

Protocol 0071 Landbouw bodem direct,
t.b.v. NIR 2010
Uitgave maart 2010

4D: N₂O landbouwBODEM:
directe emissies en beweidingsemisssies



Voorwoord

Onder het Kyoto Protocol is Nederland verplicht om een nationