater zijn afgeleid van de normen voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de productie van drinkwater.

*Tabel 11: Vlaamse wettelijke kwaliteitsnormen\* voor stikstof en voor fosfor voor oppervlaktewater en grondwater.*

|                                            | oppervlaktewater |      |            |       | grondwater |            |
|--------------------------------------------|------------------|------|------------|-------|------------|------------|
|                                            | basiskwaliteit   |      | drinkwater |       |            |            |
| <i>Stikstof</i>                            |                  |      |            |       |            |            |
| • ammonium (mg N/l)                        | 90 %             | 5    | 95 %       | 3,1   | MTC        | 0,4 (0,04) |
|                                            | G                | 1    |            |       |            |            |
| • kjeldahl-N (mg N/l)                      | 90 %             | 6    | 90 %       | (3)   | MTC        | 1          |
| • ammoniak (mg N/l)                        | 90 %             | 0,02 |            |       |            |            |
| • nitraat (mg N/l)                         |                  |      |            |       | MTC        | 11,3 (5,6) |
| • nitraat/nitriet (mg N/l)                 | 90 %             | 10   | 95 %       | 11,3  |            |            |
| <i>Fosfaat</i>                             |                  |      |            |       |            |            |
| • totaal fosfaat (mg P/l)                  | 90 %             | 1    | 90 %       | (0,3) | MTC        | 2,2 (0,17) |
|                                            | G                | 0,3  |            |       |            |            |
| • orthofosfaat - stromend water (mg P/l)   | 90 %             | 0,3  |            |       |            |            |
| • orthofosfaat - stilstaand water (mg P/l) | 90 %             | 0,05 |            |       |            |            |

\* besluit van de Vlaamse regering van 1/6/95 (VLAREM II)

90 %: 90<sup>ste</sup> percentiel ≤ waarde + 100<sup>ste</sup> percentiel ≤ waarde \* 1,5

95 %: 95<sup>ste</sup> percentiel ≤ waarde + 100<sup>ste</sup> percentiel ≤ waarde \* 1,5

G: gemiddelde waarde: MTC: maximaal toelaatbare concentratie

( ) tussen haakjes is iedere keer de richtwaarde weergegeven.

#### Natuurgerichte normering voor oppervlakte- en grondwater

De nitraatnorm van 50 mg/l als 95<sup>ste</sup> percentiel komt uit de Europese richtlijn voor de bescherming van oppervlaktewater voor de productie van drinkwater, en is ingevoerd vanuit gezondheidsoogpunt. In de EG-nitraatrichtlijn is deze nitraatnorm verruimd naar grondwater. De Europese Commissie stelde bij de evaluatie van de uitvoering van de EG-Nitraatrichtlijn dat de nitraatnorm niet volstaat om eutrofiëring te voorkomen of te verminderen.

Natuurgerichte normering voor nutriënten in *oppervlaktewater* moet het voortbestaan van matig voedselrijke, aquatische vegetaties en de hieraan gerelateerde fauna garanderen. In Vlaanderen is er geen natuurgerichte normering van kracht, maar gelden wel basiskwaliteitsnormen. Natuurgerichte normen kunnen toegepast worden op specifieke delen van waterlopen waar de functie natuur primeert. Daarvoor zijn strenger natuurgerichte normen nodig rond 1 à 2 mg N/l (Vannevel & Maeckelberghe, 2003). De Kaderrichtlijn Water biedt hiervoor een kader en maakt functieafbakeningen en aangepaste gebiedsgerichte normering mogelijk (zie MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater en NARA 2003). Voor een natuurgericht waterbeleid zal men dus bijzondere

milieukwaliteitsdoelstellingen moeten ontwikkelen om eutrofiëring te voorkomen (d.i. natuurgerichte normering) moeten uitwerken in Vlaanderen. Onderzoek is nodig naar de meest efficiënte maatregelen (bijv. uitbreiding bemestingsvrije stroken, aanleg plasbermen, verstrengde bemestingsnormen) om deze bijzondere kwaliteitsdoelstellingen te bereiken.

Verschillende Europese landen werken al met kwaliteitsklassen die veel fijner en natuurgerichter zijn, zowel voor nitraat als voor orthofosfaat. De Europese Kaderrichtlijn water verplicht de lidstaten een gedifferentieerde normstelling voor oppervlaktewateren op te stellen, die nauw aansluit bij de gewenste natuurtypen. Tabel 12 wordt als voorbeeld voor natuurgerichte normering aangehaald en is gebaseerd op Nederlands onderzoek

*Tabel 12: Natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor oppervlaktewater.*

| nutriënt                | streefwaarde | richtwaarde | grenswaarde |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|
| totaal N (mg N/l)       | < 1          |             | < 2,2 *     |
| totaal fosfaat (mg P/l) | 0,1          | 0,2         | 0,4         |

\* Dit betreft een zomerhalfjaargemiddelde waarde voor stilstaande wateren.

Bron: CUWVO, 1988 ; Gorree & Runhaar, 1992.

Tabel 13 geeft de natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor *grondwater* weer. De meeste grondwaterafhankelijke vegetaties worden bedreigd door een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid.

*Tabel 13: Natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor grondwater.*

| nutriënt                             | streefwaarde | richtwaarde | grenswaarde |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| nitraat (voedselarm milieu) (mg N/l) | 1            | 2,3         | 5,6         |
| fosfaat (voedselarm milieu) (mg P/l) | 0,1          | 0,1         | 0,15        |

Bron: Denneman & Torenbeek, 1987

#### *Doelstellingen in MINA-plan 3 (2003-2007)*

- In 2007 voldoen alle meetplaatsen van het oppervlaktewatermeetnet aan de grenswaarde van 10 mg N/l (nitraat en nitriet) en zijn er geen overschrijdingen meer van de maximale nitraatnorm van 50 mg/l in oppervlaktewater (11,3 mg N/l).
- Geen overschrijdingen meer van de maximale nitraatnorm van 50 mg/l in 2007 in grondwater.
- In 2007 voldoet 40 % van de meetplaatsen van het oppervlaktemeetnet aan de basiskwaliteit voor orthofosfaat (0,3 mg P/l en 0,05 mg/l) .

#### *Nieuw beleid naar aanleiding van de Europese kaderrichtlijn Water*

De kaderrichtlijn Water (KRLW) (RL 2000/60/EG) is sinds 22 december 2000 van kracht en zal in de komende jaren verscheidene bestaande Europese richtlijnen m.b.t. water integreren. De KRLW gaat uit van een integrale stroomgebiedsbenadering en heeft zowel betrekking op oppervlaktewater als op grondwater.

De algemene doelstelling van de richtlijn is tegen eind 2015 een goede toestand voor oppervlaktewater en grondwater te bereiken. Voor een volledig overzicht van dit beleid wordt verwezen naar MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.

Nieuw beleid voortkomende uit de implementatie van de KRLW is nog in ontwikkeling. Vooralsnog blijven hogervermelde normen en doelstellingen van kracht.



## 5.2 | Stikstof in oppervlaktewater

### *Fysisch-chemisch meetnet oppervlaktewater*

De *stikstofconcentraties* in het *oppervlaktewater* worden opgevolgd in het fysisch-chemische meetnet voor oppervlaktewater van VMM en geven aan in welke mate rivieren en beken in Vlaanderen verontreinigd zijn met nitraat en fosfaat (VMM, 2007a). Dit meetnet omvatte in 2002 1 387 meetpunten. Analyseresultaten zijn beschikbaar voor ammonium, Kjeldahl stikstof, nitraat en nitriet.

- Ammonium is een gereduceerde vorm van stikstof en komt voort uit hydrolyse van amines uit organische stof van planten, dieren en mens. In het water zal ammonium bij voldoende zuurstof nitrificeren naar nitraat. De gemeten concentratie ammonium omvat ook het in water opgeloste ammoniakgas.
- Kjeldahl stikstof slaat op de analysemethode volgens Kjeldahl. Deze analyse laat toe organisch gebonden stikstof in dood of levend materiaal en ammonium te meten als één som.
- Nitraat is de meest geoxideerde vorm van stikstof en ontstaat in de bodem en in water uit ammoniakale stikstof na nitrificatie in de aanwezigheid van zuurstof.
- Nitriet is een geoxideerde stikstofvorm, gevormd in een tussenstap naar nitraat, door bacteriën. Nitriet is weinig stabiel en komt in uiterste concentraties voor die 10 tot 100 keer lager zijn dan nitraat.

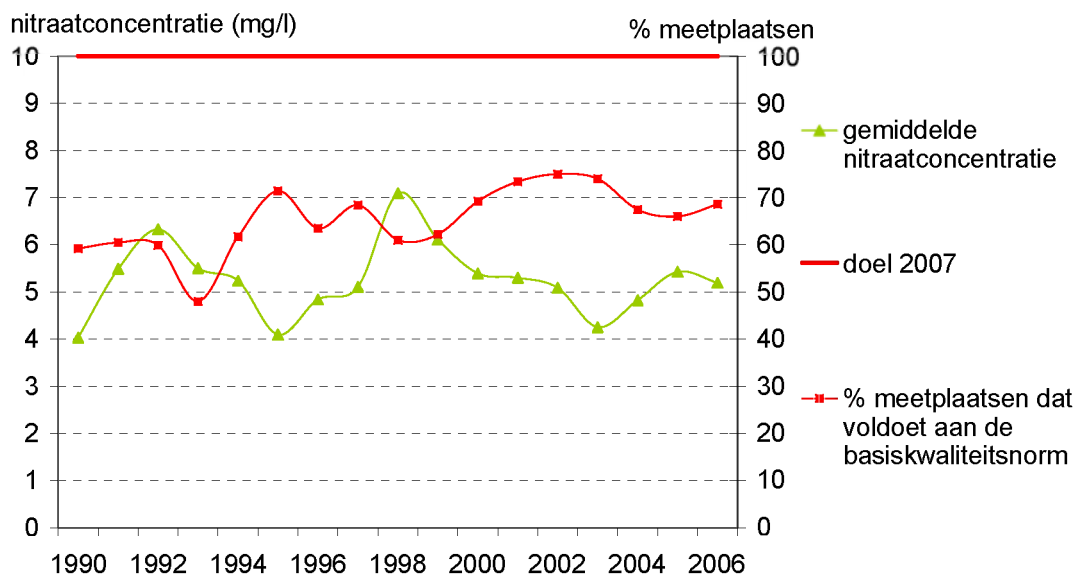
De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt opgevolgd door VMM in een fysisch-chemisch of algemeen meetnet en een specifiek naar de landbouw gericht MAP-meetnet. Voor de opvolging van de vermestings-toestand van het oppervlaktewater zijn zowel de parameter nitraat als ammonium belangrijk. Ammonium zal in het oppervlaktewater in aanwezigheid van voldoende zuurstof oxideren tot nitraat. Voor ammonium wordt verwezen naar het achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.

Voor de parameter nitraat in het oppervlaktewater wordt een algemeen beeld van de toestand in Vlaanderen verkregen door alle analyseresultaten per meetpunt van het algemene meetnet te toetsen aan de grenswaarde van 10 mg N/l. Het al of niet voldoen aan de basiskwaliteitsnorm wordt weergegeven in de onderste rij van Tabel 14. Daartoe wordt de volledige meetreeks per meetplaats getoetst.

Ondanks de saneringsinspanningen, is er nog steeds geen verbetering in de nitraatconcentratie van het oppervlaktewater waar te nemen. Dankzij de saneringen, verhogen de zuurstofconcentraties in het water. Deze stimuleren het nitrificatieproces en remmen denitrificatie af, waardoor stikstof meer in nitraatvorm aanwezig is. Het weergeven van gemiddelde concentraties voor Vlaanderen op jaarbasis toont vooral het wegwerken van de grote vuilvrachten door waterzuiveringsinspanningen, maar verbergt echter de toename van diffuse verontreiniging, vooral in landelijk gebied. Het vergelijken van gemiddelden op schaal Vlaanderen, is dan ook niet altijd relevant voor de toestand van de natuur. De stijgende mediaanwaarden geven aan dat de nitraatarme zones afnemen. En dit ondanks het feit dat steeds meer meetplaatsen voldoen aan de basiskwaliteitsnorm. Dit fenomeen heet vergrijzing van het milieu.

Er dient nog een belangrijke verbetering op te treden om in 2007 op alle meetplaatsen (100 %) de basiskwaliteitsnorm te kunnen halen, volgens de doelstelling in MINA-plan 3.

**Figuur 31: Nitraatconcentratie in het oppervlaktewater op basis van het fysisch-chemisch meetnet en het MAP-meetnet (Vlaanderen, 1990-2006)**



**Tabel 14: Nitraatconcentratie in het oppervlaktewater op basis van het fysisch-chemisch meetnet en het MAP-meetnet (Vlaanderen, 1990-2006)**

|                                                       | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99  | 00  | 01  | 02  | 03  | 04  | 05  | 06  |
|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| gemiddelde (mg N/l)                                   | 4,0 | 5,5 | 6,3 | 5,5 | 5,2 | 4,1 | 4,8 | 5,1 | 7,1 | 6,1 | 5,4 | 5,3 | 5,1 | 4,3 | 4,8 | 5,4 | 5,2 |
| % meetplaatsen dat voldoet aan de basiskwaliteitsnorm | 59  | 60  | 60  | 48  | 62  | 71  | 63  | 68  | 61  | 62  | 69  | 73  | 75  | 74  | 67  | 66  | 69  |

gemiddelde: gemiddelde van de jaargemiddelden per meetplaats

Bron: VMM

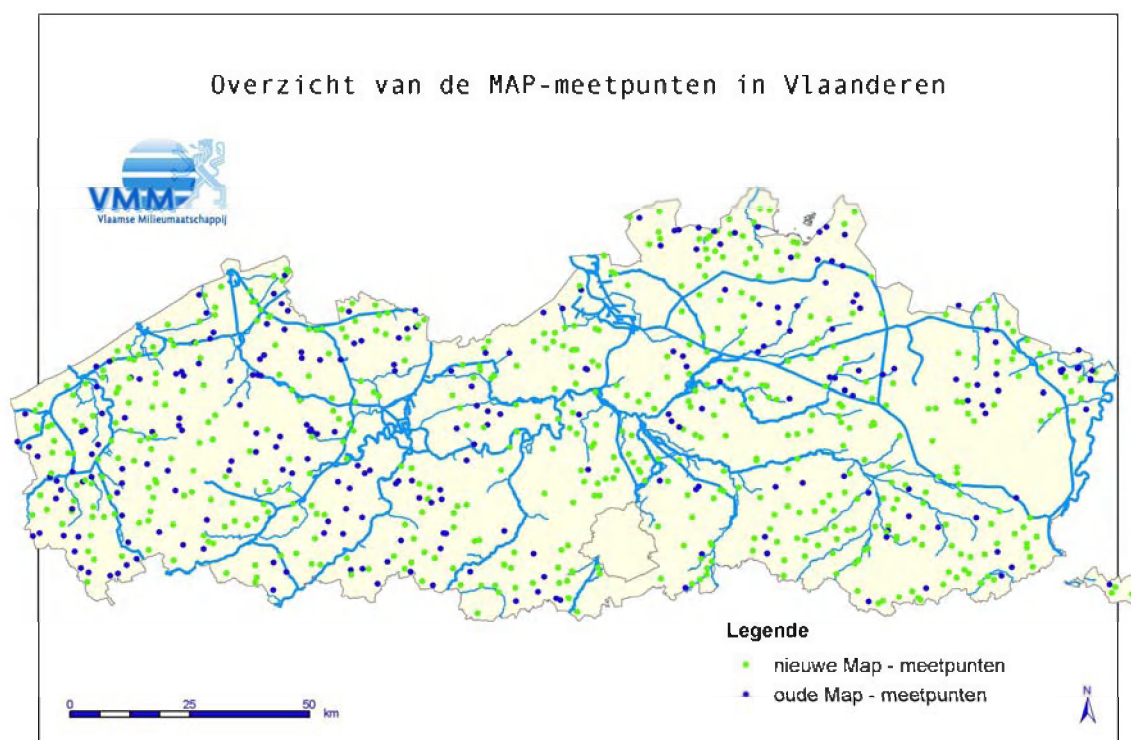
## Oppervlaktewater in landbouwgebied

### MAP-meetnet en methode

Gezien haar groot aandeel in de belasting van het oppervlaktewater, dient de landbouwsector een grote rol te spelen in de vermindering van de stikstofverontreiniging (zie MIRA Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater). Om de kwaliteit van het oppervlaktewater te evalueren in functie van de landbouwkundige activiteit werd door de VMM in 1999 het MAP-meetnet uitgebouwd (266 meetpunten met een meetfrequentie van 15 metingen per jaar). Het aantal meetpunten werd vanaf periode 2002-2003 uitgebreid van ongeveer 260 naar ongeveer 800. In meetpunten met een stabiele goede nitraatconcentratie onder

Als norm geldt dat de concentratie in 95 % van de metingen niet boven de 50 mg NO<sub>3</sub>-N/l mag gaan (Mestdecreet). Indien er een overschrijding is mag die niet meer dan 75 mg bedragen. Deze norm komt voort uit de Europese imperatieve norm uit de Drinkwaterrichtlijn uit 1975 waarnaar de Nitraatrichtlijn expliciet verwijst. Deze waarde is in juridisch bindende regels opgenomen ter bescherming van de volksgezondheid. Om het leefmilieu optimaal te beschermen en eutrofiëring tegen te gaan zijn beduidend lagere waarden nodig. Bij 15 metingen per jaar, betekent een eenmalige overschrijding over 50 mg nitraat/l dus dat de norm niet gehaald wordt. Voor een overzicht van de meetmethoden en keuze meetplaatsen wordt verwezen naar Maeckelberghe (2002).

*Figuur 32: Overzicht van de MAP-meetpunten in Vlaanderen*



Bron: VMM ([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

In intensief bemeste (dierlijke mest) gebieden komen de hoogste nitraatconcentraties normaliter voor gedurende de winterperiode. Het heeft dus veel meer zin om winters te evalueren dan kalenderjaren.

Sommige gebieden worden ook overbemest met kunstmest, bv. waar aan intensieve tuinbouw gedaan wordt.

#### *Percentage overschrijding per winterjaar*

Om zo accuraat mogelijk een tendens te schetsen wordt een zelfde set meetpunten over langere tijd gevolgd. Dat is mogelijk door de evolutie te bekijken in de ongeveer 260 meetpunten in het oude MAP-meetnet.

**Tabel 15: Percentage meetpunten van het oude MAP-meetnet oppervlaktewater (260 meetpunten) dat 50 mg nitraat/l overschrijdt (Vlaanderen, 1999-2006)**

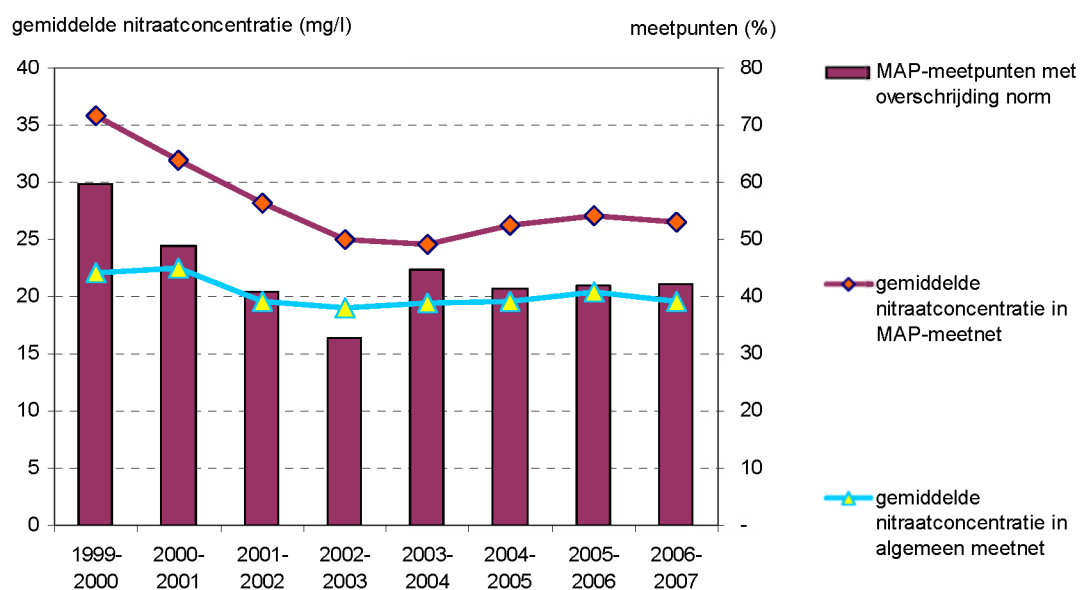
| provincie         | juli 1999 -<br>juni 2000 | juli 2000 -<br>juni 2001 | juli 2001 -<br>juni 2002 | juli 2002 -<br>juni 2003 | juli 2003 -<br>juni 2004 | juli 2004 -<br>juni 2005 | juli 2005 -<br>juni 2006 |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| West-Vlaanderen   | 74%                      | 73%                      | 65%                      | 64%                      | 76%                      | 72%                      | 72%                      |
| Oost-Vlaanderen   | 64%                      | 45%                      | 30%                      | 30%                      | 52%                      | 41%                      | 39%                      |
| Antwerpen         | 50%                      | 35%                      | 24%                      | 21%                      | 36%                      | 38%                      | 42%                      |
| Limburg           | 62%                      | 53%                      | 44%                      | 45%                      | 41%                      | 47%                      | 48%                      |
| Vlaams-Brabant    | 26%                      | 33%                      | 26%                      | 23%                      | 19%                      | 14%                      | 14%                      |
| <b>Vlaanderen</b> | <b>60%</b>               | <b>51%</b>               | <b>41%</b>               | <b>40%</b>               | <b>52%</b>               | <b>49%</b>               | <b>50%</b>               |

Bron: VMM ([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

Uit deze cijfers blijkt dat de gunstige tendens van de periode 1999 – 2003 gekeerd lijkt. In de drie winterjaren van 2003 – 2004 tot en met 2005 – 2006 overschrijden telkens ongeveer de helft van de oude MAP-meetpunten minstens één maal de 50 mg nitraat/l.

Om een meer gebiedsgerichte beoordeling te doen van de meest recente toestand van het leefmilieu, is het beter zo veel mogelijk meetpunten mee te nemen, op voorwaarde dat ze voldoen aan de criteria van MAP-meetpunten. Daarvoor wordt de evolutie van het hele MAP-meetnet (inclusief de uitbreiding van 260 naar 800 meetpunten eind 2002) gerapporteerd.

**Figuur 33: Jaargemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet en het algemeen meetnet oppervlaktewater, percentage MAP-meetpunten met minstens één overschrijding van de nitraatnorm van 50 mg /l (Vlaanderen, 1999-2007).**



De periodes beslaan telkens een heel jaar van 1 juli tot 30 juni.

*Tabel 16: Percentage meetpunten van het MAP-meetnet oppervlaktewater dat 50 mg nitraat/l overschrijdt per provincie en bekken (Vlaanderen, 1999-2007)*

| provincie/<br>bekken | 1999 -<br>2000 | 2000 -<br>2001 | 2001 -<br>2002 | 2002 -<br>2003 | 2003 -<br>2004 | 2004 -<br>2005 | 2005 -<br>2006 | 2006 -<br>2007 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| West-Vlaanderen      | 74%            | 73%            | 67%            | 56%            | 72%            | 67%            | 67%            | 66%            |
| Oost-Vlaanderen      | 61%            | 44%            | 29%            | 22%            | 39%            | 33%            | 34%            | 33%            |
| Antwerpen            | 47%            | 32%            | 21%            | 26%            | 38%            | 35%            | 38%            | 35%            |
| Limburg              | 63%            | 55%            | 47%            | 26%            | 26%            | 29%            | 30%            | 35%            |
| Vlaams-Brabant       | 23%            | 22%            | 28%            | 16%            | 28%            | 22%            | 22%            | 26%            |
| <i>Vlaanderen</i>    | <i>59%</i>     | <i>49%</i>     | <i>41%</i>     | <i>32%</i>     | <i>45%</i>     | <i>41%</i>     | <i>42%</i>     | <i>42%</i>     |
| IJzer                | 74%            | 74%            | 69%            | 60%            | 74%            | 68%            | 74%            | 68%            |
| Brugse Polders       | 56%            | 52%            | 46%            | 28%            | 49%            | 41%            | 35%            | 37%            |
| Gentse Kanalen       | 70%            | 52%            | 26%            | 19%            | 50%            | 42%            | 42%            | 38%            |
| Beneden-Schelde      | 58%            | 8%             | 17%            | 18%            | 34%            | 27%            | 36%            | 36%            |
| Leie                 | 90%            | 86%            | 71%            | 72%            | 80%            | 80%            | 80%            | 83%            |
| Boven-Schelde        | 62%            | 62%            | 54%            | 34%            | 56%            | 52%            | 42%            | 44%            |
| Dender               | 11%            | 0%             | 10%            | 0%             | 7%             | 0%             | 4%             | 0%             |
| Dijle Zenne          | 33%            | 31%            | 33%            | 17%            | 24%            | 23%            | 19%            | 24%            |
| Demer                | 40%            | 39%            | 26%            | 20%            | 32%            | 32%            | 36%            | 40%            |
| Nete                 | 29%            | 18%            | 5%             | 8%             | 15%            | 11%            | 14%            | 13%            |
| Maas                 | 75%            | 58%            | 49%            | 43%            | 46%            | 49%            | 47%            | 48%            |

Bron: VMM

In de provincie West-Vlaanderen voldeed in 1999-2000 slechts één meetplaats op vier aan de nitraatnorm. Dit verbeterde in 2002-2003 tot iets meer dan één op twee, maar is intussen opnieuw tot één op drie gedaald. Provincie Vlaams-Brabant scoort het best. In de provincies Oost-Vlaanderen en Limburg is eveneens een aanzienlijke verbetering gerealiseerd. De situatie verschilt zeer sterk van streek tot streek en per meetpunt komt het verband met de intensieve veehouderij en de tuinbouw duidelijk naar voor. Naar aanleiding van dit MAP-meetnet kwam ook naar voren dat in regio's met intensieve (glas)tuinbouw verhoogde nitraatconcentraties worden opgemeten.

In jaren met een nattere najaarsperiode zal de uitspoeling gemiddeld groter zijn, maar door de hogere waterafvoer is de gemiddelde concentratie lager (zie 2.4 | Belasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw). De winters van najaar 1998 tot voorjaar 2003 waren natter dan normaal (meer dan 800 mm neerslag), wat leidde tot een verdunning en dus lagere nitraatconcentraties. In een jaar met normale neerslag (ongeveer 800 mm)

zouden nog piekconcentraties kunnen voorkomen (Nevens, 2003). Dit bleek zo in de winterperiode 2003-2004, die vooraf gegaan werd van een zeer droge zomer en dus leidde tot een verhoging van het aantal meetpunten met overschrijding. De droogte tijdens de zomer van 2003 heeft er wel toe geleid dat de nitraatconcentraties in de zomermaanden nog lager waren dan in de voorgaande jaren. Maar de uitgespoelde concentraties waren vanaf december 2003 gemiddeld beduidend hoger. De resultaten voor de periode 2004-2005 bevestigen de stagnerende trend sinds 2002-2003. Uit diepgaandere analyse blijkt dat de weersomstandigheden niet de enige verklaring hiervoor kunnen zijn (Van Hoof, 2005). Deze aanzienlijke variatie van de resultaten in functie van de weersituatie doet vragen rijzen over de robuustheid van de nitraatconcentratie in het oppervlaktewater als beleidsinstrument voor de (twee)-jaarlijkse herziening van de afbakening van de kwetsbare gebieden water, zoals in de periode 1999-2006 gehanteerd werd, voorafgaand aan de volledige afbakening van Vlaanderen als kwetsbaar gebied.

Om volgens MINA-plan 3 in 2007 op alle meetpunten de 50 mg/l norm te halen zal een bijkomende saneringsinspanning nodig zijn, ook na 2007.

#### *Gemiddelde en mediane nitraatconcentratie per winterjaar*

De evolutie van de concentraties kan ook opgevolgd worden door voor elk jaar de gemiddelde concentratie te berekenen. In onderstaande tabel gebeurde dat door eerst de gemiddelde concentratie per winterjaar te berekenen voor elk meetpunt. Vervolgens wordt het gemiddelde van al die gemiddelde waardes berekend. Op die manier wordt met elk meetpunt (onafhankelijk van het aantal bemonsteringen) rekening gehouden. Tabel 17 beschrijft de evolutie van de gemiddelde nitraatconcentratie van al de meetpunten van het MAP-meetnet.

*Tabel 17: Gemiddelde nitraatconcentratie (mg nitraat/l) in het MAP-meetnet oppervlaktewater en het algemeen meetnet (Vlaanderen, 1999-2007)*

|                  | 1999-<br>2000 | 2000-<br>2001 | 2001-<br>2002 | 2002-<br>2003 | 2003-<br>2004 | 2004-<br>2005 | 2005-<br>2006 | 2006-<br>2007 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| algemeen meetnet | 22,1          | 22,5          | 19,6          | 19,0          | 19,4          | 19,6          | 20,5          | 19,6          |
| MAP-meetnet      | 35,8          | 31,9          | 28,2          | 24,9          | 24,6          | 26,2          | 27,1          | 26,5          |

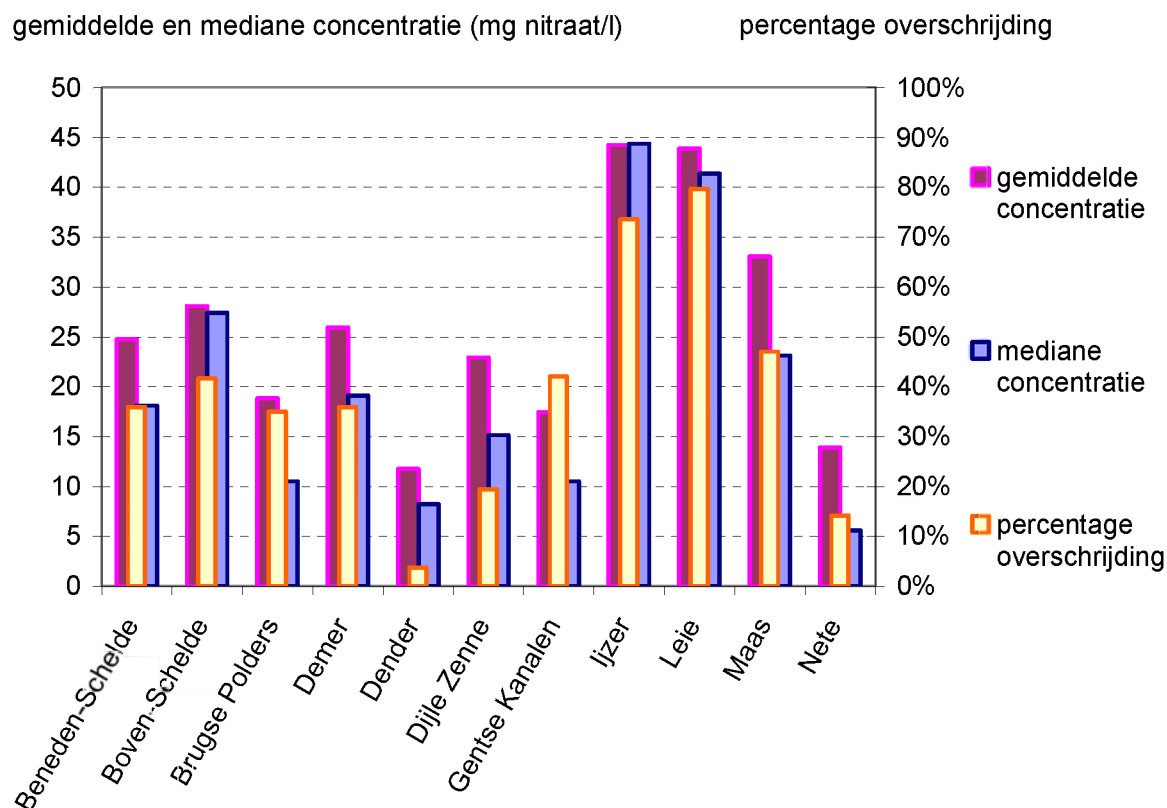
Bron: VMM([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

De resultaten van het MAP-meetnet werden in 2006 in meer detail per bekken bestudeerd. Per bekken werd niet alleen het percentage overschrijdingen (cf. hierboven), maar ook de gemiddelde en de mediane concentratie per bekken berekend.

Bij de berekening van de gemiddelden wordt getracht om de impact van het verschil tussen slapende (3 keer per jaar bemonsterd) en andere MAP-meetpunten (12-15 keer per jaar bemonsterd) uit te sluiten. Daarom wordt voor de berekening van de gemiddelde concentratie eerst het gemiddelde per punt berekend en wordt het gemiddelde per bekken berekend door het gebruik van de puntsgewijze gemiddelden. De berekening van medianen is op gelijkaardige wijze gebeurd als de berekening van de gemiddelde concentraties. Eerst werd de mediaan per punt berekend en vervolgens de mediaan per bekken op basis van die puntsgewijze medianen.

Uit de resultaten blijkt dat er weinig verschil zit in de conclusies die je per bekken zou trekken op basis van de drie verschillende resultaten. Onderstaande grafiek illustreert dat passend. Zowel de percentages overschrijdingen als de mediane en gemiddelde concentraties zijn voor dezelfde bekkens hoog en voor dezelfde bekkens laag. De spreiding op de resultaten is iets groter voor de percentages overschrijdingen dan voor de gemiddelde concentraties.

*Figuur 34: Vergelijking van percentages overschrijdingen, gemiddelde en mediane nitraatconcentraties in het MAP-meetnet per bekken (Vlaanderen, 2005-2006)*



|                 | gemiddelde concentratie<br>(mg nitraat/l) | mediane concentratie<br>(mg nitraat/l) | percentage<br>overschrijding |
|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| Beneden-Schelde | 24,7                                      | 18,1                                   | 36%                          |
| Boven-Schelde   | 28,1                                      | 27,4                                   | 42%                          |
| Brugse Polders  | 18,8                                      | 10,5                                   | 35%                          |
| Demer           | 25,9                                      | 19,1                                   | 36%                          |
| Dender          | 11,8                                      | 8,2                                    | 4%                           |
| Dijle Zenne     | 22,9                                      | 15,1                                   | 19%                          |
| Gentse Kanalen  | 17,4                                      | 10,5                                   | 42%                          |
| IJzer           | 44,2                                      | 44,3                                   | 74%                          |
| Leie            | 43,9                                      | 41,4                                   | 80%                          |
| Maas            | 33,0                                      | 23,1                                   | 47%                          |
| Nete            | 13,9                                      | 5,6                                    | 14%                          |

Bron: VMM ([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

#### *Evolutie van de maandgemiddelde concentraties*

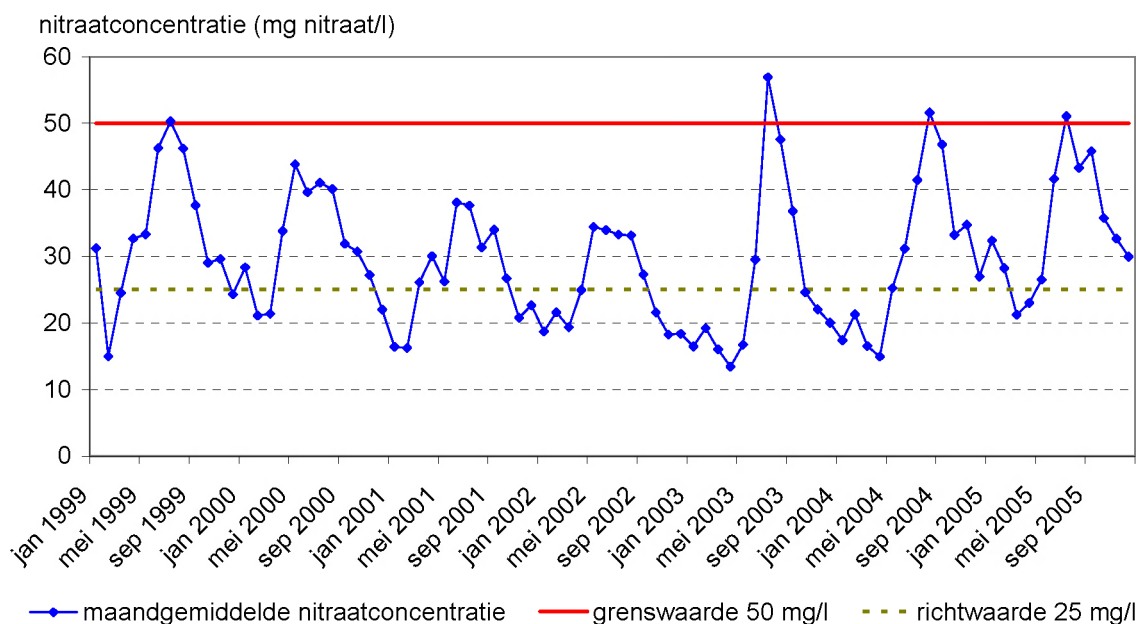
De evolutie van de maandgemiddelde concentratie van het MAP-meetnet en het hele meetnet (waaronder het MAP-meetnet) worden eveneens regelmatig gehanteerd als instrument om de evolutie van de oppervlaktewaterkwaliteit voor de parameter nitraat te beoordelen. Opgemerkt dient te worden dat deze grafiek vertekend wordt door de lagere bemonsteringsfrequentie van de meetpunten met lage nitraatconcentraties. Om die vertekening te vermijden werden hiervoor in de eerste plaats de jaargemiddelde concentraties berekend. Ook die vertonen de laatste jaren opnieuw een stijgende tendens.



Na een gestage daling van 2000 tot de zomer van 2003 is er nu al drie winters na elkaar sprake van gemiddeld hogere concentraties dan in de winter 1999 – 2000, aanvangsjaar van MAP2bis. Ook tijdens de voorbije winter is de situatie niet beter dan in de winter 1999 – 2000.

Hoewel de hoogte van de nitraatconcentraties mee geduid kan worden als een gevolg van de weersomstandigheden en het bij de berekening van de maandgemiddelde concentraties onmogelijk is rekening te houden met de lagere bemonsteringsfrequentie van de slapende MAP-meetpunten, dient herhaald dat het uitspoelen van (veel) nitraat in de eerste plaats een gevolg is van te hoge bemesting.

*Figuur 35: Maandgemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet*



Bron: VMM ([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

Uit deze grafiek blijkt dat de dalende trend uit de beginjaren van het MAP-meetnet zich niet bestendigt.

Figuur 35 illustreert duidelijk de omvang van de nitraatverontreiniging in de winter: in de laatste drie winters stijgt de gemiddelde concentratie in het MAP-meetnet boven de 50mg/l-drempel, die een bijna-maximumgrens is per meetpunt! De gemeten waarden worden immers meestal getoetst aan de drempelwaarde van 50 mg/liter (als 95-percentiel op jaarbasis) en richtwaarde van 25 mg/liter (als 90-percentiel op jaarbasis). Deze drempelwaarde dient echter in ieder oppervlaktewater bereikt te worden, niet als gemiddelde van een heel meetnet.

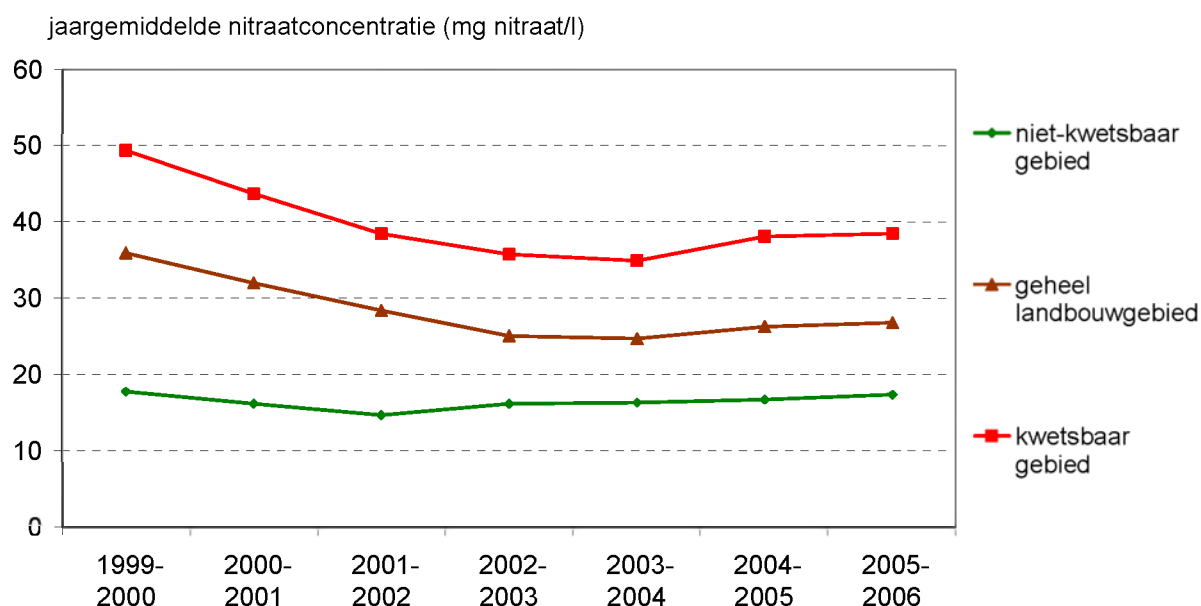
#### *Vergelijking van de evolutie in kwetsbare en niet-kwetsbare zones*

Een bijkomende analyse van de resultaten van het MAP-meetnet gebeurde door een vergelijking te maken van de MAP-meetpunten in de kwetsbare zones en de meetpunten in zones die in de periode 2003 - 2006 nog niet als kwetsbaar aangeduid zijn. Sinds 1 januari 2007 is geheel Vlaanderen als kwetsbaar gebied aangeduid, zij het dat in grote gebieden een derogatie (afwijking) geldt.

Deze evaluatie werd uitgevoerd op de jaargemiddelde concentraties. Die jaargemiddelde concentratie werd apart berekend voor de meetpunten die in de kwetsbare zones zoals ze in 2002 afgebakend werden, lagen en de meetpunten erbuiten.



*Figuur 36: Vergelijking van de jaargemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet oppervlaktewater tussen kwetsbare en niet-kwetsbare zones volgens het Mestdecreet (Vlaanderen, 1999-2006)*



|                       | 1999-2000 | 2000-2001 | 2001-2002 | 2002-2003 | 2003-2004 | 2004-2005 | 2005-2006 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| niet-kwetsbaar gebied | 17,8      | 16,2      | 14,7      | 16,2      | 16,3      | 16,7      | 17,4      |
| kwetsbaar gebied      | 49,3      | 43,7      | 38,4      | 35,7      | 34,9      | 38,1      | 38,4      |
| geheel landbouwgebied | 35,9      | 32,0      | 28,4      | 25,0      | 24,7      | 26,3      | 26,8      |

Bron: VMM ([www.vmm.be/MAP](http://www.vmm.be/MAP))

Uit Figuur 36 blijkt nogmaals dat de grootste verbetering gerealiseerd is in de periode 1999 – 2003. Ook al is in de periode 1999 – 2002 de bijkomende afbakening van kwetsbare zones nog niet gebeurd. Toch heeft het generieke mestbeleid, dat een stapsgewijze verstrenging inhield ten opzichte van de periode ervoor, tot verbetering van de resultaten geleid. In de periode 2003 – 2006, na de aanduiding van bijkomende kwetsbare zones, is er toch geen sprake van een verbetering van de waterkwaliteit. Ook de afstand tussen de gemiddelde concentraties in kwetsbare gebieden en niet-kwetsbare gebieden is niet afgenomen.

#### *Hoogste concentraties in meetpunten in tuinbouwstreek*

Verder werden ook de MAP-meetpunten met de hoogste concentraties kort bestudeerd. Er wordt al jarenlang aangegeven dat in regio's met een flinke tuinbouwactiviteit hoge nitraatconcentraties gemeten worden. Daartoe werd voor het winterjaar 2005 – 2006 per MAP-meetpunt het hoogste resultaat bepaald. De 20 hoogste concentraties liggen tussen 173 en 1000 mg NO<sub>3</sub>/liter. Deze waarden zijn extreem hoog. De norm die de volksgezondheid beoogt te beschermen ligt op 50 mg nitraat/l. Deze 20 meetpunten vertonen gemeten maxima die 3,5 tot 20 keer hoger zijn.

Van de 788 MAP-meetpunten waarvoor resultaten beschikbaar zijn in de databank, zijn er 331 die de maximumwaarde van 50 mg nitraat/l overschrijden. Dat correspondeert met de al eerder gerapporteerde 42 % van de MAP-meetpunten die niet voldoen. Van die 331 meetpunten zijn er 200 waarvan het maximum zelfs hoger ligt dan 75 mg nitraat/l. Uit een doorlichting van de regio waarin deze 20 punten liggen, het feit dat die hoogste concentratie vaak in de zomer vastgesteld wordt kan gesteld worden – zeker na het terreinonderzoek dat de VMM in het stroomgebied van een aantal van die meetpunten uitvoerde voor een aantal

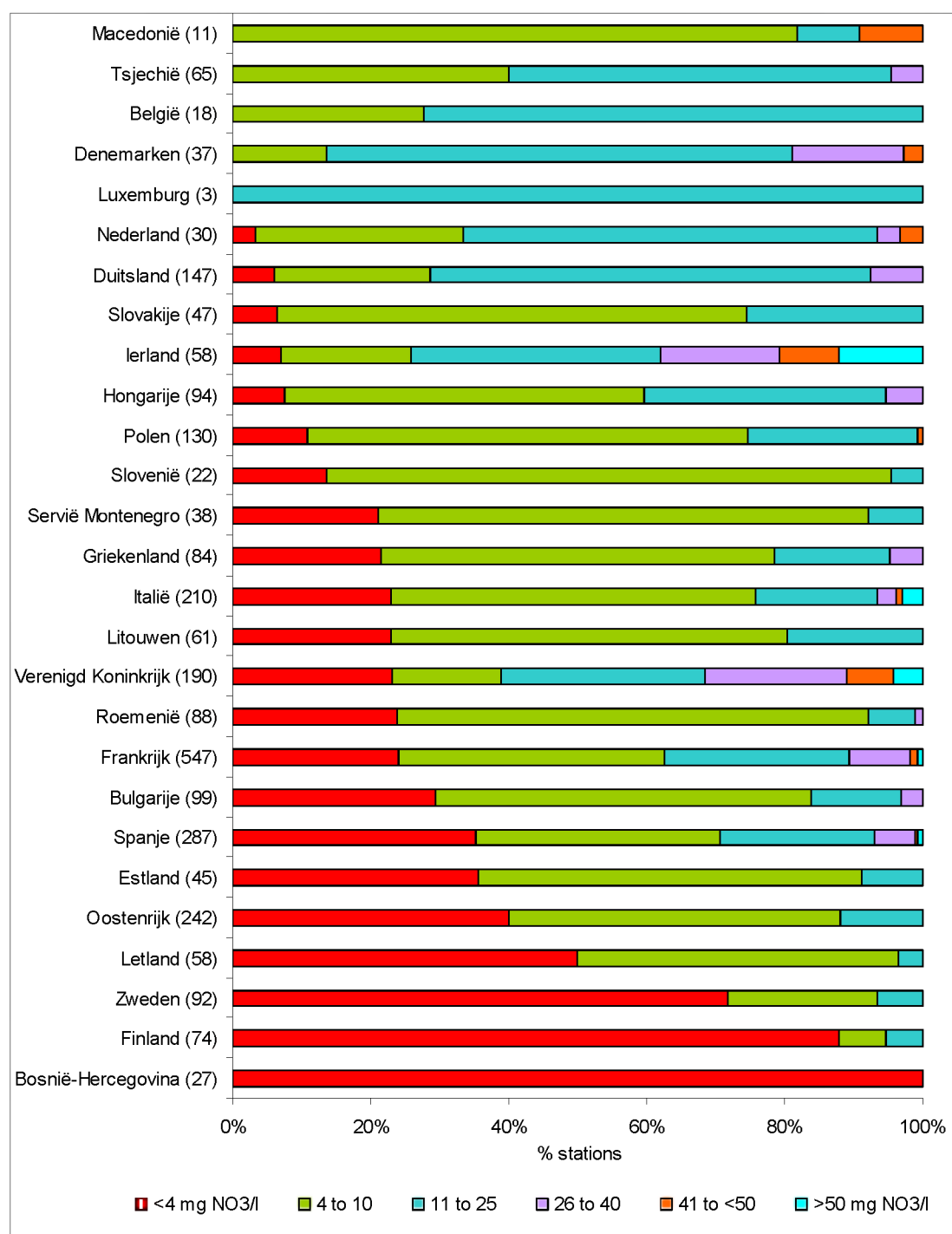
van deze meetpunten – dat dit resultaat sterk door de tuinbouw en het daarmee gepaard gaande kunstmestgebruik beïnvloed is.

Ook in de wingebieden van enkele drinkwaterproductiecentra worden meerdere meetplaatsen gekenmerkt door het voorkomen van zeer hoge nitraatconcentraties (plaatselijk tot meer dan 200 milligram nitraat per liter).

Het mestspreidingsbeleid verplicht het mesttransport van landbouwbedrijven met mestoverschot naar bedrijven die nog mest kunnen aanvaarden volgens de bemestingsnormen van het Mestdecreet. Door dit beleid nemen de uiterst hoge nitraatmaxima (voorheen tot meer dan 200 mg/l) sterk af, maar verdwijnen nitraatarme zones steeds meer. Uit het Natuurrapport 2003 blijkt dat dit in Vlaanderen een belangrijk probleem vormt voor de bescherming van natuurgebieden.

### Internationale vergelijking

**Figuur 37: Verdeling van de jaargemiddelde nitraatconcentratie (mg nitraat/l) in rivieren van 27 Europese landen (Europa, 20023)**



Bron: <http://eea.eu.int> (EMA, 2006)

Figuur 37 toont de positie van België in de EU-27 wat betreft de nitraatconcentraties in een selectie van rivieren. Hieruit blijkt dat de laagste nitraatconcentraties voorkomen in Bosnië, Finland, Zweden, Letland en Oostenrijk. Luxemburg, België, Denemarken en Tsjechië kennen de hoogste concentraties. De gegevens voor België, Luxemburg slaan op een beperkt aantal stations en zijn daarom mogelijk niet representatief voor alle rivieren in deze landen.

*Tabel 18: Aandeel meetstations per concentratieklassen van de jaargemiddelde concentratie per meetstation (mg nitraat/l) ten opzichte van het totaal aantal beschouwde meetstations per land (Europa, 2002)*

| (aantal stations)         | <4  | 4 tot 10 | 11 tot 25 | 26 tot 40 | 41 tot <50 | >50 |
|---------------------------|-----|----------|-----------|-----------|------------|-----|
| Bosnië-Herzegovina (27)   | 100 |          |           |           |            |     |
| Finland (74)              | 88  | 7        | 5         |           |            |     |
| Zweden (92)               | 72  | 22       | 7         |           |            |     |
| Letland (58)              | 50  | 47       | 3         |           |            |     |
| Oostenrijk (242)          | 40  | 48       | 12        |           |            |     |
| Estland (45)              | 36  | 56       | 9         |           |            |     |
| Spanje (287)              | 35  | 36       | 22        | 6         | 0,3        | 1   |
| Bulgarije (99)            | 29  | 55       | 13        | 3         |            |     |
| Frankrijk (547)           | 24  | 39       | 27        | 9         | 1          | 1   |
| Roemenië (88)             | 24  | 68       | 7         | 1         |            |     |
| Verenigd Koninkrijk (190) | 23  | 16       | 29        | 21        | 7          | 4   |
| Litouwen (61)             | 23  | 57       | 20        |           |            |     |
| Italië (210)              | 23  | 53       | 18        | 3         | 1          | 3   |
| Griekenland (84)          | 21  | 57       | 17        | 5         |            |     |
| Servië Montenegro (38)    | 21  | 71       | 8         |           |            |     |
| Slovenië (22)             | 14  | 82       | 5         |           |            |     |
| Polen (130)               | 11  | 64       | 25        |           | 1          |     |
| Hongarije (94)            | 7   | 52       | 35        | 5         |            |     |
| Ierland (58)              | 7   | 19       | 36        | 17        | 9          | 12  |
| Slovakije (47)            | 6   | 68       | 26        |           |            |     |
| Duitsland (147)           | 6   | 22       | 64        | 7         |            |     |
| Nederland (30)            | 3   | 30       | 60        | 3         | 3          |     |
| Luxemburg (3)             |     |          | 3         |           |            |     |
| Denemarken (37)           |     | 14       | 68        | 16        | 3          |     |
| België (18)               |     | 28       | 72        |           |            |     |
| Tsjechië (65)             |     | 40       | 55        | 5         |            |     |
| Macedonië (11)            |     | 82       | 9         |           | 9          |     |

Bron: <http://eea.eu.int> (EMA, 2006)

Voor 21 landen beschouwd in de dataset kon de trend tussen 1992 en 2003 gemaakt worden. In 16 van deze landen blijken er meer meetstations met verbeterde waterkwaliteit te bestaan dan met verslechterende kwaliteit (Core set indicators EEA: Nutrients in Freshwater). Voor Vlaanderen geldt ook dat de waterkwaliteit verbeterde in deze periode (Tabel 14).

Voor een groep van 5 landen (Denemarken, Duitsland, Frankrijk, Nederland en Verenigd Koninkrijk) wordt in 1998 een gemiddelde nitraatconcentratie van 3 mg N/l of 13,3 mg nitraat/l opgemeten (EMA, 2001b). In Vlaanderen is dat dubbel zo hoog in 1998 (Tabel 14).

### 5.3 | Fosfor in oppervlaktewater

Het nutriënt fosfor wordt als het meest belangrijke vermestende element in oppervlaktewater beschouwd.

Voor een overzicht van de waterkwaliteitsnormen voor fosfor wordt verwezen naar 5.1 | Kwaliteitsnormen en doelstellingen voor stikstof en fosfor.

De *fosfaatconcentratie* in het *oppervlaktewater* wordt opgevolgd in het fysisch-chemische meetnet voor oppervlaktewater van VMM en geven aan in welke mate rivieren en beken in Vlaanderen verontreinigd zijn met fosfaat (VMM, 2007a). Dit meetnet omvatte in 2002 1 387 meetpunten. De monsterneming gebeurt standaard 12 maal per jaar.

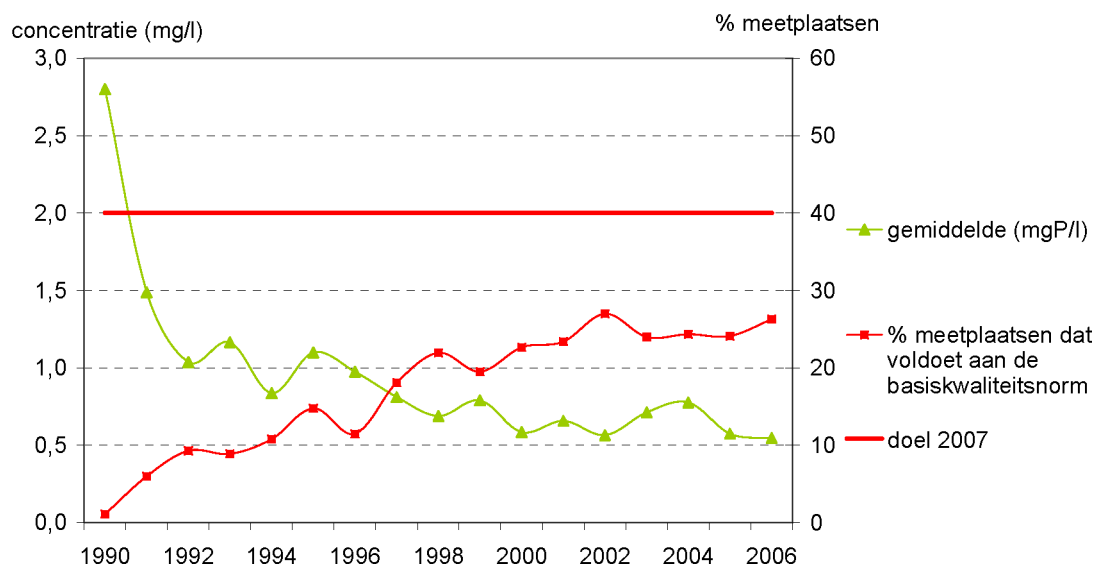
Omdat fosfor (P) steeds in de geoxideerde vorm van fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) of een gehydrateerde vorm voorkomt, wordt verder onder deze titel van fosfaat gesproken. Onder orthofosfaat wordt het in water opgeloste fosfaat bedoeld, dat dus beschikbaar is voor opname door organismen. Dit in tegenstelling met fosfaat gebonden aan organische of minerale deeltjes.

### **Fysisch-chemisch meetnet oppervlaktewater**

Voor de parameter orthofosfaat worden alle metingen getoetst aan de basiskwaliteitsnorm van 0,3 mg orthofosfaat-P/l voor stromend water of 0,05 mg/l voor stilstaand water. Het al of niet voldoen aan deze waarde wordt weergegeven in de onderste rij van Tabel 19.

Voor de basiskwaliteitsnorm wordt er onderscheid gemaakt tussen stilstaande en stromende wateren omwille van de impact van de eutrofiëring. Wierbloeï kan immers enkel ontstaan in stilstaand water of in waterlopen die zo traag stromen dat de verblijftijd toelaat een wierpopulatie op te bouwen. Daarom worden naast kanalen, vijvers en kreken ook gestuwde rivieren zoals Leie, Boven-Schelde en Dender, waar het water in neerslagarme periodes in het zomerhalfjaar quasi stagneert, getoetst aan de strengste norm (0,05 mg orthofosfaat-P/l) (Tabel 11). Met deze gedifferentieerde basiskwaliteitsnorm is rekening gehouden in de laatste rij van Tabel 19.

**Figuur 38: Orthofosfaatconcentratie in oppervlaktewater en aantal meetplaatsen dat voldoet aan de basiskwaliteitsnorm (Vlaanderen, 1990-2006)**



**Tabel 19: Orthofosfaatconcentratie in oppervlaktewater (Vlaanderen, 1990-2006)**

|                                                       | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| gemiddelde (mg P/l)                                   | 2,80 | 1,49 | 1,04 | 1,17 | 0,84 | 1,10 | 0,98 | 0,81 | 0,69 |
| % meetplaatsen dat voldoet aan de basiskwaliteitsnorm | 1    | 6    | 9    | 9    | 11   | 15   | 11   | 18   | 22   |
|                                                       | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |      |
| gemiddelde (mg P/l)                                   | 0,79 | 0,58 | 0,66 | 0,57 | 0,71 | 0,78 | 0,57 | 0,55 |      |
| % meetplaatsen dat voldoet aan de basiskwaliteitsnorm | 20   | 23   | 23   | 27   | 24   | 24   | 24   | 26   |      |

gemiddelde van de jaargemiddelden per meetplaats

Bron: VMM

De toestand m.b.t. orthofosfaat is drastisch verbeterd in het afgelopen decennium. De gemiddelde concentratie in 2006 is de laagste sinds 1990. Desondanks wordt de norm op slechts een kwart van de meetplaatsen gerespecteerd. In het MINA-plan 3 wordt voor 2007 vooropgesteld dat 40 % van de meetplaatsen moet voldoen aan de norm. Voor een beter inzicht in de oorzaken van deze fosfaatvervuiling wordt verwezen naar het Achtergronddocument Kwaliteit Oppervlaktewater.

Wanneer de fosfaatconcentraties in het MAP-meetnet oppervlaktewater wordt vergeleken met het fysisch-chemisch meetnet, dan valt op dat de gemiddelde concentratie in het jaar 2006 gelijk loopt. Dit wil zeggen dat de waterzuivering van huishoudelijke en industriële afvalwater tot het niveau gekomen is dat het bij samenvloeiing met oppervlaktewater uit landbouwgebied verdunnend zal werken op de fosfaatconcentratie (VMM, 2007a).

In een aantal landbouwgronden, ook rond bovenlopen van waardevolle beken, treedt fosfaatuitspoeling op. In beekecosystemen met stroomafwaarts zeer hoge natuurwaarden, zoals de Zwarte Beek, vormen de hoge nutriëntenconcentraties in de bovenloop nu al een knelpunt. In andere bovenloopstelsels, zoals die van de Kleine Nete, met een zeer goede waterkwaliteit en met van nature zeer lage fosfaatconcentraties, stellen we in de loop van de jaren '90 vast dat de fosfaatconcentraties geleidelijk aan stijgen, wat op een uitspoeling en fosfaatverzadiging van de aangrenzende gronden duidt (Schneiders et al., 2001). De concentraties overschrijden regelmatig de 0,1 mg/l orthofosfaatfosfor, wat beschouwd wordt als een concentratie waarbij algenbloei gestimuleerd wordt.

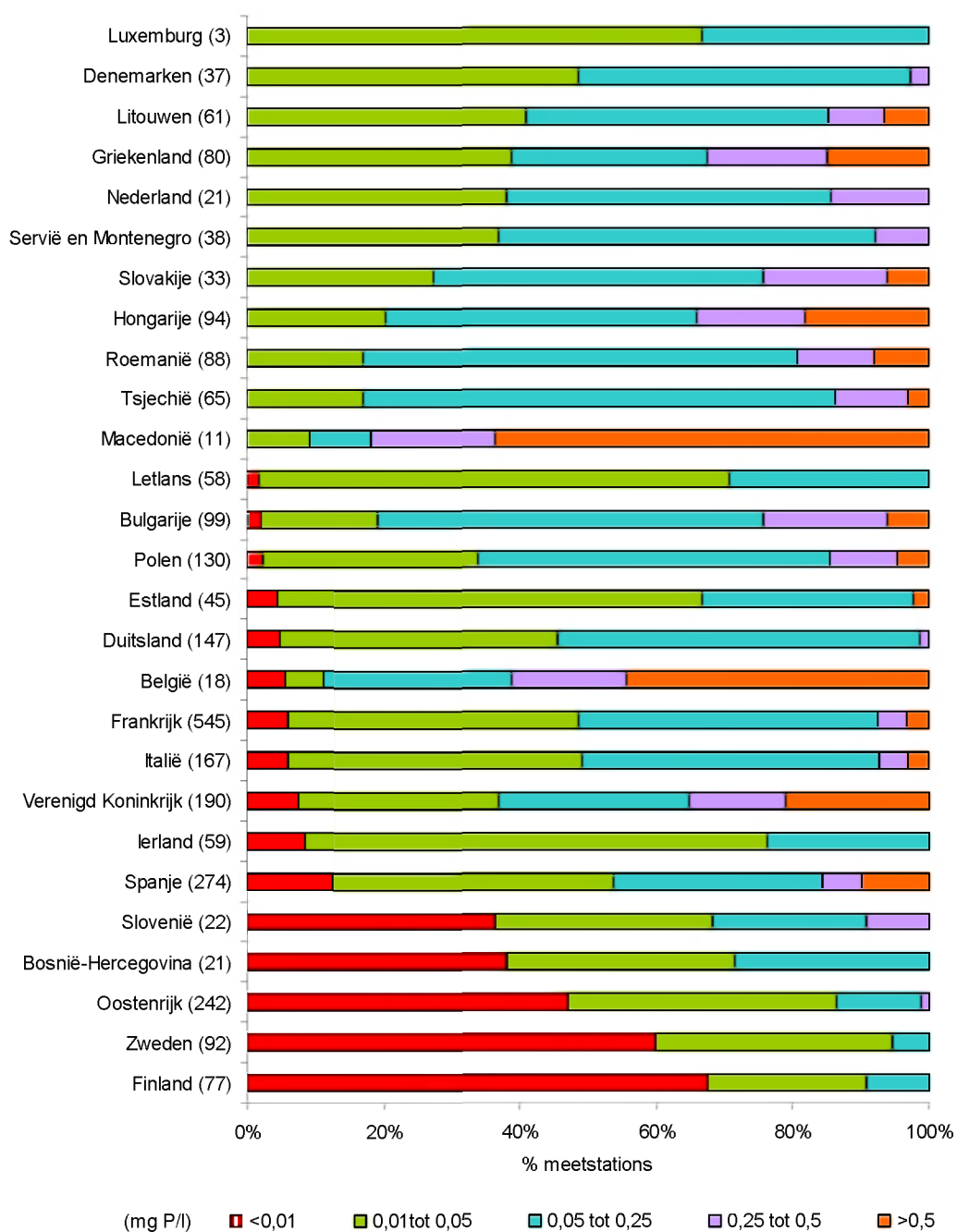
### **Internationale vergelijking**

Figuur 39 toont de positie van België in Europa wat betreft de orthofosfaatconcentratie in rivieren. Cijfers zijn gebaseerd op het meest recente jaar waarvoor gegevens beschikbaar zijn: dit is 2002 uitgezonderd voor Ierland (2000), Nederland (1998) en Roemenië (2001).

Finland kent de laagste concentraties. De West-Europese landen hebben vergelijkbare gehalten orthofosfaat in rivierwater. Maar België kent het laagste aandeel rivieren met lage orthofosfaatconcentratie.

Ongeveer 40 % en 20 % van de meetplaatsen in Europese rivieren en Europese meren, respectievelijk, vertoonden dalende orthofosfaat en total fosforconcentraties tussen 1992 en 2002. Dit reflecteert het succes van overheidsmaatregelen om fosforemissies terug te dringen, zoals de maatregelen opgelegd door de Europese richtlijn stedelijk afvalwater. Helaas, 12 % van de meetstations op rivieren en 9 % van de meetstations in meren tekenden een stijgende trend op. Dit weerspiegelt dat in sommige bekkens emissiereductie nog niet optreedt en in sommige bekkens zou dit kunnen te maken hebben met toenemende fosforoverschotten uit landbouwbodems (EMA, 2005b).

*Figuur 39: Verdeling van de jaargemiddelde ortofosfaatconcentratiepe meetstation (mg P/l) in rivieren van 27 Europese landen voor het meest recent beschikbare jaar (Europa, 2002)*



*Tabel 20: Aandeel (%) meetstations per concentratieklassen van de jaargemiddelde orthofosfaatconcentratie per meetstation (mg P/l) ten opzichte van het totaal aantal beschouwde meetstations per land (Europa, 2002)*

| Land (aantal meetstation) | <0,01 | 0,01 tot 0,05 | 0,05 tot 0,25 | 0,25 tot 0,5 | >0,5 |
|---------------------------|-------|---------------|---------------|--------------|------|
| Finland (77)              | 68    | 23            | 9             | 0            | 0    |
| Zweden (92)               | 60    | 35            | 5             | 0            | 0    |
| Oostenrijk (242)          | 47    | 39            | 12            | 1            | 0    |
| Bosnië-Herzegovina (21)   | 38    | 33            | 29            | 0            | 0    |
| Slovenië (22)             | 36    | 32            | 23            | 9            | 0    |
| Spanje (274)              | 12    | 41            | 31            | 6            | 10   |
| Ierland (59)              | 8     | 68            | 24            | 0            | 0    |
| Verenigd Koninkrijk (190) | 7     | 29            | 28            | 14           | 21   |
| Italië (167)              | 6     | 43            | 44            | 4            | 3    |
| Frankrijk (545)           | 6     | 43            | 44            | 4            | 3    |
| België (18)               | 6     | 6             | 28            | 17           | 44   |
| Duitsland (147)           | 5     | 41            | 53            | 1            | 0    |
| Estland (45)              | 4     | 62            | 31            | 0            | 2    |
| Polen (130)               | 2     | 32            | 52            | 10           | 5    |
| Bulgarije (99)            | 2     | 17            | 57            | 18           | 6    |
| Letland (58)              | 2     | 69            | 29            | 0            | 0    |
| Macedonië (11)            | 0     | 9             | 9             | 18           | 64   |
| Tsjechië (65)             | 0     | 17            | 69            | 11           | 3    |
| Roemenië (88)             | 0     | 17            | 64            | 11           | 8    |
| Hongarije (94)            | 0     | 20            | 46            | 16           | 18   |
| Slovakije (33)            | 0     | 27            | 48            | 18           | 6    |
| Servië en Montenegro (38) | 0     | 37            | 55            | 8            | 0    |
| Nederland (21)            | 0     | 38            | 48            | 14           | 0    |
| Griekenland (80)          | 0     | 39            | 29            | 18           | 15   |
| Litouwen (61)             | 0     | 41            | 44            | 8            | 7    |
| Denemarken (37)           | 0     | 49            | 49            | 3            | 0    |
| Luxemburg (3)             | 0     | 67            | 33            | 0            | 0    |

## 5.4 | Nutriënten in grondwater

De verontreiniging van het grondwater door nutriënten is het gevolg van infiltratie van meststoffen, eventueel met lage concentratie, over grote oppervlaktes. Dit proces heet diffuse verontreiniging. Vooral landbouwkundige bemesting ligt aan de oorzaak van deze verstoring. Daarbij is verontreiniging met nitraat en fosfaat door bemesting een fenomeen dat zich slechts langzaam verspreidt in het grondwater. Zowel nitraat als fosfaat worden op vele wijzen biologisch en chemisch omgezet. Fosfaat wordt ook vastgelegd in de ondergrond. De situatie is echter niet overal gelijk. Afhankelijk van de fysische en chemische samenstelling van de bodem- en sedimentlagen kunnen vervuilingen zich sneller of minder snel verplaatsen in het grondwater. Via kwelsystemen kunnen dan op langere termijn eutrofiëringproblemen voortkomen in bijvoorbeeld natuurgebieden. Eens de vervuiling is opgetreden, is het echter zeer moeilijk om ze te saneren. De aanwezigheid van hoge concentraties nitraten in het grondwater kan betekenen dat de drinkwatermaatschappijen bijkomende behandelingen dienen uit te voeren om het ruwe water in drinkwater om te zetten (zie 7.2 | Gevolgen voor de e). Ook voor het deel van de huishoudens dat afhankelijk is van *putwater* voor zijn watervoorziening, stelt dit problemen (zie 7.1 | Gevolgen voor mens).

Bepaling van vermisting in grondwater is een complex gegeven. Het is goed mogelijk dat op de bemonsterde diepte geen nitraat aangetroffen wordt, terwijl vooral in de boven- of onderliggende lagen wel verhoogde nitraatconcentraties voorkomen. De aanwezigheid van kleilagen kan de verspreiding van het nitraat volledig tot stilstand brengen, de aanwezigheid van organisch materiaal, sulfiden of tweewaardige ijzerverbindingen kan dan weer voor de afbraak van nitraat zorgen. Deze nitraatreductiecapaciteit is niet oneindig. De vaststelling dat



op de bemonsterde diepte geen nitraat gevonden wordt, bewijst dus niet dat er zich geen nitraatprobleem voordoet. Voor meer informatie naar deze complexiteit wordt verwezen naar Walraevens et al., 2001.

### *Normen en doelstelling*

Voor nutriënten in grondwater gelden wettelijke normen zoals aangegeven in Tabel 11.

Het MINA-plan 3 stelt dat tegen 2007 er geen overschrijdingen meer voorkomen van de norm 50 mg nitraat/l in grondwater.

Het MINA-plan 3 streeft tegen 2030 naar volgende grondwaterkwaliteit:

- de nutriëntenconcentraties zijn nergens hoger dan de toestand in 1992;
- de hoge concentraties dienen te verminderen naar de richtwaarden van 0,17 mg fosfor/l voor orthofosfaat en naar 5,6 mg stikstof/l voor nitraat. De richtwaarde op lange termijn is dus de helft van de nitraatnorm.

### **MAP-meetnet grondwater vanaf 2004**

#### *Opbouw meetnet*

Om aan de doelstellingen van de Europese nitraatrichtlijn te kunnen voldoen en een beter beeld over de grondwaterkwaliteit met betrekking tot de nitraatverontreiniging te bekomen, besloot de Vlaamse regering eind 2002 een volledig nieuw meetnet te installeren, waarvan de belangrijke fysische en chemische randvoorwaarden voor elk meetput gekend zijn. Het huidige MAP-meetnet bestaat uit 2 113 meetputten met meestal 3 onttrekkingsfilters op verschillende dieptes per meetlocatie.

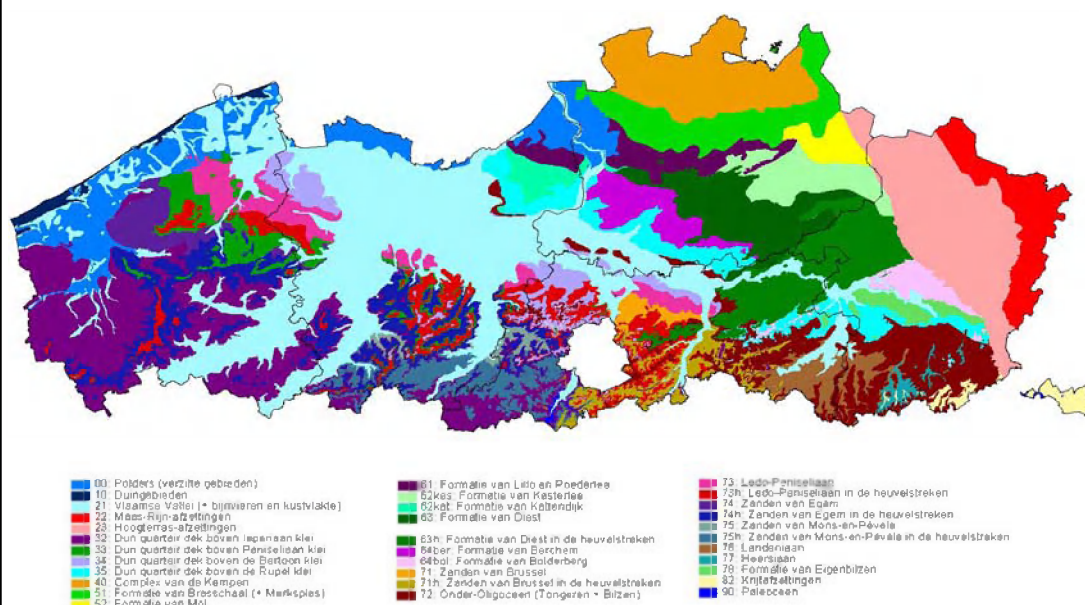
De spreiding van de meetputten is gekoppeld aan de nitraatgevoeligheid van de aanwezige ondiepe watervoerende systemen. Vlaanderen wordt op basis daarvan ingedeeld in 33 hydrogeologisch homogene zones met verschillende potentiële kwetsbaarheden (zie tekstkader). In de meest kwetsbare zones bevindt zich 1 meetput per 200 ha landbouwgebied, in de minst kwetsbare ca. 1 meetput per 1 100 ha landbouwgebied. Elke meetput bestaat uit meestal 3 onttrekkingsfilters, die zich op verschillende dieptes bevinden. Op die manier laat zich ook de verticale evolutie van een mogelijke nitraatverontreiniging beter opvolgen. De diepte van de meetputten varieert tussen gemiddeld 6 m in de kuststreek tot gemiddeld 50 m in zuidoostelijk Limburg (Krijtlagen).

Sinds eind 2003 is het nieuwe MAP-meetnet grondwater (of freatische grondwatermeetnet) volledig operationeel. Alle meetputten worden twee maal per jaar bemonsterd (voorjaar en najaar). In drie prioritaire uiterst gevoelige zones gebeurt dat zelfs vier keer per jaar. (de Maas-Rijnafzettingen en Krijtafzettingen in Limburg en de heuvelstreken van de Zanden van Brussel in Vlaams-Brabant).

#### **Indeling van Vlaanderen in hydrogeologisch homogene zones**

Gezien de heterogeniteit van de ondergrond en de ondiepe watervoerende lagen heeft men Vlaanderen ingedeeld in hydrogeologisch homogene zones (Eppinger et al, 2002). Dat zijn zones waarbinnen vergelijkbare randvoorwaarden voor de potentiële verspreiding en de afbraak van nitraat in de geassocieerde ondiepe watervoerende lagen bestaan. Door deze indeling komt men in totaal aan 33 hydrogeologisch homogene zones (HHZ's).

Figuur 40: Hydrogeologisch homogene zones van Vlaanderen



Bron: VMM

Vervolgens werd aan de verschillende hydrogeologisch homogene zones een aparte nitraatgevoeligheid toegekend. Hierbij is rekening gehouden met de parameters die de potentiële nitraatverspreiding in het grondwater van de Vlaamse geologische afzettingen bepalen, in het bijzonder

- de hydraulische doorlatendheid
- de hydraulische gradiënt
- de dikte van de waterverzadigde oxidatiezone
- de dikte van de onverzadigde zone
- de historiek van de sedimentafzetting
- het al dan niet aanwezig zijn van stoffen die nitraten kunnen reduceren (reductiecapaciteit)

Afhankelijk van de grootteorde en het belang van de parameters zijn punten aan de hydrogeologisch homogene zones toegekend. De puntensom van alle parameters duidt de potentiële nitraatgevoeligheid van elke hydrogeologisch homogene zone aan. Er werd een score van 3 tot 17 toegekend. Hoe hoger de puntensom hoe gevoeliger de afzetting is tegenover nitraatverontreiniging. De zone van de Polderafzettingen aan de kust is bijvoorbeeld het minst gevoelig (3), terwijl de zones van de Hoogterrasafzettingen en de Maas-Rijnafzettingen in Limburg (17) uiterst gevoelig zijn. De HHZ's kunnen dus weinig gevoelig tot uiterst gevoelig zijn voor nitraatcontaminatie. Ook al is het gevaar tot contaminatie het grootst voor uiterst gevoelige zones, toch kunnen ook in minder gevoelige zones overschrijdingen van de nitraatlimiet worden vastgesteld. De kwetsbaarheidsverschillen kunnen met de kaart van de hydrogeologisch homogene zones worden gevisualiseerd.

Verloop indicator

Voor een overzicht van de nitraatconcentraties in grondwater voor 2004, zie MIRA Achtergronddocument Vermesting 2006 (mira@vmm.be).

De eerste gebiedsdekkende meetcampagne kon in het voorjaar 2004 worden uitgevoerd. Tabel 21 geeft een overzicht van de overschrijdingen op putniveau weer. Dat betekent dat er een meetput als gecontamineerd wordt beschouwd wanneer het grondwater van één van de aanwezige filters een nitraatgehalte boven de 50 mg nitraat/l toont.

*Tabel 21: Resultaten van de meetcampagnes voor MAP-meetnet grondwater met betrekking tot de nitraatgehaltes (Vlaanderen, 2004-2006)*

| meetcampagne    | meetputten bemonsterd | overschrijdingen meetput >50 mg nitraat/l | overschrijdingen meetput >25 mg nitraat/l | percentage >50 mg nitraat/l | percentage >25 mg nitraat/l |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 2004 - voorjaar | 1 925                 | 688                                       | 915                                       | 35,7 %                      | 47,5 %                      |
| 2004 - najaar   | 1 728                 | 616                                       | 785                                       | 35,7 %                      | 45,4 %                      |
| 2005 - voorjaar | 2 026                 | 801                                       | 1 029                                     | 39,5 %                      | 51,0 %                      |
| 2005 - najaar   | 2 004                 | 756                                       | 961                                       | 37,7 %                      | 48,0 %                      |
| 2006 - voorjaar | 2 045                 | 775                                       | 998                                       | 37,9 %                      | 48,8 %                      |

Bron: VMM

De plandoelstelling in het MINA-plan 3 om geen overschrijdingen meer van de maximale nitraatnorm van 50 mg/l in 2007 in het grondwater te meten, zal niet worden gehaald. Het doorwerken van het beleid om tot een verbetering van de grondwaterkwaliteit te komen, is immers iets dat zich slechts langzaam manifesteert. Een realistische aanpassing van die plandoelstelling dringt zich dan ook op.

Sinds 2004 zijn voor alle hydrogeologisch homogene zones (HHZ) op halfjaarlijkse basis metingen van de freatische grondwaterkwaliteit uitgevoerd. Na een aanvankelijke stijging van het aantal overschrijdingen van de *nitraat*norm (50 mg/l) tot bijna 40 % van de meetputten in het voorjaar van 2005, is sindsdien een lichte daling van het overschrijdingspercentage vast te stellen tot ca. 38 % (Tabel 21). Over diezelfde periode is een vergelijkbare daling tot 49 % te merken in het aantal meetputten waar meer dan 25 mg/l nitraat (de richtwaarde voor grondwater) wordt gemeten.

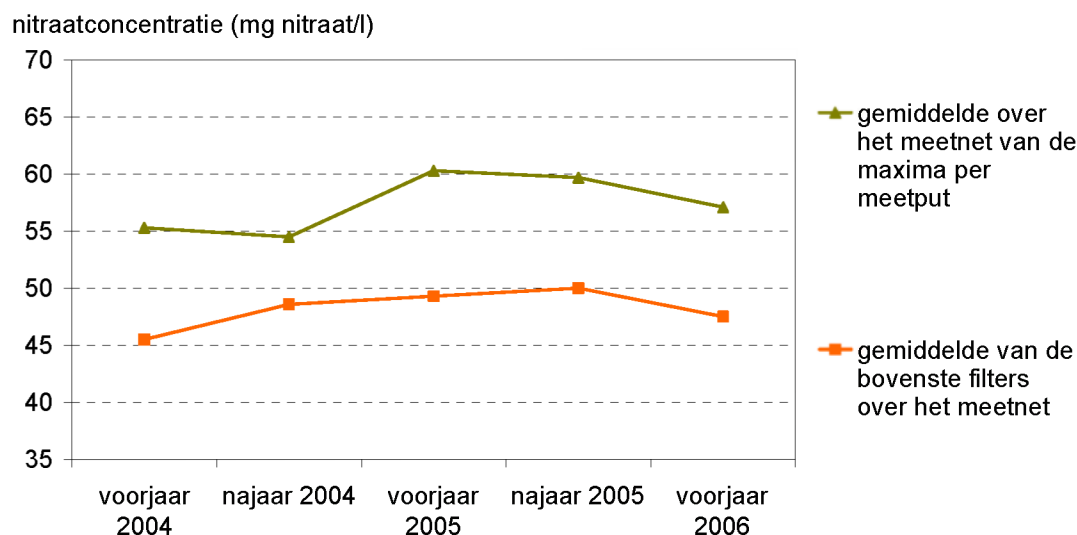
De algemene stijging van de overschrijdingspercentages tijdens de voorjaarscampagne van 2005 – op bijna 40 % van de putlocaties wordt een overschrijding van de nitraatnorm in het grondwater gemeten, meer dan 50 % van de locaties is al onder invloed van verhoogde nitraatconcentraties - is in de eerste plaats te wijten aan een uitbreiding van de bemonsterde meetlocaties. De bijkomende meetgegevens leiden tot een hogere detectiegraad van nitraatcontaminaties maar niet noodzakelijk tot een verslechtering van grondwater op plaatsen waar eerder een goede kwaliteit werd vastgesteld. Niettemin moet men hieruit concluderen dat de initiële toestand van het ondiepe grondwater bij het opstarten van de meetcampagnes van het nieuwe meetnet slechter was dan de eerste resultaten van 2004 lieten blijken.

De lichte verbetering van de gemiddelde nitraatconcentraties in 2006 is in principe positief, maar kan ook te danken zijn aan een tijdelijk klimatologisch effect. Zowel het najaar van 2005 als het voorjaar van 2006 werden gekenmerkt door weinig neerslag of een bevroren bodemoppervlak, zodat de uitspoeling van nutriënten naar het grondwater eerder gering was. De volgende meetcampagnes moeten duidelijk maken of de trend wordt bevestigd.

Die lichte daling in 2006 wordt ook bevestigd door de gemeten gemiddelde concentraties op het niveau van de bovenste filter en op het niveau van de maxima per meetput. De daling wordt echter pas tussen de laatste twee meetcampagnes duidelijk waargenomen (Figuur 41). De meest recente input van nitraat naar het grondwater situeert zich meestal in de zone van de bovenste filter. Dat de gemiddelde maxima per meetput hoger zijn dan de nitraatconcentraties in de bovenste filters kan erop wijzen dat grondwater met hogere

nitraatconcentraties zich op sommige locaties naar het diepere gedeelte van de watervoerende laag verplaatst heeft en de nitraatinput bovenaan verminderd is.

*Figuur 41: Gemiddelde nitraatconcentratie in het freatische grondwater (Vlaanderen, 2004-2006)*



|                                                       | voorjaar 2004 | najaar 2004 | voorjaar 2005 | najaar 2005 | voorjaar 2006 |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| gemiddelde van de bovenste filters over het meetnet   | 45,5          | 48,6        | 49,3          | 50,0        | 47,5          |
| gemiddelde over het meetnet van de maxima per meetput | 55,3          | 54,5        | 60,3          | 59,7        | 57,1          |

Bron: VMM

### *Geografische spreiding*

Figuur 42 maakt duidelijk dat de overschrijding dikwijls zonespecifiek is. Het voorkomen van normoverschrijdingen is steeds een combinatie van bemestingsdruk en kwetsbaarheid van de ondergrond voor nitraatvervuiling. Zo kan er ook overschrijding voorkomen in gebieden met een lage bemestingsdruk, maar een extreem hoge kwetsbaarheid van de ondergrond.

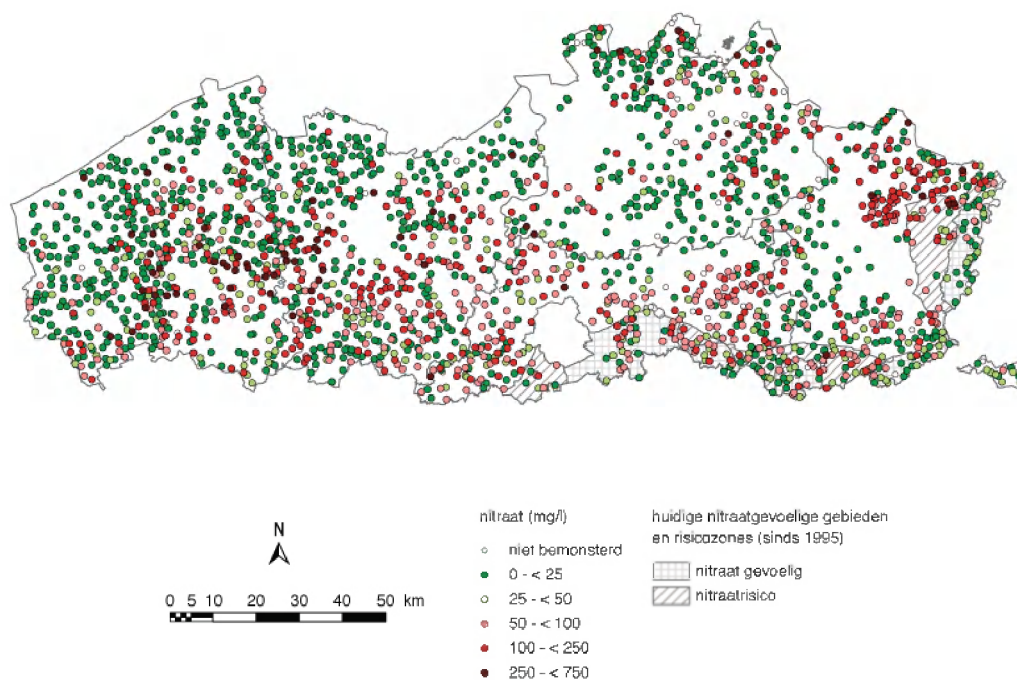
Veel overschrijdingen worden vastgesteld in Noord-Limburg, in de Vlaamse heuvelstreken in het zuidelijke gedeelte van Vlaanderen en de omgeving van Hasselt. Weinig overschrijdingen worden gevonden in de Poldergebieden (sterke reductiecapaciteit van de sedimenten door het hoge organische gehalte), het zuidelijk Netebekken en de omgeving van Hasselt.

Noord-Limburg en het zuidelijke gedeelte van Vlaanderen (heuvelstreken) zijn daarentegen gekenmerkt door veel overschrijdingen. In de zone van de Hoogterras-afzettingen van Limburg worden bijvoorbeeld meer dan 70 % overschrijdingen geobserveerd. Het centrale gedeelte van West-Vlaanderen toont dan weer de hoogste piekconcentraties op putniveau (frequent > 250 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l). In Limburg en de zuidelijke heuvelstreken zijn potentieel zeer kwetsbare zones aanwezig, zodat daar een sterke uitspoeling van nitraat naar het grondwater niet verwonderlijk is. In West-Vlaanderen heeft men dan eerder met minder kwetsbare lagen te maken zodat de hoge nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater er het gevolg zijn van een zeer hoge nutriënteninput. Naast de potentiële kwetsbaarheid van watervoerende lagen spelen dus bemestingstoepassing en genomen beschermingsmaatregelen een rol bij de interpretatie van de meetresultaten.

In bepaalde zones waar reeds sinds 1995 bemestingsbeperkingen gelden, wordt de positieve evolutie bevestigd. Zo worden bijvoorbeeld in de nitraatgevoelige zones langs de Maaskant

(Oost-Limburg) en van de Krijtafzettingen (Zuidoost-Limburg) weinig tot geen nitraatoverschrijdingen vastgesteld, in tegenstelling tot de omliggende zones. Niettemin is een positieve evolutie in de beschermingszone van de Zanden van Brussel ten zuiden en oosten van Brussel nog steeds niet opgetreden.

*Figuur 42: Spreiding van de nitraatconcentraties in het MAP-meetnet grondwater (Vlaanderen, voorjaar 2006)*



Bron: VMM

#### *Nitraat in grondwater in natuurgebieden*

Ook in ondiep grondwater in natuurgebieden blijken te hoge nitraatconcentraties voor te komen (NARA 2003). De WATINA-databank van het Instituut voor Natuurbehoud bevat meetgegevens in 96 natuurgebieden verdeeld over 1 448 meetputten. Deze metingen zijn uitgevoerd in diverse studies en met erg verschillende doelstellingen. Ze geven dus geen representatief beeld, maar wel een indicatie voor natuurgebieden. Hieruit blijkt dat in 18 % van de onderzochte natuurgebieden minstens op één plaats de nitraatnorm van 50 mg/l wordt overschreden. Voor een grafische oorspelling van de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be)

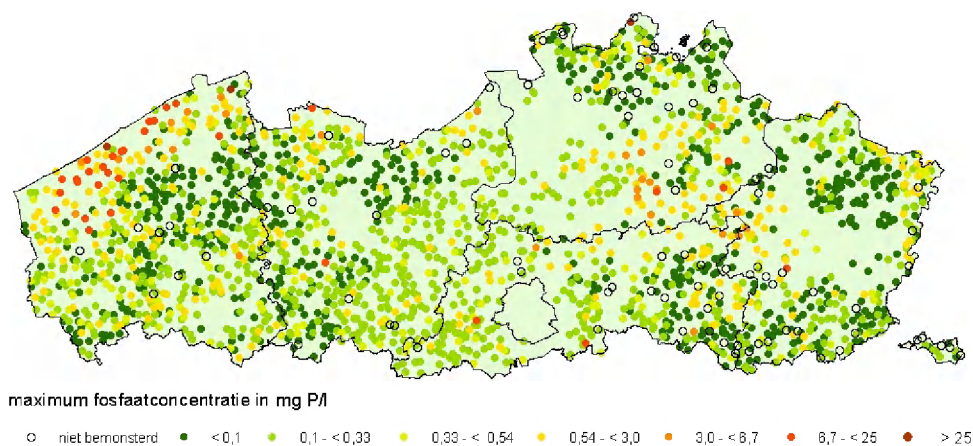
#### **Fosfaat in het grondwater**

Voor fosfaat worden minder uitspoelingen naar het grondwater vastgesteld. Een duidelijke correlatie met de fosfaatverzadigde zones (afgebakend in het kader van het mestbeleid) kan uit de huidige metingen niet worden afgeleid. Door de vrij hoge milieukwaliteitsnorm voor fosfaat in grondwater (6,7 mg fosfor/l) beperken de gemeten overschrijdingen zich vooral tot de hydrogeologisch homogene zone van de Polders. De hoge fosfaatconcentraties zijn vermoedelijk te wijten aan de natuurlijke randvoorwaarden. In de sedimenten van de Polders is veel organisch materiaal aanwezig dat als fosfaatbron in aanmerking komt. Bovendien gaat het bij het merendeel van het grondwater met hogere fosfaatconcentraties om verzilt water tengevolge van zeewaterintrusies. Bijkomende nutriënteninput kan de fosfaatconcentraties in het grondwater verder verhogen. Er bestaat een zeker risico dat kwel tot eutrofiëringverschijnselen in het oppervlaktewater leidt.



Een accumulatie van meetpunten met ietswat hogere fosfaatgehalten concentreert op de zone van de Zanden van Diest. Of dit aan natuurlijke oorzaken of een hogere externe input, bv. door bemesting te koppelen is, moet nog worden uitgezocht. In de rest van Vlaanderen zijn hogere concentraties - altijd in vergelijking met de (te) hoge milieukwaliteitsnormen uit Vlarem - eerder een uitzondering.

*Figuur 43: Fosfaatconcentratie (maximum per meetput) in het freatische grondwater van de Polders (Vlaanderen, 2006)*



Bron: VMM

#### *Fosfaat in grondwater in natuurgebieden*

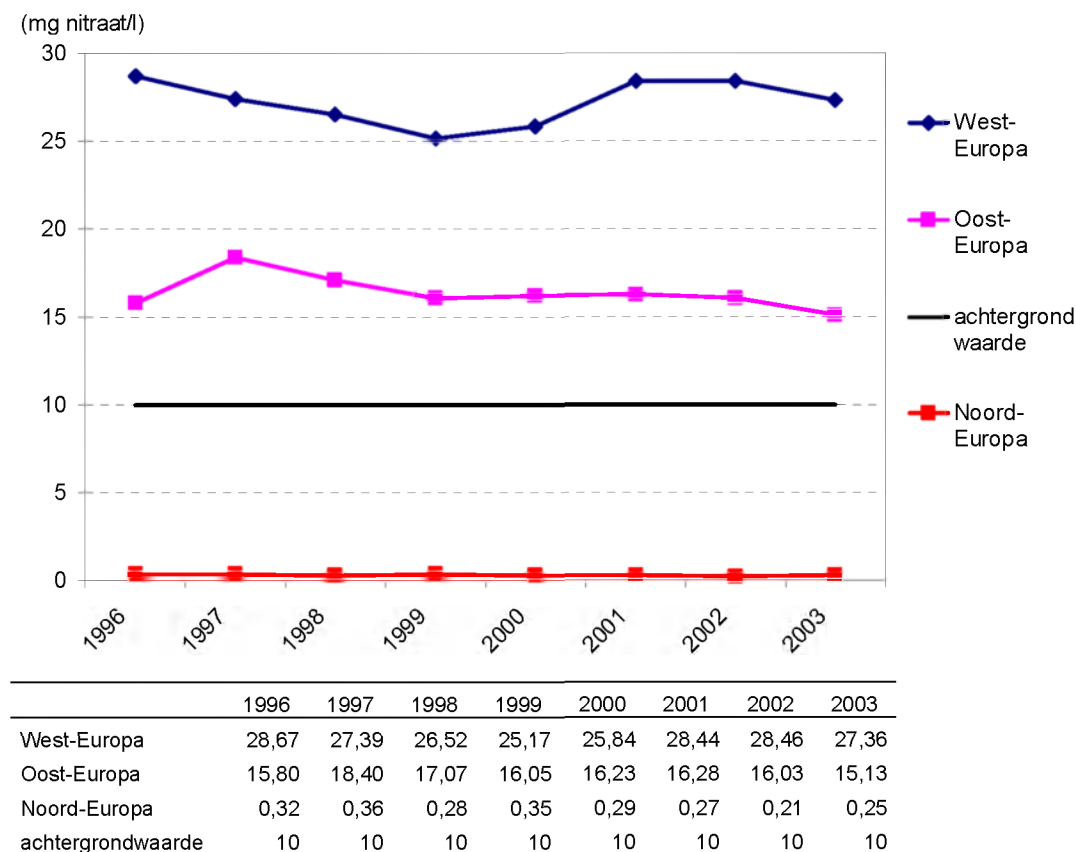
Ook in ondiep grondwater in natuurgebieden blijken hoge fosfaatconcentraties voor te komen (NARA 2005). De WATINA-databank van het Instituut voor Natuurbehoud bevat meetgegevens in 96 natuurgebieden verdeeld over 1 448 meetputten. Deze metingen zijn uitgevoerd in diverse studies en met erg verschillende doelstellingen. Ze geven dus geen representatief beeld, maar wel een indicatie voor natuurgebieden. In elk gebied werd het meetpunt geselecteerd met het hoogste gemiddelde gehalte aan orthofosfaat. In 40 % van de gebieden blijkt dat op minstens één bemonsteringsplaats de gemiddelde orthofosfaatconcentratie hoger is dan 0,3 mg fosfor/l. Dat wijst op de noodzaak om over te gaan tot de opmaak van gebiedsgerichte doelstellingen en maatregelen inzake fosfaat. In 55 % van de gebieden wordt op minstens één plaats de richtwaarde van 0,17 mg fosfor/l overschreden. Wanneer we de gegevens met een ecologische referentiewaarde uit de literatuur vergelijken (0,1 mg fosfor/l), blijkt die in 64 % van de gebieden te worden overschreden (Tabel 13). Orthofosfaatconcentraties in het grondwater zijn van nature hoger in beneden- dan in bovenstroomse systemen, waardoor het vergelijken van alle meetpunten met één waarde omzichtig moet gebeuren. Vooral in bovenstroomse systemen is fosfor bepalend voor de productiviteit. De aanwezigheid van hoge gehalten aan vrij beschikbaar fosfaat in het ondiepe grondwater vormt vooral daar een ernstige bedreiging voor kwetsbare soorten. Voor een grafische oorspelling van de onderzoeksresultaten wordt verwezen naar [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be)

#### *Internationale vergelijking (EMA, 2005b)*

Uit een analyse van grondwater nitraatconcentraties in 11 Europese landen blijkt dat gemiddeld gezien is grondwater in West-Europa het sterkst verontreinigd met nitraten, te wijten aan de intensieve landbouw. De concentraties zijn er dubbel zo hoog als in Oost-Europa. Grondwater in Noorwegen en Finland kennen lage nitraatconcentraties (EMA, 2005b). In Vlaanderen bedraagt de gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste

grondwaterlaag 46 mg nitraat/l in 2004 en ligt daarmee boven het West-Europese gemiddelde van 27 mg nitraat/l in 2003.

Figuur 44 : Gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater (Europa, 11 landen, 1996-2003)



Bron: EMA (2005a), EMA (2005b)

Tussen 1993 en 2002 trad er een significante daling of trendbreuk op in 32 % van de grondwaterlichamen waar data voor beschikbaar zijn. In 20 % van de grondwaterlichamen trad een stijging van de nitraatconcentratie op. Dit wijst erop dat er onvoldoende emissiebeperkende maatregelen werden genomen of dat er een belangrijke vertraging optrad tussen emissiereductie en verbetering van de grondwatertoestand (EMA, 2005b).

De drinkwaternorm van 50 mg/l werd overschreden in ongeveer een derde van de meetpunten. In 20 op 27 landen werden overschrijdingen van de streefwaarde van drinkwaternorm (25 mg nitraat/l) vastgesteld. In 17 van de 27 landen werd de overschrijding van de drinkwaternorm 50 mg nitraat/l vastgesteld. Landen met het grootste landgebruik in de landbouw en hoge bevolkingsdichtheid (zoals Denemarken, Duitsland, Hongarije en Verenigd Koninkrijk) hadden in het algemeen hogere nitraatconcentraties in grondwater dan landen met de laagste bevolkingsdichtheid (zoals Estland, Noorwegen, Finland en Zweden) (EMA, 2005b).

## 6 | Indicatoren voor milieukwaliteit: depositie

Via de lucht komt een grote stroom anorganische stikstof neer op bodem en water. Deze stikstofstroom is het gevolg van emissies van stikstofverbindingen ( $\text{NO}_x$  en  $\text{NH}_3$ ) naar de lucht. Deze verbindingen verspreiden zich over korte of lange afstanden, zodat in Vlaanderen ook emissies van buiten de Vlaamse grenzen afgezet worden op de bodem. Anderzijds leiden Vlaamse emissies tot depositie over de landsgrenzen. Voor een uitgebreide beschrijving van dit verspreidingsproces wordt verwezen naar het MIRA Achtergronddocument Verzuring. Deze stikstofinput is een belangrijke bron van vermist in natuurgebieden. Daarnaast kunnen natuurgebieden ook via grondwater of oppervlaktewater aan vermist worden blootgesteld, wat behandeld werd onder vorige titels. In landbouwgebieden is het een belangrijke stikstofinput waarmee de landbouwer dient rekening te houden bij het opstellen van een bemestingsplan en nutriëntenbalansen.

### Doelstellingen

Voor het compartiment lucht wordt op lange termijn gestreefd naar een reductie van de stikstofdepositie tot een niveau waarbij geen onherstelbare schade wordt aangericht aan ecosystemen. Als basis voor deze langetermijndoelstelling van stikstofdepositie worden de kritische lasten voor diverse gevoelige ecosystemen genomen. Voor de bescherming van de in Vlaanderen meest gevoelige ecosystemen (bos, heide en zuur grasland) is een maximale stikstofdepositie van 7 à 10 kg N/(ha.jaar) toegelaten. Dit zijn de 5<sup>de</sup> percentielwaarden van de kritische lasten vermist criterium behoud van biodiversiteit, specifiek voor Vlaanderen berekend (Langouche et al., 2002) (zie 8.2 | Overschrijding kritische lasten). Natuurgerichte streefwaarden voor stikstofdepositie is dus uitgebreid behandeld onder de titel 8.2 | Overschrijding kritische lasten. Als streefwaarden voor stikstofdepositie staat in Vlare II (bijlage 2.4.2) volgende depositienormen opgenomen: 14 kg N/(ha.jaar) voor loofbos en 5,6 kg N/(ha.jaar) voor meer natuurlijke soortensamenstelling in naaldbos, heide op zandgrond en vennen.

Op middellange termijn (2010) kan een depositiedoelstelling afgeleid worden uit de emissieplafonds zoals vooropgesteld in de Europese richtlijn Nationale Emissie Maxima (NEM). Met behulp van het depositiemodel OPS en rekening houdende met een gemiddelde meteo over meerdere jaren werd een doelstelling van 29,6 kg N/(ha.jaar) berekend. In het MINA-plan 2 werd een kortetermijndoelstelling, te bereiken in 2002, voor deze vermestende depositie geformuleerd, met name 27 kg N/(ha.jaar). Het lopende beleid is dus duidelijk minder ambitieus, maar wel meer haalbaar dan het MINA-plan-2. Het MINA-plan 3 (periode 2003-2007) formuleert geen nieuwe doelstelling voor stikstofdepositie, maar in het thema verzuring zijn de middellange termijn doelstellingen ook berekend uit de emissieplafonds 2010 van de NEM-richtlijn.

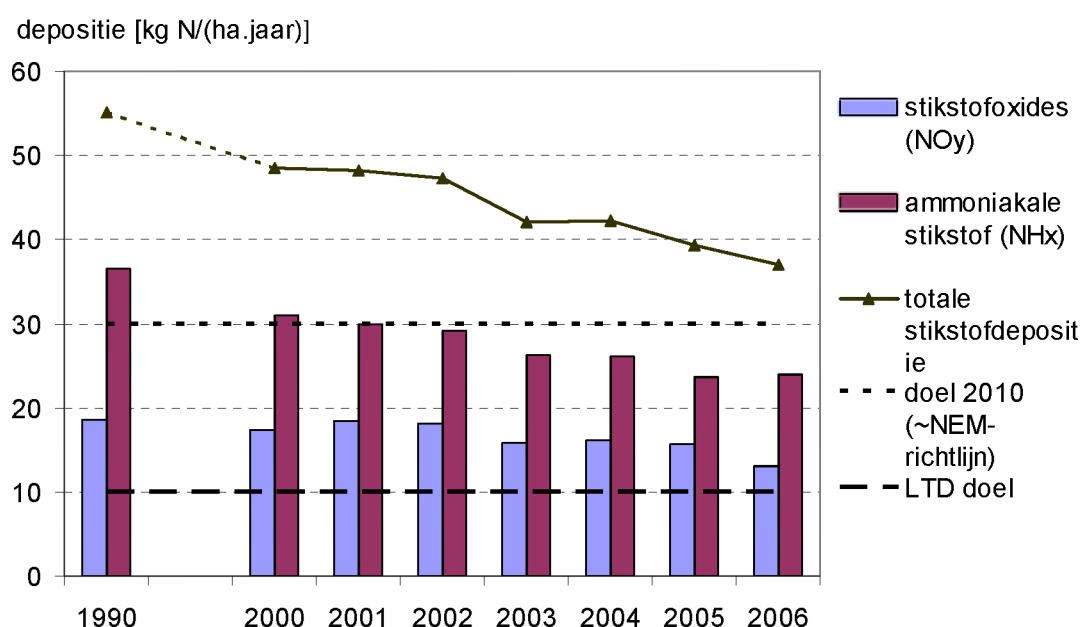
### 6.1 | Gemiddelde stikstofdepositie en spreiding

Het OPS-model (Operationeel model Prioritaire Stoffen) schat de *atmosferische stikstofdeposities* vertrekkend van de emissies van verzurende en vermestende stoffen, afkomstig van Vlaamse en grensoverschrijdende (buitenlandse) bronnen (van Jaarsveld, 1989, Mensink & Janssen, 1996). Voor meer informatie over het OPS-model, zie MIRA Achtergronddocument Verzuring. De stikstofdeposities werden berekend uit de totale deposities voor de geoxideerde ( $\text{NO}_y$ ) en gereduceerde ( $\text{NH}_x$ ) stikstof. 1 zuurequivalent komt overeen met 1 mol stikstof of 14 g stikstof. Figuur 45 toont de stikstofdepositie voor de periode 1990-2006 zoals berekend met het OPS-model, op basis van meteorologische gegevens voor het betreffende jaar. Een wijziging in cijfers t.o.v. vorige edities van dit achtergronddocument komt voort uit een meer volledige Vlaamse inventaris van stikstofemissies en een betere ruimtelijke spreiding van de emissies, in rekening gebracht in het OPS-model (Colles et al., 2004, Colles et al. 2005, Janssen et al. 2008). Depositiemodellering gebeurt met een geografische resolutie van 1 km<sup>2</sup> (raster 1 x 1 km).



Voor 2006 bedraagt de berekende gemiddelde stikstofdepositie 37,0 kg N/(ha.jaar). Dit is de laagste depositie sinds 1990. De sterke terugval van de depositie in 2003 wordt verklaard door de combinatie van lagere emissies met uitzonderlijk droge weersomstandigheden. Dit leidde tot een sterke terugval van de natte depositie. Ammoniakale stikstof maakt 65 % uit van de depositie in 2006. Hoewel de stikstofemissies naar de lucht in Vlaanderen tussen 1990 en 2006 daalden met 40 %, daalde de N-depositie slechts met 33 % in dezelfde tijdspanne. Dit houdt enerzijds verband met jaarlijkse verschillen in de meteorologische omstandigheden (meer depositie in uitzonderlijk natte jaren zoals 1998, 2000 en 2001) en anderzijds met de invloed van grensoverschrijdende vervuiling (import en export). Buitenlandse emissies verklaren 49 % van de totale N-depositie in Vlaanderen (Figuur 46). Buitenlandse emissies nemen immers niet noodzakelijk in dezelfde mate af als de Vlaamse emissies. Een bijkomende verklaring is dat in Vlaanderen de emissies via hoge schoorstenen (sectoren industrie en energie) veel sterker gedaald zijn dan de emissies door lage bronnen (bv. transport). Emissies door lage bronnen worden minder ver getransporteerd en leiden daardoor gemakkelijker tot depositie in eigen land.

*Figuur 45: Gemiddelde stikstofdepositie berekend met het OPS-model (Vlaanderen, 1990-2006)*



|                 | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | doel 2010<br>(~NEM-richtlijn) | LTD doel |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|----------|
| NO <sub>y</sub> | 18,6 | 17,4 | 18,3 | 18,1 | 15,8 | 16,1 | 15,6 | 13,0 |                               |          |
| NH <sub>x</sub> | 36,5 | 31,1 | 29,9 | 29,2 | 26,3 | 26,1 | 23,7 | 24,0 |                               |          |
| N totaal        | 55,1 | 48,4 | 48,2 | 47,3 | 42,1 | 42,1 | 39,3 | 37,0 | 30,8                          | 7 à 10   |

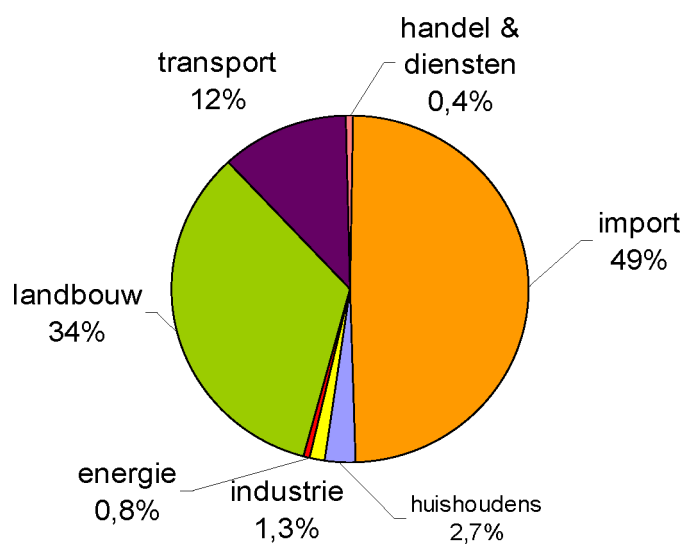
NO<sub>y</sub>: geoxideerde stikstofverbindingen; NH<sub>x</sub>: gereduceerde stikstofverbindingen: ammoniak en ammoniumzouten

Bron: VMM

De stikstofdepositie in 2006 ligt nog 6,2 kg verwijderd van de doelstelling 2010. Om deze doelstelling te halen zullen de maatregelen in kader van het NEC-reductieprogramma ([www.vlaanderen.be/lucht](http://www.vlaanderen.be/lucht)) moeten doorgevoerd worden. Ook de buitenlandse emissies dienen evenredig verminderd te worden.

Figuur 46 toont het aandeel van de verschillende sectoren in de totale stikstofdepositie in 2004. Buitenlandse emissies veroorzaken ongeveer 49 % van de depositie. Van de stikstofdepositie veroorzaakt door emissies in Vlaanderen (51 %) is 67 % afkomstig van de Vlaamse landbouw (of 34 % van de totale depositie), 23 % is afkomstig van transportactiviteiten, 3 % is te wijten aan de industrie, 1 % is afkomstig van de sector energie en 5 % wordt veroorzaakt door de sector huishoudens.

*Figuur 46: Aandeel van de verschillende sectoren in de totale stikstofdepositie (Vlaanderen, 2006)*



|                   | aandeel in depositie NO <sub>y</sub> | aandeel in depositie NH <sub>x</sub> | aandeel in totale stikstofdepositie |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| huishoudens       | 3,2 %                                | 2,4 %                                | 2,7 %                               |
| industrie         | 3,1 %                                | 0,4 %                                | 1,3 %                               |
| energie           | 2,2 %                                | 0,0 %                                | 0,8 %                               |
| landbouw          | 6,7 %                                | 48,5%                                | 33,8 %                              |
| transport         | 30,2 %                               | 1,7 %                                | 11,7 %                              |
| handel & diensten | 1,2 %                                | 0,0 %                                | 0,4 %                               |
| import            | 53,4 %                               | 47,0 %                               | 49,3 %                              |
| <i>totaal</i>     | <i>100 %</i>                         | <i>100 %</i>                         | <i>100 %</i>                        |

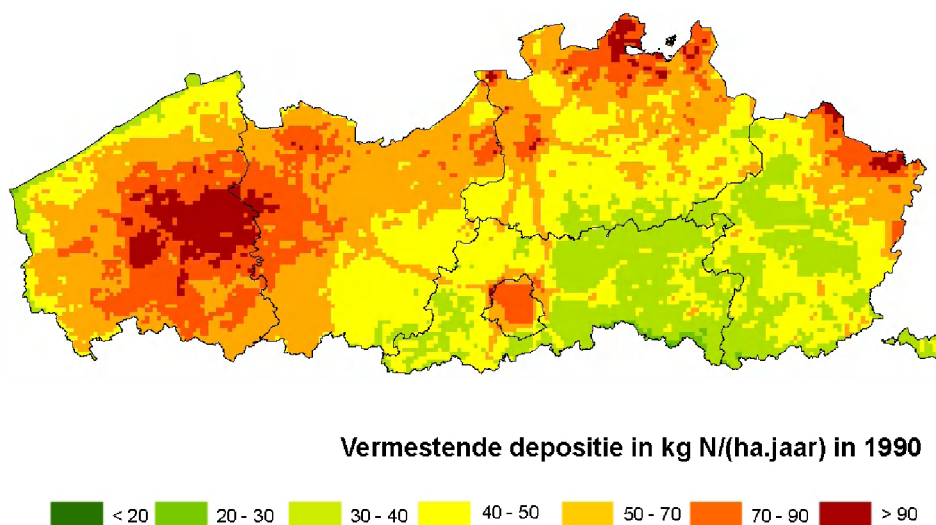
Bron: VMM

Door het effect van lokale emissiebronnen, is de depositie zeer ongelijk gespreid in Vlaanderen. De gemiddelde N-depositie per gemeente varieerde in 2004 tussen 22 en 72 kg N/ha. Figuur 47 en Figuur 48 tonen de spreiding over Vlaanderen van de atmosferische stikstofdeposities in 1990 en 2006, zoals berekend met het OPS-model. Hier is een ruimtelijke resolutie in acht genomen van 1 km<sup>2</sup>.

In 1990 lagen de deposities voor het grootste deel van Vlaanderen boven 40 kg N/(ha.jaar): Oost- en West-Vlaanderen, Antwerpen en NO-Limburg. In beperkte gebieden steeg de depositie boven de 70 kg N/ha: centrum West-Vlaanderen, N-Antwerpen en NO-Limburg, met een maximum van 142 kg N/ha. In en beperkt gebied in Vlaams-Brabant en Zuid-Limburg lag de depositie tussen 30 en 40 kg N/ha.

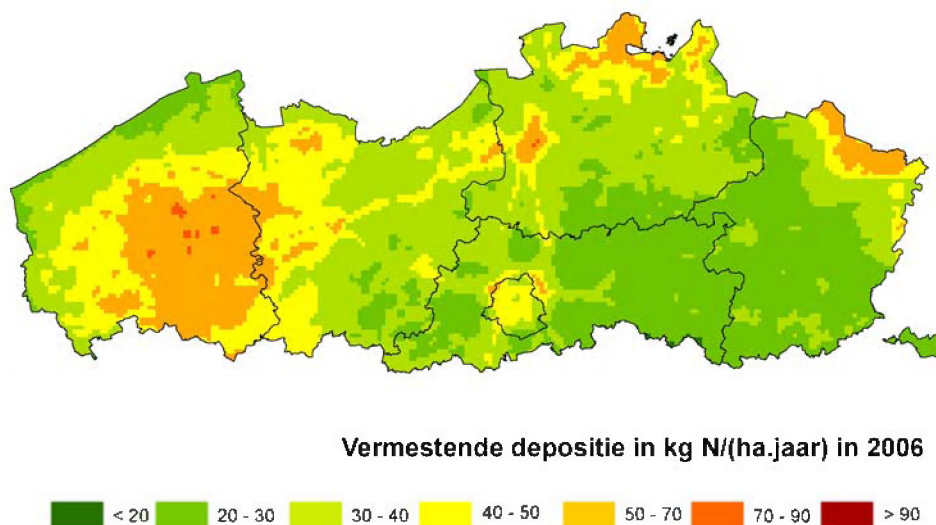
In 2006 is de depositie hoger dan 40 kg N/ha beperkt tot quasi geheel West-Vlaanderen, het noorden en westen van Oost-Vlaanderen, de agglomeratie van stad Antwerpen, het Brusselse, het uiterste noorden van provincie Antwerpen en het noordoosten van Limburg. Depositie hoger dan 50 kg N/ha komen nog voor in het centrum en Oosten van West-Vlaanderen, en beperkt in stad Antwerpen en in het uiterste noorden van de Kempen en het noordoosten van provincie Limburg, met een maximum van 78 kg N/ha (gemiddelde over 1 km<sup>2</sup>). De depositie daalt onder de 30 kg N/ha in grote delen van Vlaams-Brabant en het zuidwesten van Limburg. Dit is de doelstelling voor de gemiddelde Vlaamse depositie in 2010.

*Figuur 47: Spreiding van de N-depositie (Vlaanderen, 1990)*



Bron: VMM

*Figuur 48: Spreiding van de N-depositie (Vlaanderen, 2006)*



Bron: VMM

Maatregelen om de depositie te verminderen moeten gezocht worden in verlaagde emissies. Voor landbouw zie 2 | Indicatoren voor milieudruk vanuit de landbouw. Voor de overige sectoren zie 3 | Indicatoren voor milieudruk vanuit industrie, huishoudens en overige sectoren. Het is evident dat emissiereductie een gezamenlijke inspanning vraagt over de landgrenzen heen. Bij de toetsing aan de doelstelling dient ook rekening gehouden met de wisselvalligheid van de weersomstandigheden.

## 6.2 | Depositie in achtergrondgebieden (depositiemeetnet verzuring)

Het depositiemeetnet verzuring van de VMM telt 10 meetplaatsen verspreid over Vlaanderen, en vervangt hiermee het oude regenmeetnet (1993-2000). Dit meetnet laat toe de evolutie van de potentieel verzurende en de vermestende depositie te meten in zogenaamde achtergrondgebieden. Dit wil zeggen dat de meetpunten niet rechtstreeks invloed ondervinden van een welbepaalde emissiebron. Het meetnet kan worden onderverdeeld in de opvolging van natte potentieel verzurende depositie enerzijds, en het opvolgen van droge potentieel verzurende deposities anderzijds. Het volledige meetnet natte potentieel verzurende depositie is geoperationaliseerd (2002 was het eerste volledige meetjaar). Sinds 2001 wordt de droge depositie bepaald aan de hand van theoretische depositiesnelheden en d.m.v. passieve samplers gemeten luchtconcentraties van de verzurende polluenten.

Omdat potentieel verzurende depositie sterk afhankelijk is van meteorologische omstandigheden, is het voor het nagaan van de evolutie met de tijd noodzakelijk om langdurig op dezelfde meetplaatsen te blijven meten. Deposities worden namelijk niet alleen bepaald door de aanwezigheid van deze potentieel verzurende componenten in de lucht maar ook door meteorologische omstandigheden. Deposities kunnen daarom sterk verschillen over de verschillende jaren en bijgevolg is het niet de invloed van de afnemende emissies niet eenduidig af te leiden uit het verloop over de jaren van de depositie. Potentieel verzurende deposities moeten bijgevolg over lange periodes bestudeerd worden vooraleer trends kunnen waargenomen worden.

Voor resultaten wordt door verwezen naar het MIRA achtergronddocument Verzuring en naar VMM (2006 en 2007b).

## 6.3 | Depositie in bos- en natuurgebieden

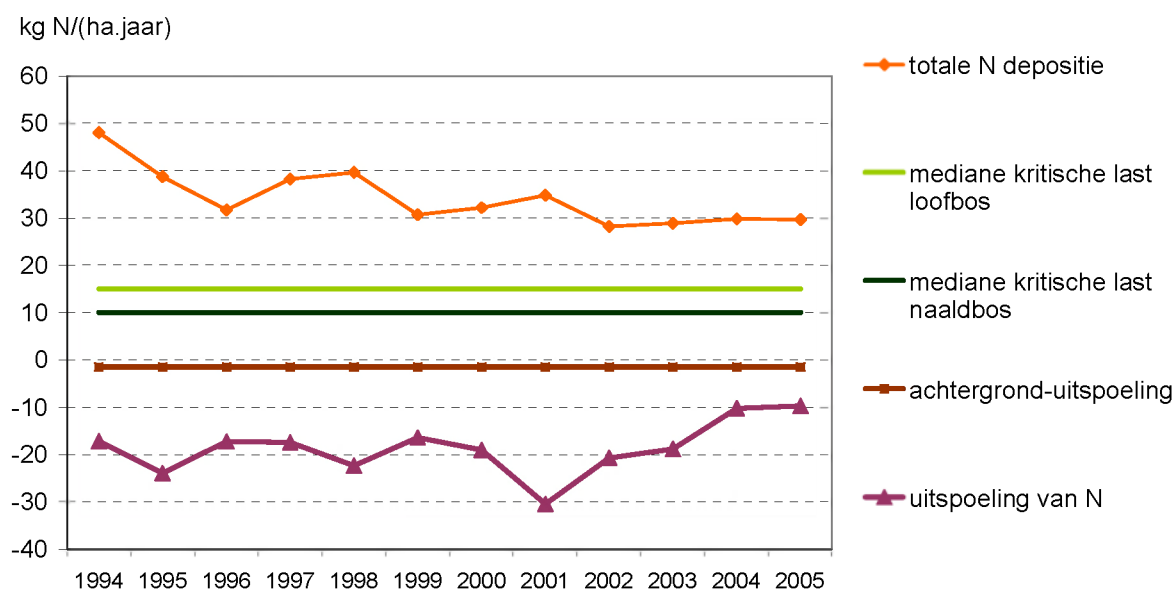
In het Meetnet voor de Intensive Monitoring van Bosccosystemen worden *stikstofdeposities* opgemeten in en buiten vijf *boslocaties* in het Vlaamse Gewest. Daarnaast worden o.a. chemische parameters van het *humus- en bodemwater* en de samenstelling van de *naalden* en *bladeren* bepaald. De metingen worden uitgevoerd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) in opdracht van de Vlaamse Gemeenschap.

Figuur 49 (positieve as) geeft een overzicht van de depositie in de bossen van het meetnet. De atmosferische deposities werden bepaald aan de hand van de gemeten input via doorval- en stamafvloeiwat (neerslag onder kronendak) en de gemodelleerde kroonopname (Neiryck et al., 2004). De gegevens bevestigen de trend die met het OPS-model wordt berekend uit de meetgegevens van het meetnet verzuring van de Vlaamse Milieumaatschappij. Er wordt een significante afname in totale stikstofdeposities waargenomen tussen 1994 en 2005. Het aandeel gereduceerde stikstof (ammonium) over deze periode bedraagt gemiddeld 67 %, doch vertoont een significant dalende trend van -1,0 tot -1,5 kg N/(ha.jaar), afhankelijk van de locatie. De evolutie van geoxideerd stikstof (nitraat) daarentegen vertoont geen significante trend. De cijfers van totaal stikstof bevinden zich ver boven de mediane kritische last voor het behoud van de kenmerkende plantengemeenschappen van loofbos (15 kg N/(ha.jaar)) en voor naaldbos (10 kg N/(ha.jaar)) uit Tabel 25 (Langouche et al., 2002).

Figuur 49 (negatieve as) geeft een overzicht van de fractie van deze stikstof die uitspoelt naar het grondwater. Trendanalyse toont geen significante daling in de hoeveelheid uitgespoeld

nitraat. Ondanks de afnemende depositie, neemt de uitspoeling niet af. Dit komt door vertragingseffecten. De rest stapelt zich op in het ecosysteem, waardoor de stikstofreserve er elk jaar groter wordt. De uitgespoelde stikstof bedreigt (dikwijls op zeer lange termijn) de natuur stroomafwaarts.

**Figuur 49: Gemiddelde atmosferische deposities en gemiddelde uitspoeling van stikstof in de vijf meetpunten van het bosbodemmeetnet (Vlaanderen, 1994-2005).**



|                                 | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| totale N depositie              | 47,9  | 38,6  | 31,6  | 38,1  | 39,5  | 30,6  | 32,1  | 34,7  | 28,1  | 28,8  | 29,7  | 29,6 |
| mediane kritische last loofbos  | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15   |
| mediane kritische last naaldbos | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10   |
| achtergrond-uitspoeling         | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | -1,5  | 1,5   | -1,5 |
| uitspoeling van N               | -17,1 | -23,9 | -17,2 | -17,4 | -22,3 | -16,4 | -19,0 | -30,4 | -20,7 | -18,8 | -10,2 | -9,7 |

Bron: INBO

Uit vergelijking van de depositie onder bos en op aanpalende niet beboste percelen (open veld) blijkt dat onder bos de N-depositie bijna dubbel zo hoog ligt als op het open veld (Genouw et al., 2006). Door de ruwheid van bossen en hun grote contactoppervlak met de atmosfeer vormen bossen efficiënte luchtfilters. In vergelijking met het open veld vangen bossen veel meer droge depositie (stofdeeltjes, aerosolen, ...) die stikstof bevatten. Vooral de droge depositie van ammonium is aanzienlijk onder een bos.

#### 6.4 | Internationale vergelijking

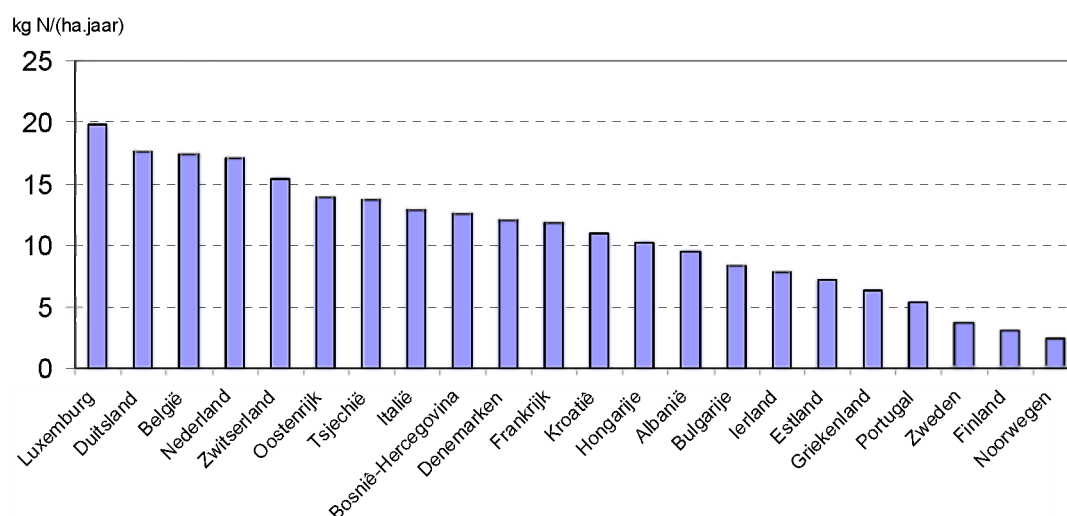
De vermestende depositie van stikstof in Europa is het grootst in Nederland, België, Frankrijk, Zuid-Engeland, Noord-Duitsland en Noord-Italië. De reden waarom juist de landen met intensieve landbouw de grootste depositie kennen, is dat de ammoniakale stikstof, die grotendeels uit de veeteelt komt, relatief op korte afstand van de emissiebronnen terug neervalt.

De omvang van de depositie is groot. In Nederland en Vlaanderen is een lokale depositie op bosbodem mogelijk tot 100 kg stikstof/ha. Dit komt overeen met een kunstmestmestgift in een

intensieve landbouwexploitatie. In Zuid-Scandinavië bedraagt de depositie op bosbodem slecht 10 à 20 kg N en in het hoge Noorden slechts enkele kilogrammen.

De gemiddelde stikstofdepositie per ha per land in Europa varieert van 20 kg in Luxemburg tot 2,4 kg in Noorwegen in 2004 volgens de EMEP-modellering ([www.emep.int](http://www.emep.int)). Deze gemiddelde dekken het hele nationale grondgebied en verbergen dus lokale pieken. België situeert zich in de top 5 met 17,4 kg N/ha. Dit is minder dan de helft van de depositie berekend met het OPS-model voor Vlaanderen. Enerzijds ontvangt het zuiden van België een lagere depositie dan het noorden en anderzijds liggen de resultaten van het EMEP model lager dan die van het OPS-model door onder meer een verschil in schaalgrootte van het model (Staelens et al., 2006).

*Figuur 50: Gemiddelde stikstofdepositie per ha, berekend met het EMEP-depositiemodel (Europa, 2004).*



Bron: EMEP-database, [www.emep.int](http://www.emep.int)

| LAND               | N-depositie | LAND        | N-depositie |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Luxemburg          | 19,8        | Kroatië     | 11,0        |
| Duitsland          | 17,6        | Hongarije   | 10,3        |
| België             | 17,4        | Albanië     | 9,5         |
| Nederland          | 17,1        | Bulgarije   | 8,3         |
| Zwitserland        | 15,4        | Ierland     | 7,8         |
| Oostenrijk         | 13,9        | Estland     | 7,2         |
| Tsjechië           | 13,7        | Griekenland | 6,3         |
| Italië             | 12,9        | Portugal    | 5,4         |
| Bosnië-Herzegovina | 12,5        | Zweden      | 3,7         |
| Denemarken         | 12,0        | Finland     | 3,0         |
| Frankrijk          | 11,9        | Noorwegen   | 2,4         |

## 7 | Gevolgen van vermesting voor mens en economie

### 7.1 | Gevolgen voor mens

#### **Mechanisme**

Nitraat op zich is niet schadelijk en wordt voor een groot deel door de nieren uitgescheiden. Slechts 5 % van het nitraat dat opgenomen wordt door voedsel wordt in de mond omgezet tot nitriet. (Spiegelhalder, 1995) Bij zuigelingen en personen met een maagaandoening kan dit percentage hoger liggen.

Een deel van het nitriet wordt in de (zure) maag afgebroken tot NO. Het kan daar echter ook reageren met organische componenten (amines) waardoor er mogelijk *nitrosamines* gevormd worden. Deze zijn sterk kankerverwekkend.

In het menselijke lichaam kan nitraat door micro-organismen omgezet worden tot nitriet. Als het gevormde nitriet in de bloedstroom terechtkomt, kan dat een verbinding vormen met de hemoglobine, het zuurstofdragende molecule in het bloed. Hierdoor wordt het zuurstofbindende vermogen van het bloed verlaagd (vorming van methemoglobine) waardoor de zuurstofvoorziening van de weefsels in gedrang komt (blauwzucht bij baby's; in extreme gevallen kan de patiënt stikken). Baby's zijn gevoeliger voor nitraatvergiftiging dan volwassenen. Dit komt doordat de maag van een volwassen persoon een lagere zuurtegraad heeft, waardoor de ontwikkeling van de nitraatreducerende micro-organismen geremd wordt. De hemoglobine van jonge kinderen heeft een hogere bindingsaffiniteit voor nitriet dan hemoglobine van volwassenen. Bovendien verloopt de enzymatische reductie van methemoglobine naar hemoglobine in de bloedbanen van jonge kinderen minder vlot dan bij volwassenen (Burt et al., 1993).

#### **Nitraat in voeding en drinkwater**

Nitraat kan teruggevonden worden in groenten en fruit, in bereid vlees en kaas en in drinkwater.

- In groenten en fruit zijn nitraten natuurlijke bestanddelen waarvan de bemesting, de lichtintensiteit en de groente- of fruitsoort en -variëteit het nitraatgehalte bepalen.
- In bereid vlees, vis en kaas wordt nitraat toegevoegd als bewaarmiddel ter bestrijding van de dodelijke spoorvormende bacterie *Clostridium botulinum*.
- Nitraat in drinkwater is het gevolg van de contaminatie van de watervoorraden, vooral in zandgronden en gebieden met intensieve veehouderij en bemesting.

In Europa en Vlaanderen gelden normen voor de aanwezigheid van nitraat en nitriet in voeding en drinkwater. Tabel 22 geeft een overzicht.

*Tabel 22: Normen voor nitraat en nitriet in drinkwater en voeding*

| type voedsel             | norm                                                        | bron              |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| groenten (sla, spinazie) | 2 000 – 4 500 mg nitraat /kg *                              | EU                |
| vlees                    | 36 - 182 mg nitraat/kg #                                    | EU                |
| drinkwater               | (mg nitraat/l / 50) + (mg nitriet/l / 0,5) ≤ 1 <sup>§</sup> | EU, Vlaams        |
|                          | 25 mg nitraat/l                                             | drinkwaterbesluit |
|                          | 0,1 mg nitriet /l                                           |                   |

\* normen afhankelijk van soort en seizoen; # normen afhankelijk van voedingsmiddel; § gecombineerde norm

Bron: De Bont & Van Larebeke (2003), Vlaams drinkwaterbesluit (2003)

Sinds 2001 onderzoekt VMM in opdracht van de Vlaamse Gezondheidsinspectie private putwaters indien aansluiting op het drinkwaternet niet op korte termijn mogelijk is. In de periode juni 2001 - december 2002 werden 257 private putwaters geanalyseerd. 22 % van deze putwaters voldoet niet aan de wettelijke norm van 50 mg nitraat en 35 % voldoet niet

aan de gezondheidsnorm van 25 mg nitraat. Alhoewel bij een toetsing van de individuele parameters aan de gestelde normen het merendeel van de putwatermonsters voldoet, blijkt dat wanneer alle parameters samen getoetst worden aan de gezondheidsnorm slechts 44 % van de putwaters drinkbaar is volgens de geanalyseerde parameters.

In 2006 werden door tekstaankoop een steekproef van 66 stalen leidingwater uit verschillende gemeentes in België onderzocht. Uit de resultaten bleek dat in 10 van de 66 stalen de concentratie nitraat hoger ligt dan 25 mg nitraat/l. Voor nitriet werden geen overschrijdingen gedetecteerd (Deltenre et al., 2006).

Het nitraatgehalte in groenten wordt gecontroleerd door de groenteveilingen voor de oogst en door het Federale Voedselagentschap (FAVV) in vooroogstonderzoeken en in de winkelrekken. Voor preventieve maatregelen om u als consument te beschermen tegen nadelige gevolgen zie tips van het federale voedselagentschap op [www.favv.be](http://www.favv.be):

- Wie veel sla eet, kiest dan in de zomer best voor vollegrondsla (let op het etiket) en in de winter voor ijsbergsla, om veel minder nitraat in te nemen.
- Nitraten zijn geen probleem voor wie gevarieerd groenten eet.

### **Menselijke blootstelling**

#### *Dagelijks inname*

Water is maar verantwoordelijk voor een verwaarloosbaar percentage van nitraatopname. 80 tot 90 % van het nitraat dat door mensen geconsumeerd wordt is afkomstig van groenten. Vleesproducten voorzien in minder dan 10 % van het geconsumeerde nitraat, maar wel voor 60 tot 90 % van het geconsumeerde nitriet (De Bont & Van Larebeke, 2003). RIVM maakte in 1995 een inschatting van de dagelijkse inname van nitriet en nitraat in Nederland (Tabel 23).

*Tabel 23: Inschatting dagelijkse inname (Nederland, 1995)*

| chemische component | inschatting dagelijkse inname    | bron |
|---------------------|----------------------------------|------|
| nitraat             | 110 mg /dag                      | RIVM |
|                     | 1,83 mg/kg lichaamsgewicht dag   |      |
| nitriet             | 2,3 mg/dag                       | RIVM |
|                     | 0,038 mg /kg lichaamsgewicht dag |      |

bron: De Bont & Van Larebeke (2003)

#### *Aanvaardbare dagelijkse inname*

De WHO en FAO hebben in een 'joint expert committee on food additives' (JEFCA) aanvaardbare dagelijkse innames bepaald voor nitraat en nitriet (Tabel 24). In Europa gebeurde dit door het 'Scientific committee for food' (SCF). Als deze waarden vergeleken worden met de ingeschatte inname in Nederland dan blijkt dat de ingeschatte dagelijkse inname onder de aanvaardbare dagelijkse inname ligt.

*Tabel 24: Aanvaardbare dagelijkse inname (ADI)*

| type            | Stof    | waarde                         | bron                      |
|-----------------|---------|--------------------------------|---------------------------|
| ADI             | nitraat | 3,7 mg/kg lichaamsgewicht dag  | JEFCA (WHO/FAO)/ SCF (EU) |
| ADI             | nitriet | 0,06 mg/kg lichaamsgewicht dag | JEFCA (WHO/FAO)           |
| referentiedosis | nitraat | 7,1 mg/kg lichaamsgewicht dag  | EPA (VS)                  |

ADI: aanbevolen dagelijkse inname; referentiedosis op basis van risico op methemoglobinemia

Bron: De Bont & Van Larebeke (2003)

#### *Toxische dosis*

De orale letale dosis voor mensen ligt tussen 33 en 250 mg nitriet per kg lichaamsgewicht. De laagste dosissen zijn van toepassing voor kinderen en ouderen. Toxische dosissen die



aanleiding geven tot methemoglobine gaan van 0,4 tot 200 mg/kg lichaamsgewicht (WHO, 1996)

### **Biologische effecten en gezondheidseffecten**

Er zijn zowel positieve als negatieve effecten. Als *positief effect* wordt de anti-infectieuze werking nitriet in een zure omgeving vermeld. Alhoewel dit effect bij verschillende organismen en omstandigheden teruggevonden is in meerdere onderzoeken, is het precieze moleculaire mechanisme nog niet gekend (De Bont & Van Larebeke). Beperkt pilootonderzoek geeft ook indicaties van een beschermend effect van nitraat bij cardiovasculaire ziekten (Mc Knight et al., 1999; Bockman et al., 1999), dit onderzoek is echter te beperkt om sluitende conclusies te trekken.

Als *negatieve effecten* worden volgende vermeld:

- methemoglobinemia bij kinderen

Het verband tussen het drinken van water met een hoog nitraatgehalte en het optreden van nitraatvergiftiging (blauwzucht), is niet eenduidig. Meerdere factoren dragen bij tot het ontstaan van nitraatvergiftiging, waaronder het optreden van darminfecties, de nitraatreducerende capaciteit van de bacteriën die de darminfectie veroorzaken, inname van bacterieel verontreinigd voedsel of drinkwater, inname van nitraatrijk voedsel of drinkwater. Het nitraatgehalte van het drinkwater staat met andere woorden niet rechtstreeks in verband met het optreden van nitraatvergiftiging bij de mens. De bacteriële verontreiniging van drinkwater, dat in een aantal gevallen gepaard gaat met een hoog nitraatgehalte van het water (voorbeeld in verontreinigde waterputten), stelt meestal grotere problemen dan het nitraatgehalte zelf.

- risico op vorming van kankerverwekkende nitrosamines

In de maag kan nitriet reageren met organische componenten en aldus nitrosamines vormen. Deze kankerverwekkende stoffen kunnen de oorzaak zijn van maagkanker, maar tot heden is er geen duidelijk verband bekend tussen de inname van nitraat en de vorming van nitrosamines in de maag of een gestegen risico op kanker (Addiscott, 1991, De Bont & Van Larebeke, 2003).  
andere effecten

- Daarnaast zijn er ook nog andere nadelige gezondheidseffecten onderzocht nl. groei-inhibitie effecten op reproductie, genotoxiciteit/mutageniciteit, vergroting schildklier, incidentie diabetes bij kinderen. Voor deze gezondheidseffecten is het echter onduidelijk of nitraat een rol speelt. (De Bont & Van Larebeke, 2003)

## **7.2 | Gevolgen voor de economie**

De gevolgen van vermesting voor de economie uiten zich ondermeer in:

- een verhoogde kostprijs van de drinkwaterwinning, door toename van de zuiveringskosten;
- een invloed op de landbouwproductie.

### **Gevolgen voor de economie: landbouw**

Een onevenwichtige bemesting (bijvoorbeeld overbemesting of éénzijdige bemesting) brengt de normale bodemvruchtbaarheid in gevaar, wat resulteert in een verhoogde kostprijs om het evenwicht aan nutriënten in de bodem te herstellen. Een overmaat aan kalium in de bodem of een te laag magnesiumgehalte kan een ongunstige verhouding van deze nutriënten in het gras veroorzaken. Dit zou zich kunnen voordoen wanneer overmatig met effluent van mestverwerking wordt bemest, zonder rekening te houden met de gehalten aan kalium. Dit is momenteel in onderzoek in opdracht van de VLM. Opname van dergelijk gras kan de oorzaak zijn van grastetanie of kopziekte bij rundvee.

Op cultuurgronden, die zeer rijk zijn aan nutriënten, kunnen zich zowel teelttechnische als kwaliteitsproblemen voordoen. Voorbeelden van teelttechnische problemen zijn legering (graangewassen, vlas, koolzaad), wat de opbrengst negatief kan beïnvloeden, en een verhoogde infectiedruk (verhoogde bestrijdingskost) bij gewassen op stikstofrijke bodems. Nitraataccumulatie in gewassen is een typisch kwaliteitsprobleem in de groenteteelt (bijvoorbeeld in bladgroenten zoals spinazie en sla) en in voedergewassen (gras, nateelten).

## 8 | Indicatoren voor de gevolgen van vermesting voor natuur

Onder deze titel is een selectie van indicatoren en beschrijvingen terug te vinden, die de gevolgen van vermesting op natuur illustreren. Een meer uitgebreid overzicht is te vinden in het Natuurrapport (NARA 2001, NARA 2003, NARA 2005) en [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be).

### 8.1 | Beschrijving aantasting biodiversiteit

Het aangeven van de gevolgen van vermesting op zich is niet eenvoudig. Er bestaat immers een brede waaier van verstoringen zoals verzuring, verdroging en versnippering, die meestal samen de verarming van levensgemeenschappen veroorzaken. Ook beheersingrepen kunnen soortverschuivingen induceren, waardoor de relatie met vermesting niet altijd eenduidig te leggen is.

Planten- en diersoorten reageren verschillend op verhoogde of veranderde verhoudingen in de beschikbaarheid van voedingsstoffen, waardoor de concurrentieverhoudingen binnen de levensgemeenschappen veranderen. Het gevolg hiervan is dat vooral planten en dieren die afhankelijk zijn van voedselarme of matig voedselarme standplaatsen sterk achteruitgaan.

De gevolgen van vermesting voor de vegetatie en de fauna ontwikkelen zich in verschillende fasen die geleidelijk in elkaar overgaan (cf. MIRA 1, p. 251, figuur 2). Eerst is er een verhoogde bedekkingsgraad (abundantie) van bepaalde plantensoorten en een verhoogde biomassaproductie. Bij een aanhoudende verhoogde nutriëntenbeschikbaarheid leidt dit tot dominantie van enkele snelgroeiende soorten, wat eveneens gepaard gaat met een verhoogde biomassaproductie. Door de gewijzigde vegetatiestructuur (hogere en dichtere vegetatie met een verandering in de dikte van de strooisellaag) verdwijnen vele plantensoorten.

De bodemfauna reageert in het geval van de aanvoer van dierlijke mest op dezelfde manier als de vegetatie. Verschuivingen in de samenstelling van de bodemfauna vinden eveneens plaats bij een verhoging van de biomassaproductie (meer strooisel).

Vermesting is één van de belangrijke oorzaken van verontreiniging van oppervlaktewater. In een groot aantal waterlopen gaan deze verschuivingen in waterkwaliteit gepaard met een toename in de biomassa van watervegetaties. Door hun remmende werking op de waterafvoer gaat dit gepaard met een intensivering van de kruidruimingen. Algenbloei kan de licht- en zuurstofvoorziening in het water verstoren, waardoor ten slotte zelfs de meeste waterplanten niet meer kunnen overleven.

De gevolgen van vermesting op de overige fauna manifesteren zich in het algemeen in een iets latere fase en zijn in hoofdzaak het resultaat van wijzigingen in de vegetatiesamenstelling en -structuur en veranderingen in de bodemfauna. Wat betreft de veranderingen in de vegetatiesamenstelling is vooral het verdwijnen of de achteruitgang van voedsel- en waardplanten van belang. Onder wijzigingen in de vegetatiestructuur worden zowel veranderingen in de strooisellaag als in de algemene structuurvariatie verstaan. Deze veranderingen leiden tot verschuivingen in de soortensamenstelling en uiteindelijk tot het verdwijnen van soorten. Een dichtere vegetatie betekent minder licht, waardoor bijv. heel wat vlindersoorten niet meer aan hun trekken komen. Een beperkt aantal diersoorten profiteert van een verhoogde voedselrijkdom. Zo neemt ten gevolge van bemesting en bekalking - tot op zekere hoogte - het aantal regenwormen in de grond toe. Weidevogelpopulaties van wulpen, grutto's en kieviten reageren hier gunstig op. Bepaalde insectensoorten nemen echter af, wat nadelige gevolgen heeft voor sommige vogelsoorten zoals de watersnip.

Een concrete aanduiding van ecologische gevoelige ecosystemen vereist een geïntegreerde aanpak. *Ecologische gevoeligheid* heeft hier betrekking op de ontregeling van de optimale functionering van ecosystemen door een verstoring in het aanbod aan voedingsstoffen. Gevoeligheid is hierbij uitgedrukt in een relatieve en/of graduele schaal. Niet alleen moet rekening gehouden worden met individuele reacties van planten, dieren en gemeenschappen, maar ook met landschapsecologische relaties. Zo wordt de volledigheid

van bepaalde levensgemeenschappen niet alleen bedreigd door vermist grondwater. Infiltratie van vermist oppervlaktewater kan leiden tot een verhoging van het stikstofgehalte van opwellend grondwater.

Op basis van de Biologische Waarderingskaart werd de algemene gevoeligheid voor vermisting bepaald door het Instituut voor Natuurbehoud. In combinatie met de zeldzaamheid resulteerde dit in een aantal kwetsbaarheidskaarten eutrofiëring (zie [www.inbo.be](http://www.inbo.be)). Het gaat hier echter wel om globale kaarten: ook in weinig gevoelige ecodistricten komen zeer gevoelige ecosystemen voor en omgekeerd (Peymen et al., 2000).

Volgende biotopen zijn bijzonder gevoelig voor vermisting: heiden, vennen, schraalgraslanden, kleine zeggegemeenschappen, alkalische laagvenen, hoogvenen, blauwgraslanden, dotterbloemhooilanden, oligotrofe tot mesotrofe (gagel- en wilgen-) struwelen, voedselarme bostypen zoals eiken-berkenbossen, berkenbroeken en mesotrofe elzenbroeken. In Nederland blijkt dat ongeveer 80 % van de inheemse vegetatietypen gevoelig is voor vermisting. Deze groepen worden bovendien het meest bedreigd door andere milieuverstoringen. In Vlaanderen is de situatie waarschijnlijk hetzelfde. Voor een overzicht van de omvang van deze biotopen in Vlaanderen wordt verwezen naar natuurindicatoren [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be).

Zwak gebufferde *vennen* van het oeverkruidverbond zijn uiterst gevoelig voor vermisting door ammonium. Van de karakteristieke soorten Oeverkruid, Pilvaren en Waterlobelia werden in de periode 1930-1978 respectievelijk 30 %, 59 % en 69 % minder waarnemingen genoteerd dan in de periode voor 1930 (Van Rompaey & Delvosalle, 1979). Deze achteruitgang heeft zich in een versneld tempo voortgezet. Omdat deze soorten stikstof enkel als nitraat kunnen opnemen, worden ze verdrongen door Knolrus, Kruipend struisgras en aquatische mossen, die ammonium als stikstofbron kunnen benutten.

Hoge stikstofdeposities hebben tot gevolg dat halfnatuurlijke *heiden* en *soortenrijke graslanden* vergrassen, zodat hun diversiteit daalt. Vergrassing is deels ook een natuurlijk proces dat optreedt als het beheer van heiden en schraalgraslanden wegvalt. Een natuurlijke opeenvolging gaat immers samen met de opbouw van een nutriëntenvoorraad. Bij grassen bepaalt competitie om stikstof de opeenvolging van soorten in de loop van een successie. In kalkgraslanden en heiden die door stikstofdeposities respectievelijk met Gevinde kortsteel en Pijpestrootje vergrassen, stijgt de uitspoeling van nitraten tijdens dit proces nauwelijks boven de natuurlijke waarden uit. Stikstofdeposities versnellen de successie dus en dit bedreigt vooral de pioniergemeenschappen.

De effecten van stikstofdeposities op *bosvegetaties* zijn afhankelijk van de ouderdom van de bossen en van de graad van stikstofverzadiging. In bossen die aangelegd werden op heidegronden is stikstof in eerste instantie nog schaars. Hoge stikstofdeposities versnellen de opbouw van een stikstofvoorraad in de humuslaag en dit gaat vooral ten koste van heideachtigen en korstmossen die kenmerkend zijn voor de pionierstadia. Deze soorten worden versneld verdrongen door Pijpestrootje en Bochtige smelevens. Ook op kalkrijke bodems in Noordoost-Frankrijk wijzigt de vegetatie van bossen en dit vooral langs de randen.

Hoge stikstofdeposities stimuleren aanvankelijk de groei van bomen, maar leiden bij overmaat tot ongunstige verhoudingen tussen bovengrondse en ondergrondse biomassa. Een hoog stikstofgehalte in de assimilatieorganen veroorzaakt een verminderde weerstand tegen vorst, schimmel- en insectenaantasting. De verhoogde gevoeligheid van dennen voor schimmelaantasting staat in verband met het stikstofgehalte van de scheuten. Hoge stikstofdeposities hebben eveneens nadelige gevolgen voor mycorrhizavormende fungi, die van groot belang zijn voor de nutriëntenvoorziening van bomen op voedselarme bodems. Loofbomen zijn minder gevoelig dan naaldbomen voor aanrijking met stikstof, omdat ze een hogere stikstofbehoefte hebben.

## 8.2 | Overschrijding kritische lasten

Als streefwaarden voor stikstofdepositie staat in Vlarem II (bijlage 2.4.2) volgende depositienormen opgenomen: 14 kg N/(ha.jaar) voor loofbos en 5,6 kg N/(ha.jaar) voor meer natuurlijke soortensamenstelling in naaldbos, heide op zandgrond en vennen. Een voor Vlaanderen specifiekere en gebiedsgerichtere bepaling van streefwaarden is uitgevoerd aan de hand van kritische lasten.

Een *kritische last* is een kwantitatieve schatting van een blootstelling aan de depositie of de concentratie van één of meerdere pollutanten waaronder geen significante schadelijke effecten optreden aan ecosystemen volgens de huidige kennis naar structuur en functioneren (Nilsson & Grennfelt, 1988). Kritische lasten kunnen gedefinieerd worden voor verschillende schadelijke effecten, bijv. daling biodiversiteit, wortelschade, vorstschade,....

Op basis van de statische massabalansmethode (SMB) werden kritische lasten voor het vermestende effect van stikstof (kritische last vermesting) bepaald voor 1425 bosecosystemen (Langouche et al., 2002), 322 soortenrijke graslandecosystemen en 40 heide-ecosystemen (Meykens & Vereecken, 2001). Het criterium voor de bepaling van deze kritische last is de vegetatiewijziging door overmatige aanvoer van stikstof of behoud van biodiversiteit. Hierbij werden locatiespecifieke bodem-, vegetatie- en klimatologische variabelen in rekening gebracht. Tabel 25 geeft een overzicht van het bereik van deze kritische lasten voor de verschillende ecosystemen, en ook de oppervlakte van deze ecosystemen in Vlaanderen. Deze oppervlakten zijn bepaald in functie van de extrapolatie van de kritische lastwaarden over het gehele areaal natuur in Vlaanderen. Deze oppervlakte kunnen afwijken van andere bronnen. De afbakening van de oppervlakte gebeurde voor bossen op basis van de boskartering (AMINAL, Afdeling Bos & Groen, 2000) en voor heide en soortenrijke graslanden op basis van de Biologische Waarderingskaart (Instituut voor Natuurbehoud, versies 1.0-2.0, 1997)

*Tabel 25: Kritische lasten vermesting voor het behoud van de biodiversiteit voor diverse vegetatietypes in Vlaanderen over alle bodemtypes.*

| type ecosysteem           | oppervlakte<br>(ha) | minimum | 5 <sup>de</sup><br>percentiel | mediaan | 95 <sup>ste</sup><br>percentiel | maximum |
|---------------------------|---------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| zuur grasland             | 5 267               | 7       | 7                             | 13      | 17                              | 17      |
| neutraal-zuur<br>grasland | 33 749              | 16      | 19                            | 24      | 33                              | 46      |
| kalkgrasland              | 2 692               | 18      | 19                            | 23      | 32                              | 33      |
| cultuurgrasland           | 18 403              | 16      | 18                            | 24      | 33                              | 46      |
| natte heide               | 1 564               | 8       | 8                             | 11      | 14                              | 14      |
| droge heide               | 12 044              | 7       | 8                             | 11      | 14                              | 15      |
| loofbos                   | 74 857              | 9,3     | 9,7                           | 14,7    | 15,0                            | 19,2    |
| naaldbos                  | 57 806              | 0,2     | 9,1                           | 10,3    | 15,2                            | 18,3    |
| <i>totaal</i>             | <i>206 382</i>      |         |                               |         |                                 |         |

Bron: Janssen & Mensink (2002), Meykens & Vereecken (2001), Langouche et al. (2002)

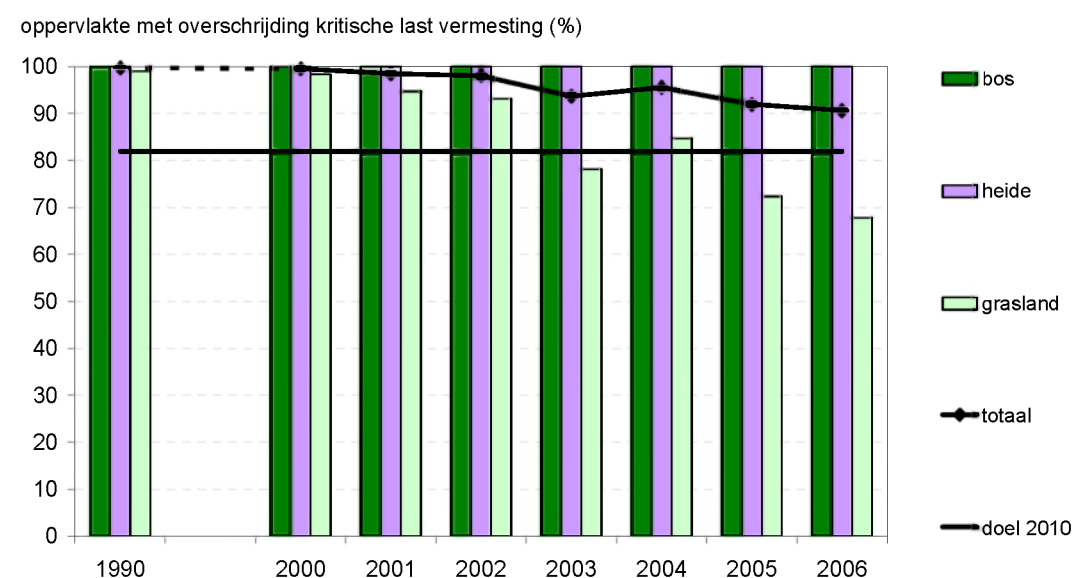
Om de huidige bescherming van deze ecosystemen te bepalen werd de overschrijding van deze kritische lasten bepaald door toetsing aan de huidige stikstofdepositie. Voor deze indicator werd de depositie bepaald met het OPS-model (zie 6.1 | Gemiddelde stikstofdepositie en spreiding). De overschrijding wordt uitgedrukt als het percentage van de oppervlakte waarop de kritische last overschreden wordt. Hiertoe werden de 1787 kritische lastenwaarden en de locatiespecifieke depositie verdeeld over het gehele ecosysteemareaal via de techniek van thiessenpolygonen (Janssen & Mensink, 2002). Voordeel van deze extrapolatietechniek is dat zo het beschermde areaal kan weergegeven worden. Nadeel is dat kritische lasten en depositie van één locatie worden toegekend aan een ruim gebied waarin behoorlijk grote variatie kan bestaan. Een betere methode is echter nog niet voorhanden.

De emissieplafonds en emissiereducties die vastgelegd zijn in het kader van de Europese NEM-richtlijn (Nationale Emissie Maxima) (zie MIRA Achtergronddocument Verzuring), zullen

ervoor zorgen dat er in 2010 een situatie ontstaat, waarbij voor deze bosccosystemen, heiden en graslanden de kritische last vermessing nog g maar in 100 %, 88 % en 40 % van de oppervlakte wordt overschreden. Deze overschrijding geldt dus als doelstelling op middellange termijn (MLTD) voor 2010. Als langetermijndoelstelling en tevens ecologische doelstelling formuleren we dat voor alle ecosystemen slechts een overschrijding op 5 % van de oppervlakte plaatsvindt. Dit stemt overeen met een stikstofdepositie van 7 à 10 kg N/ha.

Figuur 51 toont het verloop van de overschrijdingen voor de periode 1990-2006 voor bosccosystemen, heide- en graslandecosystemen. De overschrijding is maximaal voor bos en heide. Enkel voor graslanden evolueert de overschrijding gunstig.

*Figuur 51: Oppervlakte bos-, heide- en graslandecosystemen met overschrijding van de kritische lasten vermessing in % (Vlaanderen, 1990-2006)*



|                    | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | doel |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| totaal             | 99,7 | 99,5 | 98,5 | 98,0 | 93,7 | 95,5 | 91,9 | 90,6 |      |
| bos                | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |      |
| heide              | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |      |
| grasland           | 99,0 | 98,4 | 94,7 | 93,2 | 78,2 | 84,7 | 72,3 | 67,7 |      |
| doel totaal 2010   |      |      |      |      |      |      |      |      | 81,9 |
| doel bos 2010      |      |      |      |      |      |      |      |      | 100  |
| doel heide 2010    |      |      |      |      |      |      |      |      | 88,2 |
| doel grasland 2010 |      |      |      |      |      |      |      |      | 40,5 |

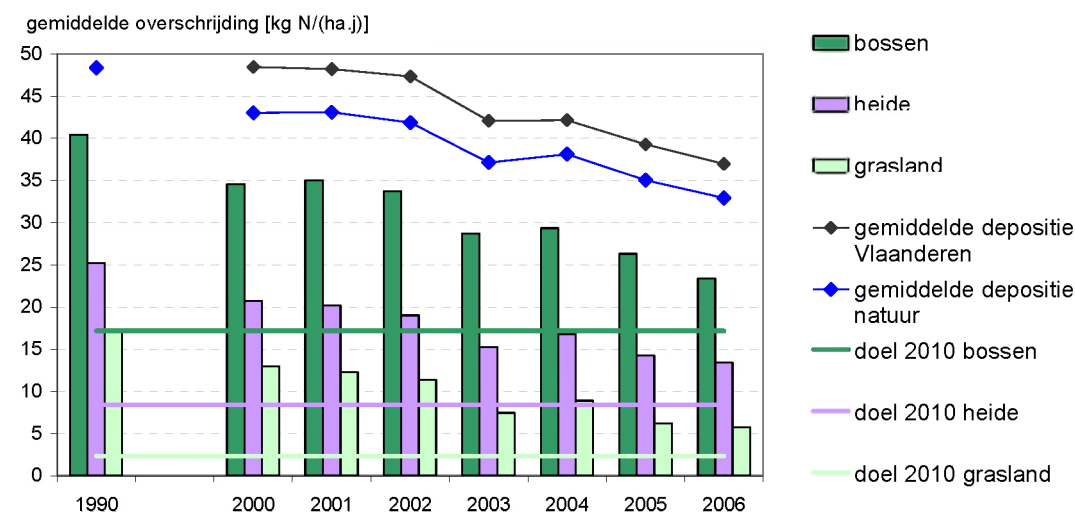
Bron: VMM-MIRA

Omdat deze indicator weinig evolutie toont, noch de doelstelling voor 2010 duidelijk is, wordt een tweede indicator geïntroduceerd: de gemiddelde overschrijding per ecosysteemtype in kg N/(ha.jaar). Dit is een maat voor de omvang van de overschrijding. Daartoe is de omvang van de overschrijding gesommeerd voor alle ecosysteemoppervlakten en gedeeld door de totale ecosysteemoppervlakte. Figuur 52 toont de gemiddelde overschrijding en ook de doelstellingen voor 2010 op basis van de doorrekening van de NEM-emissieplafonds. De gemiddelde overschrijding is de laatste 15 jaar gedaald met 22, 33 en 52 % voor bos, heide en soortenrijk grasland en met 27 % voor alle natuur. Dalende Vlaamse emissies vertalen zich niet noodzakelijk in een dalende overschrijding, door de invloed van het weer en buitenlandse emissies. De stijging ten opzichte van 1996 is onder meer een gevolg van de minder gunstige weersomstandigheden. Tegen 2010 zal een significante daling van de gemiddelde overschrijding optreden indien de voorgenomen emissiereducties worden gerealiseerd. Voor bos, heide en soortenrijk grasland mag de gemiddelde overschrijding dan nog maar 19, 8 en 3 kg N/(ha.jaar) bedragen. Voor alle natuur samen nog slechts 13 kg

N/(ha.jaar). Dan nog zal voor bos en heide 100 % van de oppervlakte onbeschermd zijn en is een verdere reductie van de stikstofuitstoot naar de lucht noodzakelijk (Figuur 52).

Gezien de grotere gevoeligheid van naaldbossen voor vermesting, is de lopende omvorming van naaldbos naar meer natuurlijk loofbos een effectgerichte maatregel die de overschrijding zal doen afnemen. Brongerichte maatregelen, zoals emissiereductie en afbouw veestapel, blijven echter noodzakelijk om een algemene reductie te realiseren.

*Figuur 52: Gemiddelde overschrijding van de kritische last vermesting met als criterium bescherming biodiversiteit (Vlaanderen, 1990-2006)*



|                                 | 1990 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | doel 2010 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| totaal natuur                   | 32,7 | 27,3 | 27,4 | 26,2 | 21,6 | 22,5 | 19,6 | 17,6 | 13,0      |
| bossen                          | 40,4 | 34,5 | 35,0 | 33,7 | 28,7 | 29,3 | 26,3 | 23,4 | 18,6      |
| heide                           | 25,2 | 20,7 | 20,2 | 19,0 | 15,2 | 16,8 | 14,2 | 13,4 | 4,3       |
| soortenrijk grasland            | 17,2 | 13,0 | 12,3 | 11,3 | 7,4  | 8,9  | 6,2  | 5,8  | 2,7       |
| gemiddelde depositie Vlaanderen | 55,1 | 48,4 | 48,2 | 47,3 | 42,1 | 42,1 | 39,3 | 37,0 | 30,8      |
| gemiddelde depositie natuur     | 48,4 | 43,0 | 43,1 | 41,8 | 37,1 | 38,1 | 35,0 | 32,9 | 27,8      |

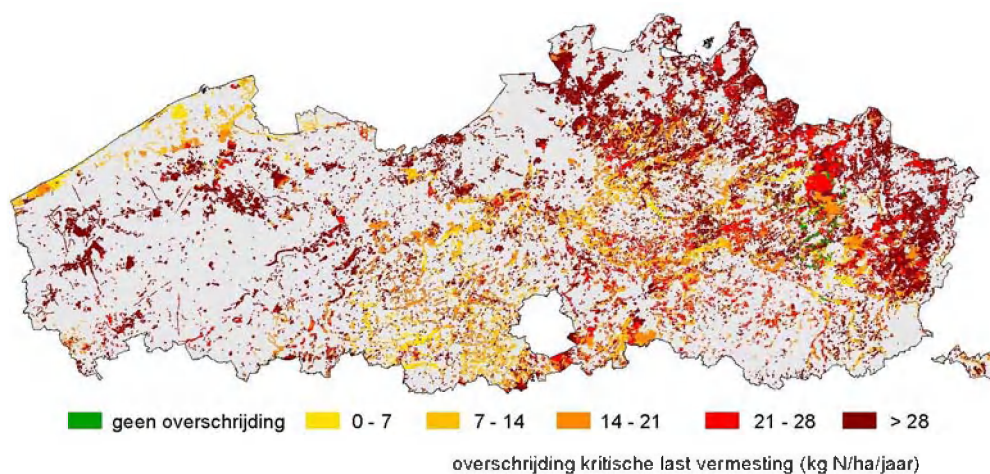
Gemiddelde depositie natuur slaat op het gemiddelde van de 1787 natuurlocaties.

Bron: VMM-MIRA

Wat betreft de ruimtelijke spreiding van de overschrijdingen geven Figuur 53 en Figuur 54 een beeld voor de jaren 1990 en 2006. Een verbetering is duidelijk merkbaar in 2006. De toename van de oppervlakte natuur zonder overschrijding is volledig te situeren op soortenrijke graslanden (groene gekleurd).

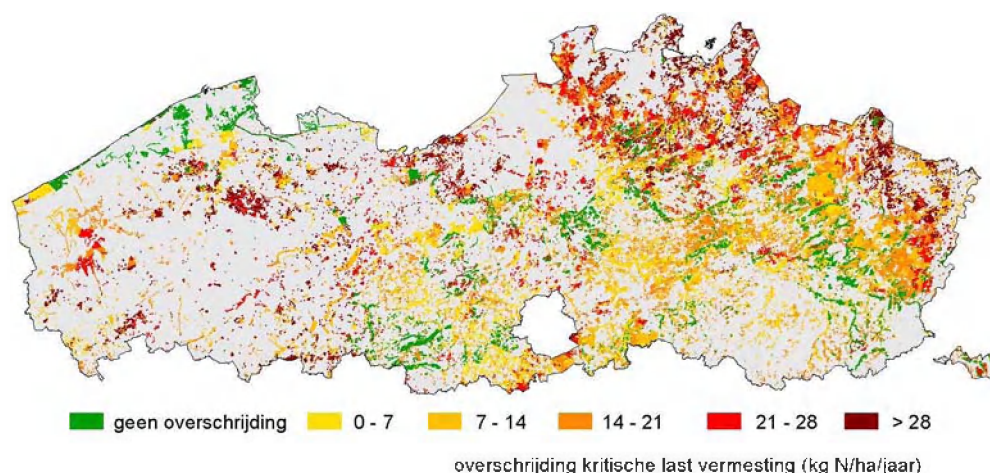


Figuur 53: Spreiding van de overschrijding kritische last vermesting (Vlaanderen, 1990)



Bron: VMM

Figuur 54: Spreiding van de overschrijding kritische last vermesting (Vlaanderen, 2006)



Bron: VMM

In bovenstaande analyse (Figuur 53 en Figuur 54) werd de kritische last vermesting gehanteerd met oog op behoud van biodiversiteit. Daarnaast kunnen kritische lasten ook voor andere en specifiekere effecten bepaald worden. Tabel 26 vermeldt de *kritische lasten* van *stikstofdepositie* voor diverse vegetatietypes en de effecten bij overschrijding op empirische wijze bepaald. Deze kritische lasten voor stikstof zijn sterk afhankelijk van het type ecosysteem en van het beschouwde effect. Voor bossen slaan de laagste waarden op kritische lasten op lange termijn, de hoogste op kritische lasten op middellange termijn. In vet zijn de effecten weergegeven die in de lijn liggen van de effecten weerhouden voor hoger vermelde analyse (Figuur 53 en Figuur 54).



**Tabel 26: Kritische lasten voor stikstofdepositie voor diverse vegetatietypes en de effecten bij overschrijding.**

| vegetatietype              | kritische last<br>(kg N/ha/jaar) | effecten bij overschrijding                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>naaldbos</b>            | <b>7-20</b>                      | <b>achteruitgang terrestrische korstmossen en ectomycorrhiza en toename stikstofminnende soorten</b> |
|                            | 12,6-21                          | nitraatverontreiniging van het grondwater                                                            |
|                            | 21-42                            | verhoogde gevoeligheid voor vorst en plagen                                                          |
|                            | 17,5-70                          | verstoring van de opname van nutriënten                                                              |
| <b>loofbos</b>             | <b>11-20</b>                     | <b>achteruitgang terrestrische korstmossen en ectomycorrhiza en toename stikstofminnende soorten</b> |
|                            | 23,8-40,6                        | nitraatverontreiniging van het grondwater                                                            |
| ondiepe voedselarme vennen | 5-10                             | verdwijnen van <i>Littorellion</i> -soorten, toename Knolrus                                         |
| mesotrofe vennen           | 20-35                            | toename van Kruipend struisgras                                                                      |
| ombrotrofe vennen          | 5-10                             | afname van <i>Sphagnum</i> -soorten                                                                  |
| <b>kalkgraslanden</b>      | <b>14-25</b>                     | <b>vergrassing door Gevinde kortsteel</b>                                                            |
| <b>schraalgraslanden</b>   | <b>20-30</b>                     | <b>vergrassing en afname diversiteit</b>                                                             |
| <b>droge heide</b>         | <b>15-20</b>                     | <b>vergrassing door Bochtige smele</b>                                                               |
| <b>natte heide</b>         | <b>17-22</b>                     | <b>vergrassing door Pijpestrootje</b>                                                                |

Bron: Bobbink & Roelofs, 1995; De Vries et al., 1995

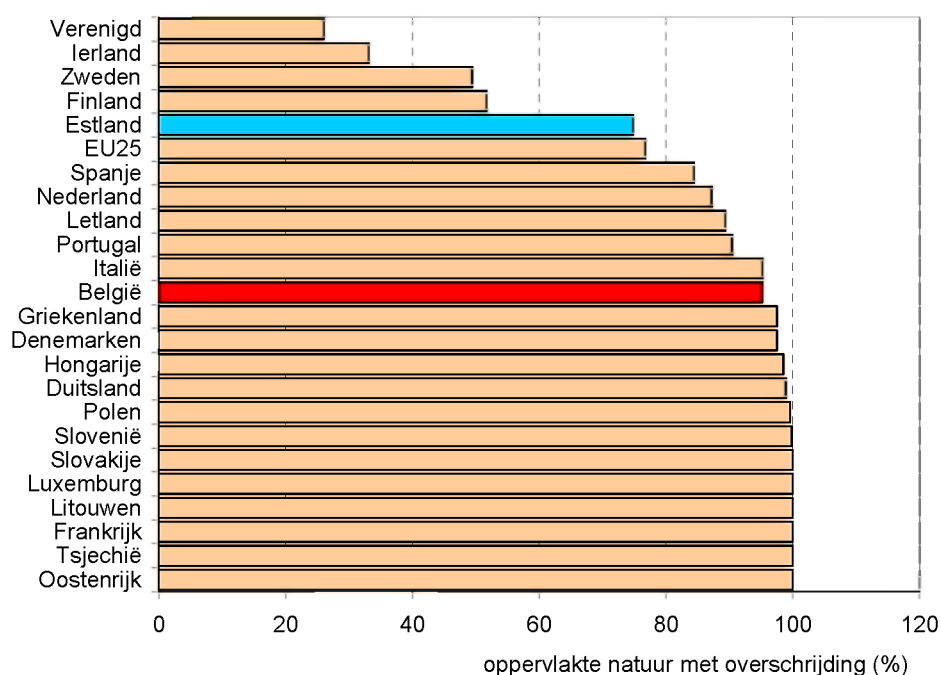
### **Internationale vergelijking**

In de Europese Unie van de 25 lidstaten evolueerde het percentage oppervlakte natuur met overschrijding kritische last vermesting van 89 naar 78 % tussen 1980 en 2000. Deze afname deed zich slechts voor in een beperkt aantal landen. Dit blijkt uit Figuur 55. In 10 landen is het percentage lager dan in België. Indien de geplande emissiereductie voor 2010 in rekening gebracht wordt, dan zou in de EU-25 13 landen over 5 % procent van hun oppervlakte natuur beschermd zijn.

Ierland en Verenigd Koninkrijk hebben slechts een geringe stikstofdepositie door hun ligging ten Westen van het continentale Europa. Zweden en Finland zijn door hun noordelijke ligging ook aan geringere depositie onderhevig. Voor een goed beeld van de spreiding zie Figuur 56.

Voor meer informatie verwijzen we naar EMA (2005a).

*Figuur 55: Percentage oppervlakte natuur met overschrijding van de kritische last vermesting in de landen van de EU-25 ten opzichte van de totale oppervlakte natuur per land (EU-25, 2000).*



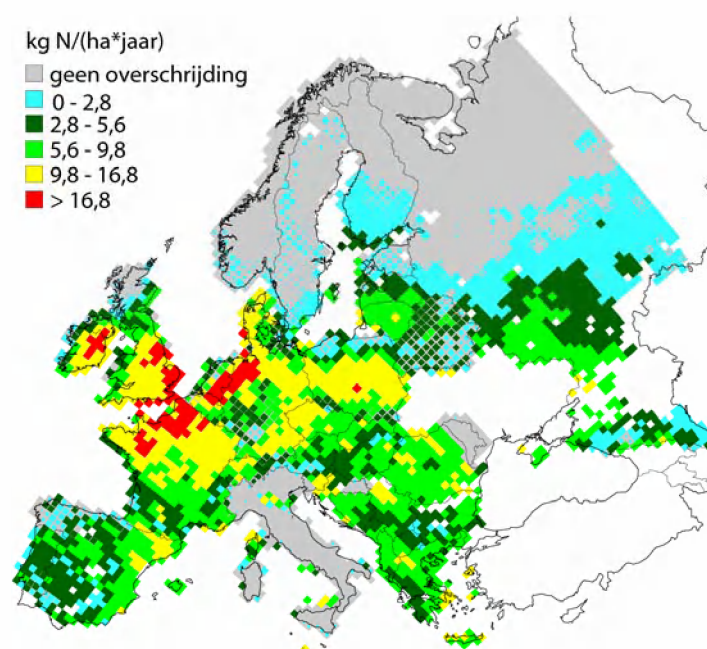
Overschrijding is berekend als gemiddelde geaccumuleerde overschrijding per EMEP-gridcel van 50 bij 50 km<sup>2</sup>. Meer informatie in CCE (2005).

Bron: UNECE Coordination Center for Effects

| 2000        |      |      | 2010                |      |      |
|-------------|------|------|---------------------|------|------|
|             | 2000 | 2010 |                     | 2000 | 2010 |
| Oostenrijk  | 100  | 100  | België              | 95,2 | 94   |
| Tsjechië    | 100  | 99,8 | Italië              | 95,2 | 88   |
| Frankrijk   | 100  | 99,3 | Portugal            | 90,4 | 79,7 |
| Litouwen    | 100  | 100  | Letland             | 89,4 | 82,2 |
| Luxemburg   | 100  | 100  | Nederland           | 87,2 | 83,2 |
| Slovakije   | 100  | 99,9 | Spanje              | 84,4 | 78,4 |
| Slovenië    | 99,8 | 99,4 | Estland             | 74,8 | 58,3 |
| Polen       | 99,6 | 99,2 | Finland             | 51,7 | 47,4 |
| Duitsland   | 98,9 | 98,5 | Zweden              | 49,4 | 44,5 |
| Hongarije   | 98,5 | 88,7 | Ierland             | 33,1 | 30   |
| Denemarken  | 97,5 | 89,4 | Verenigd Koninkrijk | 26   | 23   |
| Griekenland | 97,5 | 97,5 | EU25                | 76,7 | 73,1 |

Op basis van de meest recente informatie in het CCE statusrapport 2007 (Slootweg et al., 2007) is onderstaande kaart aangemaakt. Figuur 56 geeft een beeld van de spreiding over Europa heen. Deze kaart bevat geactualiseerde gegevens ten opzichte van Figuur 55, onder andere voor Ierland, Italië, Zweden en Verenigd Koninkrijk.

*Figuur 56: Geaccumuleerde overschrijding van de kritische last vermesting (Europa, 2000)*



Bron: CCE (Slootweg et al., 2007); depositie: EMEP

## MIRA-referenties voor dit hoofdstuk

MIRA-1: pp. 245-268

Wetenschappelijk verslag MIRA-1, III.3 Vermesting

MIRA-2: pp. 421-428

MIRA-T 1998: pp. 191-206

Wetenschappelijk rapport MIRA-T 1998 12 | vermesting

MIRA- T 1999: pp. 205-218

MIRA-S 2000: pp. 367-382, 551-560

MIRA-T 2001: pp. 291-303

MIRA-T 2002: pp. 211-219

MIRA-T 2003: pp. 241-250

MIRA-T 2004: pp. 231-242

MIRA-T 2006 : pp. 148-165 ([www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be))

Milieuindicatoren vermesting: [www.milieuindicatoren.be](http://www.milieuindicatoren.be) of [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

## NARA-referenties voor dit hoofdstuk

NARA 2001, hoofdstuk vermesting ([www.nara.be](http://www.nara.be))

NARA 2003, hoofdstuk vermesting ([www.nara.be](http://www.nara.be))

NARA 2005, hoofdstuk vermesting ([www.nara.be](http://www.nara.be))

NARA 2007, hoofdstuk vermesting ([www.nara.be](http://www.nara.be))

Natuurindicatoren vermesting: [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be)

## Medewerkers voorgaande rapporten

Deze personen werkten mee als auteur aan voorgaande MIRA-publicaties en onderschrijven niet noodzakelijk de informatie in dit achtergronddocument.

Jan Bellon, PIDPA (MIRA-T 2002)

Marc Buysse, SVW (MIRA-T 2002)

Veerle Campens (MIRA-T 2002)

Gino Coppens, Bodemkundige Dienst van België (MIRA-T 1998, MIRA-T 1999)

Luc De Keersmaeker, Laboratorium voor Bosbouw, UGent (MIRA-T 1998)

An De Schrijver, Laboratorium voor Bosbouw, UGent (MIRA-T 1998, MIRA-T 2000, MIRA-S 2001)

Koen Desimpelaere, Afdeling Mestbank, VLM (MIRA-T 2006)

Sofie Ducheyne, Afdeling Mestbank, VLM (MIRA-T 2002, MIRA-T 2004)

Myriam Dumortier, Natuurrapport, Instituut voor Natuurbehoud (MIRA-T 2001, MIRA-T 2003)

Ralf Eppinger, Afdeling Water, VMM (MIRA-T 2004, MIRA-T 2006)

Maarten Geypens, Bodemkundige Dienst van België (MIRA-1, MIRA-2, MIRA-T 1998, MIRA-T 1999)

Ludwig Lauwers, Centrum voor Landbouweconomie (MIRA-T 1999, MIRA-T 2002, MIRA-T 2003, MIRA-T 2004)

Sonia Lenders, Centrum voor Landbouweconomie (MIRA-T 2003)

Noël Lust, Laboratorium voor Bosbouw, UGent (MIRA-T 1998, MIRA-S 2000)

Clemens Mensink, Centrum voor Teledetectie en Atmosferische Processen, VITO (MIRA-T 1998, MIRA-T 1999, MIRA-S 2000, MIRA-T 2001)

Sylvie Mussche, Laboratorium voor Bosbouw, UGent (MIRA-T 1998)

K. Rombouts, Natuurreservaten v.z.w. (MIRA-1)

Jos Rutten, Natuurreservaten v.z.w (MIRA-1)

Ann Sanders, Centrum voor Landbouweconomie (MIRA-T 2003)

Karin Stengée, VMW (MIRA-T 2002)

Hilde Vandendriessche, Bodemkundige Dienst van België (MIRA-2)

Dirk Van Gijseghe, Afdeling Mestbank, VLM (MIRA-T 2001, MIRA-S 2000, MIRA-T 1999), Afdeling Monitoring en studie, Departement Landbouw en Visserij, Vlaamse Overheid (MIRA-T 2002, MIRA-T 2003, MIRA-T 2004, MIRA-T 2006)

François Van Hoof, Antwerpse Waterwerken (MIRA-T 2002)

Kor Van Hoof, Afdeling Kwaliteitsbeheer, VMM (MIRA-T 2006)

Gert Van Hoydonck, Laboratorium voor Bosbouw, UGent (MIRA-S 2000)

Ludo Vanongeval, Bodemkundige Dienst van België (MIRA-T 1999, MIRA-T 1998, MIRA-2)

Mieke Vervaeke, Centrum voor Landbouweconomie (MIRA-T 2004)

Nancy Vogels, Wim Vanden Auweele, Bodemkundige Dienst van België (MIRA-T 2004)

Hilde Wustenberghs, Joost D'hooghe, Bruno Fernagut, Eenheid Landbouw en Maatschappij, Instituut voor Landbouw en Vissrijonderzoek (MIRA-T 2006)

## Referenties

- Addiscott T.M., Whitmore A.P., Powlson D.S. (1991) Farming, fertilizers and the nitrate problem, C.A.B International.
- ALT (2004). Jaarverslag 2003, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw, Brussel.
- Aquafin (2003). Jaarverslag 2002, Aalst, [www.aquafin.be](http://www.aquafin.be).
- Asman W.A.H. (1998) Factors influencing local dry deposition of gases with special reference to ammonia, *Atmospheric Environment*, 32-3, 415-421.
- Beleidsdomein Landbouw en Visserij (2006). Jaarverslag 2005. Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Vlaamse overheid, Brussel.
- BMM (1996) National comments for the period 1985-1995 to the Belgian monitoring data for contaminants in seawater, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee, Brussel.
- BMM (1998) National comments to the 1997 Belgian monitoring data for seawater, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee, Brussel.
- Bobbink R. & Roelofs J.G.M. (1995) Ecological effects of atmospheric deposition on non- forested ecosystems in Western Europe. In: Heij G.J. & Erisman J.W. (eds.), *Acid Rain Research: Do we have enough answers?* 279-292.
- Bockman O.C., Mortensen B., Strand A. & Leone A. (1999) Ingestion of nitrate increase blood content of S-nitrosothiol. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167 suppl. 645, 56, 138.
- Boeckx P., Van Cleemput O. (2001) Inventarisatie van de N<sub>2</sub>O emissies uit de landbouw in Vlaanderen: 1990 tot 2000. Eindrapport Universiteit Gent, in opdracht van VMM.
- Bos J., Pflimlin A., Aarts F., Vertès F. (2005). Nutriënt management at farm scale. How to attain policy objectives in regions with intensive dairy farming? First workshop of the EGF Working Group 'Dairy Farming Systems and Environment', Quimper, France, 23-25 June 2003. Plant Research International, Wageningen, report 83, 260 p, <http://www.nitrogenworkshop.org>
- Boxall A.B., Fogg L.A., Blackwell P.A., Kay P., Pemberton E.J., Corxford A. (2004) Veterinary medicines in the environment., *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 2004, 180: 1-91.
- Briffaerts K., Wouters G. (2002) Ontwikkeling van een model voor stofstroomanalyse en toepassing ervan op de problematiek van zware metalen en nutriënten: stikstofverbindingen. Studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie vande Vlaamse Gemeenschap, Administratie Innovatie en Wetenschap, rapport 2002/IMS/R/174, VITO, Mol.
- Burt T.P., Heathwaite A.L., Trudgill S.T. (eds.) (1993) Nitrate, processes, patterns and management. Wiley.

- Buyse, J., Fernagut, B., Harmignie, O., Henry de Frahan, B., Lauwers, L., Polomé, P., Van Huylenbroeck, G. and Van Meensel, J. (2005). Quota in Agricultural Positive Mathematical Programming Models. In: Arfini, F. (Ed.) Modelling agricultural policies: state of the arte and new challenges. Monte Università Parma, Parma, p. 233-251.
- Campens V. & Lauwers L. (2002). Kunstmestgebruik en gewasproductie als determinanten van de nutriëntenemissie. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2002/03, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, 87p, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)
- Carlier P.J., Lauwers L. & Mathijs E. (2004). Verhandelbare substitutierechtten: simulatie van de kosteneffectiviteit en -efficiëntie in de vleesvarkenshouderij. CLE-publikatie n° 1.11, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel. <http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/publicaties/cle/111.html>
- CCE (2005) Coordination Centre for Effects Status Report 2005: European Critical Loads and Dynamic Modelling, National Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Netherlands, [www.mnp.nl/cce](http://www.mnp.nl/cce).
- Colles A., Janssen L., Mensink C. (2004) Optimalisatie OPS-model, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, rapport 2004/IMS/R/038, Vito, Mol.
- Colles A., Janssen L., Mensink C. (2005) Optimalisatie OPS-model, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, rapport 2005/IMS/R/029, Vito, Mol.
- Coppens G., Elsen F., Ver Elst P., Bries J. (2007) Bepalen van nitraatresidu en bemestingsadvies voor een selectie van landbouwpercelen gedurende het voorjaar van 2007 en opmaken van een bodembalans, studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, Bodemkundige Dienst van België, Leuven.
- CUWVO (1998) Coördinatie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Werkgroep V-1. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.
- Dams R., Moens L., Roos P. (1994) Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen 1994 Wetenschappelijk verslag III.2A Verzuuring, VMM, Erembodegem.
- De Bont R. & Van Larebeke N. (2003) Literatuuronderzoek Nitraten en nitrieten, Steunpunt Milieu en Gezondheid, [www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be).
- De Crop J. (2001) Bepaling nitraatresidu van landbouwpercelen - najaar 2000. Resultaten van een onderzoek uitgevoerd door verschillende laboratoria in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij – Afdeling Mestbank.
- De Schrijver, A., Nachtergale, L., Roskams, P. De Keersmaecker, L., Mussche, S. & Lust, N. 1998. Soil acidification along an ammonium deposition gradient in a Corsican Pine stand in northern Belgium. Environmental Pollution, 102 Suppl. 1, p. 427-431
- De Smedt F., Meyus Y., Adyns D., Woldeamlak S.T. & Batelaan O. (2004). Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel. Eindrapport, Vrije Universiteit Brussel - Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Opdrachtgever: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL -afdeling Water, Brussel, 81 p.
- De Vries W., Leeters, E.E.J.M., Hendriks, C.M.A., Van Dobben, H., Van den Burg, J., Boumans, L.J.M. (1995) Large scale impacts of acid deposition on forests and forest soils in the Netherlands. In: Heij, G.J. & Erisman, J.W. (eds.). Acid Rain Research: Do we have enough answers? Elsevier, Amsterdam.
- De Wever H., Vercaemst P. (2002) Toetsing van bestaande biologische en fysicochemische technieken voor nitraatverwijdering uit water bestemd voor drinkwaterproductie aan het BBT-principe, studie in opdracht van de VMW, Vito rapport 2002/MIT/R030, Mol.
- Deltenre E., Deschamps C. & Labarre V. (2006) Leidingwater, kwaliteit OK, prijs te vaak KO., test-aankoop, n° 496, maart 2006, 11-16.
- Denneman W., Torenbeek R. (1987) Nitraatimmissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risicoanalyse, RIN-rapport 87/23, Arnhem.
- Dierckxsens C. (2000) Landbouw en grondwaterkwaliteit. Folder AMINAL, afdeling Water, Brussel.
- EC (European Commission) (1999). Report: Agriculture, environment, rural development. Facts and figures. A challenge for Agriculture, European Communities, Belgium.
- EC (European Commission) (2002), Uitvoering van Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen - Samenvatting van de verslagen van de lidstaten van het jaar 2000, COM(2002) 407 def
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll K., Wirth V., Werner V. & Paulissen D. (1991) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Göttingen.

EMA (2001a). Indicator Fact Sheet Signals 2001, Nitrogen Surplus from agricultural land. European Environment Agency, Copenhagen, [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int)

EMA (2001b). Indicator Fact Sheet, Nitrogen and Phosphorous in river stations. European Environment Agency, Copenhagen, [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int)

EMA (2005a) The European environment. State and outlook 2005. Europees Milieuagentschap, Kopenhagen, [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int).

EMA (2005b) Nutrients in freshwater (CSI 020) – Assessment, [www.eea.eu.int](http://www.eea.eu.int).

FDL (2002) Report from Belgium on the first application of the comprehensive procedure, Federale Diensten Leefmilieu, Brussel.

Fernagut B., Wustenberghs H., Lauwers L. (2006). Nutriëntenexcretie door melkvee. Geactualiseerde coëfficiënten in dynamisch perspectief. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Eenheid Landbouw & Maatschappij, Merelbeke, 62 p., <http://www.milieurapport.be/>

Fernagut, B., Gabriëls, P., Lauwers, L., Van Meensel, J., Buysse, J., Van Huylenbroek, G., Harmignie, O., Polomé, P., Henry de Frahan, B. (2004). Mogelijke gevolgen van de suikerhervorming voor de bietenplanters. CLE-publicatie 1.13, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, [www.vlaanderen.be/landbouw](http://www.vlaanderen.be/landbouw)

Fernagut, B., Gabriëls, P., Lauwers, L., Van Meensel, J., Buysse, J., Van Huylenbroek, G., Harmignie, O., Polomé, P., Henry de Frahan, B. (2004). Mogelijke gevolgen van de suikerhervorming voor de bietenplanters. Brussel, Centrum voor Landbouweconomie, CLEdocument.

Fernagut, B., Wustenberghs, H. & Lauwers, L. (2006). Nutriëntenexcretie door melkvee. Geactualiseerde coëfficiënten in dynamisch perspectief. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Merelbeke, 62p, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

Feyaerts T., Huybrechts D., Dijkmans R. (2002) Beste beschikbare technieken (BBT) voor mestverwerking, tweede editie, studie uitgevoerd voor het Vlaams Kenniscentrum voor BBT (Vito) in opdracht van het Vlaamse Gewest, Vito, Mol, [www.emis.vito.be](http://www.emis.vito.be).

Genouw G., Coenen C., Sioen G., Neiryck J. & Roskams P. (2006) Bosgezondheid in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten in het kader van het ICP-Forests Programma (Level II & II, meetstation luchtverontreiniging), meetjaar 2005. INBO.R.2006.17. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, [www.inbo.be](http://www.inbo.be).

GEO3 (2002) Global Environmental Outlook 3, past, present and future perspectives, United Nations Environment Programme, [www.unep.org](http://www.unep.org)

Geypens M., Boon W. & De Wijngaert K. (1989) BEMEX: programma en handleiding. Interne publicatie, Bodemkundige Dienst van België, Leuven.

Ghyselincx N. (2002). Evaluatie van stopgedrag en stopzettingsmaatregel in de Vlaamse varkenshouderij. Gent, Universiteit Gent, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 96 p.

Gorree M. & Runhaar H. (1992) Haalbaarheidsstudie natuurgerichte normstelling nutriënten, Centrum voor Milieukunde, Report 88, Rijksuniversiteit Leiden

Hens M. (1999) Aqueous phase speciation of phosphorus in sandy soils. Doctoraatsproefschrift nr 394, KULeuven.

Janssen L., Mensink C. (2002) Aanpassing van de GIS User Interface voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten op basis van gevoeligheidskaarten en OPS-depositieberekeningen, Rapport 2002/TAP/R044, Vito, Mol.

Janssen L., Janssen S. (2008) Ondersteuning en verder ontwikkeling van het OPS-model, Rapport 2008/IMS/R/012, Vito, Mol.

Langouche D., Wiedemann T., Van Ranst E., Neiryck J., Langohr R. (2002) Berekening en kartering van kritische lasten en overschrijdingen voor verzuring en eutrofiëring in bosesystemen in Vlaanderen. In: Neiryck J., de Ridder K., Langouche D., Wiedemann T., Kowalski A., Ceulemans R., Mensink C., Roskams P., Van Ranst E., Bepaling van de verzuring- en vermestinggevoeligheid van Vlaamse bossen met gemodelleerde depositiefluxen. Eindverslag van project VLINA 98/01, studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse gemeenschap binnen het kader van het Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling.



- Maeckelberghe (2002) Het MAP-meetnet oppervlaktewater van de VMM: ontstaan, opzet, evolutie, trends in meetresultaten en relaas van de communicatie met de sector. In: Stikstofproblematiek in de landbouw, verslag studie en vervolmakingsdag 17 oktober 2002, Technologisch Instituut, Antwerpen
- McKnight G.M., Duncan C.W., Lefert C. & Golden M.H. (1999) Dietary nitrate in man: friend or foe? *British journal of nutrition*, 81, 349-358.
- Mensink C., Janssen L. (1996) Implementatie van het operationeel prioritaire stoffen (OPS) model in Vlaanderen, rapport E&M.RB9602, Vito, Mol.
- Meykens J., Vereecken H. (2001) Ontwikkeling en integratie van gevoeligheidskaarten voor verzuring en vermesting van ecosystemen in Vlaanderen, BDB, KULeuven, VMM.
- MINA-plan 3 (2002) Het Vlaamse milieubeleidsplan 2003-2007, Administratie Milieu, Natuur- Land- en Waterbeheer, Brussel.
- MiNa-Raad (2003) Advies van 3 juli 2003 over de herziening van VLAREM m.b.t. veehouderijen en mestverwerking, 2003/33, Brussel, [www.minaraad.be](http://www.minaraad.be)
- Mulier A. (2002) Vervolgproject nutriëntenbalansen, eindrapport deel 3 Opvolging bedrijfssystemen, studie uitgevoerd in opdracht van VLM, UGent, Gent.
- Natuurindicatoren (2005) Kwetsbaar gebied natuur (Meststoffendecreet): Oppervlakte met natuurgerichte bemestingsnorm. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. [www.natuurindicatoren.be](http://www.natuurindicatoren.be)
- Neiryck J., Genouw G., Coenen S., Roskams P. (2004) Depositie en luchtkwaliteit in Vlaamse bosgebieden. IBW Mededelingen 2004-1, IBW, Geraardsbergen, [www.inbo.be](http://www.inbo.be)
- Nevens F. (2003) Jaarverslag 2002 Steunpunt Duurzame Landbouw, UGent, KULeuven, Melle.
- Nilsson, J. & Grennfelt, P. (1988) Critical loads for sulphur and nitrogen. (5eds.) Report of the Skokloster workshop. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- OESO (2001a) Environmental indicators for agriculture, Volume 3, Methods and results, Paris, France.
- OESO (2001b) OECD Economic Surveys: Belgium 2000/2001 Volume 2001 Issue 5.
- OESO & EUROSTAT (2002) Soil surface nitrogen balances, handbook, draft 14 June 2002, OECD, EUROSTAT.
- OESO (2002). Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth. Report SG/SD (2002)1/final, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, Paris. <http://www.oecd.org>
- Peymen J., Oosterlynck P., Defloor W., Van Gulck T. van Straaten D., Kuijken E. (2000) Opstellen en beoordelen van ecosysteemkwetsbaarheidkaarten met betrekking tot biotoopverlies en barrière-effect. Eindverslag van project 97/05. Studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse Gemeenschap binnen het kader van het Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling in opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor natuurbehoud, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- PIH (1990) De kwaliteit van het water uit particuliere putten. Provinciaal Instituut voor Hygiëne, Antwerpen.
- RIVM (1989) Integrated criteria document nitrate. Effects, appendix to report nr. 758473012, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, Nederland.
- Rousseau V., Breton E., De Wachter B., Beji A., Deconinck M., Huijgh J., Bolsens T., Leroy D., Lancelot C. (2002) IZEUT: Identification of Belgian maritime zones affected by eutrophication: implementation of the OSPAR Common Procedure to combat eutrophication. Final Report, ULB, Brussels.
- Sanders A., Lenders S., Carlier P. J. & Lauwers L. (2004). MIRANDA: Modulaire simulatie van mestafzetting, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieu Maatschappij, MIRA, MIRA/2004/1, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)
- Schneiders A., Breine J. & Simoens I. (2001) Waterlopen. In: Kuijken et al., 2001. Toestand van de natuur in Vlaanderen, Cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 18, Brussel.
- Schröder J.J., Aarts H.F.M., Van Middelkoop J.C., De Haan M.H.A., Schils R.L.M., Velthof G.L., Fraters B. & Willems W.-J. (2005). Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production, with special reference to the EU Nitrate Directive. Report 93, Plant Research International, Wageningen, 48 p.
- Sliggers C.J. (2002) Reactief stikstof vereist een integraler milieubeleid, *Milieu* 17 (2), 78-90.



- Slootweg J., Posch M., Hettelingh J.-P. (2007) Critical loads of nitrogen and dynamic modelling, CCE Progress Report 2007, Coordination Centre for Effects, Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven NL, Report, No. 500090001/2007, [www.mnp.nl/cce](http://www.mnp.nl/cce).
- Spiegelhalder B. (1995) Influence of dietary nitrate on oral nitrite production: relevance to in vivo formation of nitrosamines. In: Proceedings of the International Workshop on Health Aspects of Nitrates and its Metabolites (particularly Nitrate). Bilthoven (Nederland), 8-10 november 1994. Council of Europe Press, Straatsburg, pp125-136.
- Staelens J., Neirynck J., Genouw G., Roskams P. (2006) Dynamische modelleringen van streeflasten voor bossen in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de VMM, UGent, MIRA/2006/03, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be).
- Stemgée K. (1997a) Cursusnota's 'Winning van oppervlaktewater', Group-T, Leuven.
- Stemgée K. (1997b) Cursusnota's 'Nitraatverwijderingstechnieken bij de productie van drinkwater', Group-T, Leuven.
- Van Acker L. (1974). Veredelingslandbouw en milieu: mestverzadiging., Centrum voor Landbouw-economisch Onderzoek, CLEO-schriften nr 4., Heverlee.
- Van Acker L. (1981) Dierlijke mest: afval of grondstof? Doctoraal proefschrift, Faculteit der landbouwwetenschappen. Universiteit Gent
- Van Damme M. (1993) Het grondwatermeetnet Vlaanderen, Bodem, 2, 55.
- van der Welle J. & Declerck K. (2001) Bufferzones, natuurlijke oeverzones en bufferstroken voor herstel van onbevaarbare waterlopen in Vlaanderen, rapport Instituut voor Natuurbehoud 2001.07, Brussel.
- van Esch S.A. (1996) Thema- en doelgroepindicatoren van het milieubeleid. Achtergronddocument bij de indicatoren in het Milieuprogramma 1997-2000. Rapport nr. 251701025, RIVM, Bilthoven, Nederland.
- van Jaarsveld J.A. (1989) Een Operationeel atmosferisch transportmodel voor Prioritaire Stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik, Rapport nr. 228603008, RIVM, Bilthoven, Nederland.
- Van Orshoven J., Oorts K., Librecht I., Rombauts S., Feyen J. (2002) richtwaarde voor de residuele nitraatstikstof in de bodem: modelaanpak, -resultaten en ruimtelijke differentiatie. In: Stikstofproblematiek in de landbouw, TI-KVIV-studiedag, 17 oktober 2002, Meise.
- Van Rompaey E. & Delvosalle L. (1979) Atlas van de Belgische en Luxemburgse flora, Nationale Plantentuin van België, Meise.
- Vandormael C. (1989) Grondwaterkwaliteit in Limburg, AMINAL en Provincie Limburg
- Vannevel R. & Maeckelberghe H. (2003) Stikstof in het Vlaamse oppervlaktewater: een probleemanalyse. Water 8, 1-11, [viwc.lin.vlaanderen.be/water](http://viwc.lin.vlaanderen.be/water)
- Vanongeval L., Coppens G., Geypens M. (1998). Wetenschappelijk rapport hoofdstuk 'vermesting' in MIRA-T 1998.
- VCM (2004) Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (2004) enquête operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen 1 juli 2003 - 30 juni 2004, [www.vcm-mestverwerking.be](http://www.vcm-mestverwerking.be)
- VCM (2006) Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (2006) enquête operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen 1 juli 2005 - 30 juni 2006, [www.vcm-mestverwerking.be](http://www.vcm-mestverwerking.be)
- Verbruggen I., Nevens F., Mulier A., Reheul D. & Hofman G. (2006). Stikstofgebruik en -efficiëntie in de Vlaamse vleesveehouderij en akkerbouw. Steunpunt Duurzame Landbouw, publicatie 28, 45 p, [www.stedula.be](http://www.stedula.be).
- Verbruggen I., Nevens F., Reheul D. & Hofman G. (2003) Stikstofgebruik en -efficiëntie in de Vlaamse melkveehouderij. Steunpunt Duurzame Landbouw. Publicatie 6, 58 p. [www.stedula.be](http://www.stedula.be)
- Vervaeke M., Lauwers L., Lenders S. & Overloop S. (2004). Het driesporen mestbeleid: evaluatie en toekomstverkenning. Brussel, Centrum voor Landbouweconomie, publicatie n° 1.12, [www.vlaanderen.be/landbouw](http://www.vlaanderen.be/landbouw)
- Viaene, J., Gellynck, X., Smis, K., Bracke, N. (1999) Onderzoek naar de nutriëntstromen in Vlaanderen, UGent, Gent.
- Vlaamse drinkwaterbesluit (2003) Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Besluit van de Vlaamse regering houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water, bestemd voor menselijke consumptie, 13 december 2002. Belgisch Staatsblad, 28/01/2003, 2907-2923.
- VLACO (2004) Composterende in Vlaanderen, activiteitenverslag 2003, VLACO, Mechelen. [www.vlaco.be](http://www.vlaco.be)

- Vlassak K. & Hofman G. (1999) Residuele minerale stikstof in het bodemprofiel en uitspoeling van nitraten. In: Het nieuwe mestdecreet: uitdaging voor de toekomst, Studiedag 25 maart 1999, Technologisch Instituut.
- Vlassak K., Hofman G., Bries J. & Hens M. (2001) Fosfaatverzadigde bodems in Vlaanderen. Stand van zaken, nieuwe inzichten en beleid. Document opgemaakt voor de Stuurgroep Vlaamse Mestproblematiek.
- Verlinden G., Callens D., Demeulemeester K., Vogels N. (2004) Valorisatie van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking, studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, Bodemkundige Dienst van België, Heverlee.
- VLM (1997) Fosfaatverzadiging van zandige bodems in Vlaanderen. UGent, VLM, Brussel.
- VLM (2000). Mestgids. Wegwijs in het Vlaamse mestbeleid. Vlaamse Landmaatschappij, Brussel.
- VLM (2004) Voortgangsrapport Mestbank 2004 betreffende het mestbeleid in Vlaanderen, VLM, Brussel, [www.vlm.be](http://www.vlm.be).
- VLM (2007a) Normen en richtwaarden, editie maart 2007, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, [www.vlm.be](http://www.vlm.be).
- VLM (2007b) voortgangsrapport Mestbank betreffende het mestbeleid in Vlaanderen, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, [www.vlm.be](http://www.vlm.be).
- VMM (1998) Bijdrage VMM aan de ecologische evaluatie van het Mestactieplan m.b.t. de kwaliteit van het oppervlaktewater, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.
- VMM (2004) Het SENTWA model: Evolutie en beleidsrelevante scenario's van de vracht van N en P naar oppervlaktewater door de landbouw, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.
- VMM (2006) Jaarrapport Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest 2005, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, [www.vmm.be](http://www.vmm.be).
- VMM (2007a) Jaarrapport water 2006, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, [www.vmm.be](http://www.vmm.be).
- VMM (2007b) Depositie meetnet verzuring 2005-2006 (*Zure regen in Vlaanderen*), Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, [www.vmm.be](http://www.vmm.be).
- Walraevens K., Eppinger R., Van Verre M. (2001) Evaluatie van het nitraatmeetnet beheerd door AMINAL, studie in opdracht van AMINAL, Universiteit Gent.
- Wustenberghs H., D'hooghe J., Fernagut B. (2006) Invloed van bemestingsnormen op de bedrijfsbalansen en de productiekosten van melkveebedrijven. In: Van Steertegem M. (ed) (2006) Milieurapport Vlaanderen, MIRA-T 2006, Focusrapport, Vlaamse Milieumaatschappij, Erembodegem.

## Begrippen

### Een meer uitgebreide begrippenlijst is te vinden op [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

Afstandsregel: norm uitgedrukt als kritische afstand tussen een verstorend element (functie, activiteit, object) en een ander daardoor gestoord element, bijvoorbeeld tussen een lawaaibron en een woonwijk.

Ammoniak:  $\text{NH}_3$ , bij kamertemperatuur een kleurloos en scherpriekend gas

Ammonium: het ion  $\text{NH}_4^+$ , waarvan ammoniumbasen en zouten worden afgeleid.

Basiskwaliteit: na te streven of nagestreefde toestand van het milieu of van een deel ervan opdat het milieu bepaalde functies zou kunnen uitoefenen of ondersteunen. Als de kwaliteit betrekking heeft op het gehele milieu onder studie en met betrekking tot alle functies spreekt men ook van basis- of algemene milieukwaliteit.

Basiskwaliteitsnorm oppervlaktewater: grenswaarde voor de concentratie van een stof in oppervlaktewater waar alle oppervlaktewater aan zou moeten voldoen, zoals vastgelegd in VLAREM.

Beheerovereenkomst: een overeenkomst waarbij de grondgebruiker zich vrijwillig ertoe verbindt gedurende een bepaalde termijn een vooraf bepaalde termijn een vooraf bepaalde prestatie te leveren gericht op het bereiken van een betere basismilieukwaliteit, door het onderhouden of ontwikkelen van natuurwaarden, tegen betaling van een vooraf bepaalde vergoeding (ten laste van de overheid), binnen de perken van de begroting. Deze vergoeding wordt berekend op basis van de door de grondgebruiker geleverde inspanningen en de eventuele inkomstenderving ingevolge deze overeenkomst. De vergoeding kan verhoogd worden bij het halen van specifiek overeengekomen resultaten.

Belasting van het oppervlaktewater: vuilvracht die uiteindelijk in het oppervlaktewater terechtkomt, direct of indirect via niet op een RWZI aangesloten riolering, na (gedeeltelijke) zuivering. Dit wordt gespecificeerd naar parameter en/of naar doelgroep.

Beleidsinstrument: middel/hefboom van de overheid om de doelgroepen te overtuigen, te verplichten, aan te zetten tot de uitvoering van een maatregel. Traditioneel worden volgende instrumenten onderscheiden: juridische instrumenten (vergunningen, decreten, verboden ...), economische instrumenten (heffingen, subsidies ...) en sociale instrumenten (convenanten, overeenkomsten, sensibiliseringsacties ...).

Bemestingsnorm: maximale hoeveelheid stikstof of fosfor die onder de vorm van dierlijke, kunst- of andere mest mag worden toegediend op landbouwgrond.

Biodiversiteit: variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, o.a. terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen.

Biologische stikstoffixatie: omzetting van luchtstikstofgas door bodembacteriën zodat deze stikstof beschikbaar is voor plantengroei.

Biologische waarderingskaart: De biologische waarderingskaart is een inventarisatie en evaluatie van het biologisch milieu. De inventarisatie gebeurt aan de hand van een vooraf gedefinieerde lijst van karteringseenheden, die staan voor vegetatietypen, grondgebruik en kleine landschapselementen. De evaluatie is een 'best professional judgement' gebaseerd op zeldzaamheid, vervangbaarheid, kwetsbaarheid en biologische kwaliteit van de biotopen.

Broeikasgas: gas dat de opwarming van de aarde bevordert. Elk broeikasgas heeft zijn eigen opwarmend effect, relatief t.o.v. CO<sub>2</sub>. Enkele voorname broeikasgassen met hun opwarmend effect of 'global warming potential' (GWP) bv. CO<sub>2</sub> (1), CH<sub>4</sub> (23), N<sub>2</sub>O (296).

Chlorofyl: complexe chemische verbinding met een groene kleur (bladgroen) die een centrale rol speelt in de omzetting van lichtenergie in chemische energie in planten.

Defosfatatie: techniek voor de verwijdering van fosfaat (bv. door filtering).

Denitrificatie: de omzetting door micro-organismen van nitraatstikstof naar stikstofgas (N<sub>2</sub>) waarbij in sommige gevallen ook lachgas (N<sub>2</sub>O) kan gevormd worden.

Depositie: hoeveelheid van een stof of een groep van stoffen die uit de atmosfeer neerkomen in een gebied, uitgedrukt als een hoeveelheid per oppervlakte-eenheid en per tijdseenheid (bv. 10 kg SO<sub>2</sub>/(ha.j)).

Dierlijk mestinput: dierlijke mestproductie + mestimport - mestexport - mestverwerking.

Dierlijke mestproductie: de hoeveelheid dierlijke mest geproduceerd door de veestapel, uitgedrukt in kg nutriënt (stikstof of fosfor).

Diffuse verontreiniging: verontreiniging afkomstig uit niet-gelocaliseerde bronnen, meestal sterk, homogeen ruimtelijk verspreid door transport via lucht en water.

DPSI-R-keten: milieuverstoringsketen, analytische structuur die de oorzaak en gevolgen van de milieuverstoring in beeld brengt. DPSI-R staat voor Driving Forces (maatschappelijke activiteiten), Pressure (druk), State (toestand), Impact (gevolgen) en Respons (beleidsrespons). De milieuraapportering door het Europees Milieuagentschap, OESO, MIRA en anderen gebeurt aan de hand van deze keten.

Drijfmest: mengsel van faecaliën, urine en water van varkens of runderen.

Eco-efficiëntie: vergelijking van de milieudruk die een sector/regio teweegbrengt (emissies, brongebruik) met een activiteitenindicator van die sector/regio (productie, volume, bruto toegevoegde waarde, ...). Een winst in eco-efficiëntie leidt slechts tot winst voor het milieu wanneer de druk ook in absolute cijfers daalt.

Ecosysteem: dynamisch (veranderend) complex van levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen en hun niet-levende omgeving, die in een onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen, bv. bossen, heides en soortenrijke graslanden.

Effluent: geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.

Emissie: uitstoot of lozing van stoffen, golven of andere verschijnselen door bronnen, meestal uitgedrukt als een hoeveelheid per tijdseenheid.

**Emissiefactor:** coëfficiënt die de activiteitsdata relateert aan een hoeveelheid van een chemisch product. Dit product is de bron van latere emissies. Een emissiefactor is dikwijls gebaseerd op een staal van berekende data, waarvan het gemiddelde wordt genomen om een representatieve emissiefactor te ontwikkelen. Deze geldt voor een gegeven activiteit onder een gekende set van operationele condities.

**Emissierecht:** indien een land een grotere emissiereductie heeft gerealiseerd dan opgelegd, dan kan het overschot verhandeld worden aan landen die hun doelstelling niet halen.

**Eutrofiëring:** proces van nutriëntaanrijking zodanig dat de productiviteit van het ecosysteem niet langer gelimiteerd wordt door de beschikbaarheid van nutriënten. In aquatische ecosystemen kan eutrofiëring leiden tot een overdadige groei van waterplanten en/of algen en een achteruitgang van de kwaliteit van het water (fysico-chemisch en biologisch).

**Excretie:** dierlijke mestproductie.

**Fosfaatdoorslag:** uitspoeling van fosfaat naar diepere, niet-verzadigde bodemlagen bij overschrijding van de fosfaatvastleggingscapaciteit.

**Fosfaatrisicogebied:** gebied waar bij ongewijzigd bemestingspraktijk fosfaatdoorslag kan optreden.

**Fosfaatverzadigde bodem:** bodem waarvan de fosfaatvastleggingscapaciteit is overschreden zodat fosfaat uitspoelt naar diepere, niet-verzadigde bodemlagen.

**Fossiele brandstoffen:** steenkool, aardolie, aardgas en hun afgeleide producten.

**Freatisch grondwater:** water onder de grondwaterspiegel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag; het bovenste grondwater.

**Goede landbouwpraktijk:** uitvoering van de landbouw met respect voor het milieu, maar die niet verder gaat dan wat wettelijk voorgeschreven is, eventueel vastgelegd in een code.

**Grenswaarde:** waarde die wettelijk niet overschreden mag worden. Een overschrijding van deze waarde moet aanleiding geven tot het treffen van maatregelen.

**Groenafval:** composteerbaar organisch afval dat in tuinen, plantsoenen, parken en langs wegbermen vrijkomt bij particulieren, groendienst, tuinaannemers ...

**Groene gewestplanbestemming:** gewestplanbestemming die overeenstemt met deze van bosgebied, natuurgebied, parkgebied of bufferzones.

**Grondwater:** water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot water onder de grondwaterspiegel.

**Historisch permanent grasland:** halfnatuurlijke vegetatie bestaande uit grasland gekenmerkt door het langdurige grondgebruik als graasweide, hooiland of wisselweide met ofwel cultuurhistorische waarde, ofwel een soortenrijke vegetatie van kruiden en grassoorten waarbij het milieu wordt gekenmerkt aanwezigheid van

**Indicator:** een grootheid (een variabele) weergegeven binnen een context. De indicator krijgt een betekenis door de context voor te stellen in de vorm van (historische of natuurlijke) referentiewaarden en/of van doelstellingswaarden. Een indicator in MIRA duidt aan, verwijst naar en/of informeert over activiteiten, toestanden, verschijnselen en andere in het milieu.

**Influent:** ongezuiverd afvalwater dat op een afvalwaterzuiveringsinstallatie binnenkomt.

**Inwonerequivalent:** getalwaarde die de maat is voor de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen die gemiddeld per dag en per inwoner met het afvalwater worden geloosd.

**Kaderrichtlijn Water:** Europese Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.

**Katalysator:** stof gebruikt om chemische reacties tussen andere stoffen te versnellen en die zelf schijnbaar niet aan de reactie deelneemt.

**Krachtvoeder:** energierijk en/of eiwitrijk veevoeder, met hoge mate van vertering, meestal samengesteld uit verschillende grondstoffen, dat een hoge vlees- of melkproductie toelaat.

**Kritische last:** maximaal toelaatbare depositie per eenheid van oppervlakte voor een bepaald ecosysteem zonder dat er - volgens de huidige kennis - op lange termijn schadelijke effecten optreden.

**Kwel:** het uittreden van grondwater (algemene definitie) of het uittreden van grondwater door grotere stijghoogten buiten het beschouwde gebied (specifieke definitie); het uittreden van water dat binnen het gebied aan het oppervlak is toegevoegd, valt dus buiten deze term.

**Kwetsbare zone (Nitraatrichtlijn):** gebied afgebakend in uitvoering van de Nitraatrichtlijn waarbinnen specifieke maatregelen moeten worden genomen om nitraatverontreiniging vanuit landbouw te voorkomen.

Lachgas: distikstofoxide of  $N_2O$ , een gas dat bijdraagt tot het broeikaseffect.

LRTAP (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution): De Conventie van Genève (1979) over de grensoverschrijdende transporten van luchtverontreiniging in het kader van de UNECE.

MAP2bis: Mestdecreet, decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen, zoals laatst gewijzigd op 9-3-2001 (BS 30-3-2001).

MAP-meetnet: VMM-meetnet om de kwaliteit van het oppervlaktewater te evalueren in functie van de landbouwkundige activiteit, in uitvoering van het Mestdecreet, uitgebouwd in 1999.

Mediaanwaarde: meetwaarde waarbij, als een verzameling meetwaarden naar opklimmende grootte gerangschikt zijn, er precies evenveel meetwaarden groter als kleiner zijn dan deze meetwaarde.

Mestdecreet: decreet van 23 januari 1991, inclusief wijzigingen, inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen.

Mestverwerking: het behandelen van dierlijke mest en andere organische meststoffen, zodat ze ook buiten de Vlaamse landbouw bruikbaar zijn. Daartoe moet de mest worden omgevormd tot een beter verhandelbaar product dat bij voorkeur vrij is van geur en ziektekiemen, gemakkelijk vervoerbaar is en retourvrachten mogelijk maakt.

MINA-plan: Vlaams milieubeleidsplan voor een periode van 5 jaar.

Minerale meststoffen: industrieel bereide meststoffen of plantenvoedingsstoffen, ook kunstmest of chemische meststoffen genoemd.

Mineralisatie: proces waarbij organische verbindingen door micro-organismen worden afgebroken.

Natte depositie: verwijdering van de luchtverontreiniging uit de atmosfeer door het uitwassen, uitregenen of andere vormen van precipitatie (sneeuw, hagel, mist).

Natuurgebied: ruimtelijk afgebakend gebied dat belangrijk is voor het in-situ behoud of herstel van de biodiversiteit. In de planologische betekenis worden hiermee gebieden aangeduid waar natuur de hoofdfunctie is.

NEM-richtlijn: Europese Richtlijn Nationale Emissiemaxima (2001, 2001/81/EG) met als doel de luchtmissies van verzurende, vermestende en ozonvormende stoffen te beperken. In die richtlijn worden aan de EU-15 lidstaten maximale emissieplafonds opgelegd voor de 4 gasvormige pollutanten  $SO_2$ ,  $NO_x$ , NMVOS en  $NH_3$ . Die zijn strenger dan de emissiemaxima van het Göteborgprotocol.

Nitraatresidu: volgens het mestdecreet is dit het nitraatgehalte gemeten in het najaar in de eerste 100 cm bodem, een maat voor het uitspoelbare stikstof in de winterperiode.

Nitraatrichtlijn: Europese Richtlijn (91/676/EEG) ter bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.

Nitrificatie: proces waarbij ammonium door micro-organismen tot nitraat geoxideerd wordt. In een eerste stap zet Nitrosomas ammonium om tot nitriet, daarna zet Nitrobacter deze stof weer om in nitraat. Dit aërobe proces kan zowel plaatsvinden in de bodem als in het oppervlaktewater.

Noordzeeconferentie (NZC): internationale conferentie over de bescherming van de Noordzee; derde NZC: Den Haag, 7-8 maart 1990; vierde NZC: Esbjerg, 8-9 juni 1995; 5<sup>de</sup>: Bergen 20-21 maart 2002.

Nulbemesting: bemesting met maximaal de hoeveelheid dierlijke mest van 2 grootvee-eenheden per hectare.

Nutriënt: (planten)voedingsstof waaronder stikstof, fosfor en kalium.

Nutriëntenproductie: dierlijke mestproductie uitgedrukt naar nutriëntinhoud in stikstof- of fosforeenheden.

Oligotroof: arm aan nutriënten of plantenvoedingsstoffen.

Oppervlaktewater: aquatische ecosystemen: open water, meren, rivieren, sloten, kanalen ...

Organische mest: organische meststof anders dan dierlijke mest, zoals gecomposteerd groenten,- fruit- en tuinafval.

Orthofosfaat: verzamelnaam voor in water opgeloste fosfaten die dus beschikbaar zijn voor opname door organismen.

Percentiel: de rangorde die een meetwaarde inneemt wanneer alle meetwaarden geklasseerd zijn volgens grootte van klein naar groot bv. de 98-percentiel duidt aan dat 98 % van alle meetwaarden kleiner zijn dan of gelijk aan deze waarde. De 50-percentiel is gelijk aan de mediaanwaarde.

pH: zuurtegraad, gemeten aan de hoeveelheid waterstofionen. De negatieve logaritme van de hoeveelheid waterstofionen varieert tussen 0 en 14. Tussen elke eenheid ligt een 10-voudig verschil, hoe hoger de pH, hoe groter het aantal waterstofionen. pH 7 is neutraal, pH < 7 is zuur en pH > 7 is basisch.

Plankton: microscopisch kleine plantaardige en dierlijke organismen die in het water zweven.

Richtlijn (Europese): besluit dat bindend is voor de lidstaten wat betreft een in de richtlijn uitgedrukt te bereiken resultaat. De lidstaten zijn vrij de vorm en middelen te bepalen nodig om aan de richtlijn te voldoen. Bij niet naleving kan de Commissie een procedure inzetten krachtens art. 226 (ex. art. 169).

Richtwaarde: beleidsmatig na te streven milieukwaliteitsdoelstelling met opgave van tijdstippen voor de realisatie.

Rode Lijst: overzicht voor een bepaald gebied van bedreigde soorten, opgesteld volgens specifieke criteria en ingedeeld in meerdere categorieën (bv. 'uitgestorven in Vlaanderen', 'zeldzaam', 'bedreigd').

Stikstofexcretie: dierlijke mestproductie uitgedrukt in stikstofhoeveelheden

Stopzettingdecreet: decreet van 9 maart 2001 tot regeling van de vrijwillige, volledige en definitieve stopzetting van de productie van alle dierlijke mest, afkomstig van een of meerdere diersoorten (B.S., 30 maart 2001, in werking 30 maart 2001).

Streefwaarde: milieukwaliteitsdoelstelling waarbij geen nadelige effecten te verwachten zijn.

Uitspoeling: verdwijning van stoffen uit de bodem doordat ze met het doorsijpelend water worden meegevoerd.

Vergisting: afbraak van organische stof in een zuurstofarm milieu waardoor biogas wordt gevormd door toedoen van micro-organismen.

Vermesting: het aanrijken van bodem, water (oppervlakte- en grondwater) met nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) waardoor de ecologische processen en de natuurlijke kringlopen verstoord kunnen worden. Deze verstoringen kunnen aanleiding geven tot eutrofiëring van zoet en zout oppervlaktewater, verhoogde nitraatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, achteruitgang van de biodiversiteit en kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen, vervuiling drinkwatervoorraden.

Vermestingsequivalent (Meq): eenheid voor vermestende emissie, berekend als de som van de stikstofemissie in 10 000 ton en de fosforemissie in 1 000 ton.

Verzuring: gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht.

Voederefficiëntie: verhouding van de output (vlees, mest, melk, eieren) tegenover de input in veevoeder voor een bepaald stof.

Zoetwatergrens: grens in de kustzone waar het zoutgehalte overeenstemt met dat van het zoete rivierwater.

Zuiveringsgraad: percentage van de huishoudens waarvan het afvalwater in een RWZI gezuiverd wordt.

Zuiveringsrendement van de RWZI: verhouding tussen de op een RWZI verwijderde vuilvracht en de inkomende vuilvracht (influent)

## Afkortingen

ALT: Administratie Land- en Tuinbouw van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

AMINAL: Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, nu Departement voor Leefmilieu, Natuur en Energie, Vlaamse Overheid

BBM: Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee

CLE: Centrum voor Landbouweconomie (Ministerie van Middenstand en Landbouw)

IBW: Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer

i.e.: inwonerequivalent

IN: Instituut voor Natuurbehoud

INBO: Instituut voor Natuur en Bosonderzoek

ILVO: Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek

KBIN: Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen

KULeuven: Katholieke Universiteit Leuven

MAP: mestactieplan

MIRA: Milieurapport Vlaanderen

NEC: National Emission Ceiling

NEM: nationale emissie maxima of national emission ceilings

OVAM: Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij

OSPAR: Commissie voor de bescherming van het mariene milieu van de N-Oost-Atlantische oceaan,  
[www.ospar.org](http://www.ospar.org)

RWZI: rioolwaterzuivingsinstallatie

SVW: Studieverband Vlaamse Drinkwatermaatschappijen

UGent: Universiteit Gent

UIA: Universitaire Instelling Antwerpen

VCM: Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking

VLM: Vlaamse Landmaatschappij

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

VMW: Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

## Scheikundige symbolen

N: stikstof

N<sub>2</sub>: stikstofgas

N<sub>2</sub>O: lachgas, distikstofoxide

NH<sub>3</sub>: ammoniak

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: ammonium

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitraat

NO<sub>x</sub>: stikstofoxides

P: fosfor

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: difosforpentoxide of fosfaat

## Eenheden

µg: microgram = 1 miljoenste gram

Meq: vermestingsequivalent = 10 000 ton N = 1 000 ton P

nm: nanometer = 1 miljardste meter

PSU: practical salinity unit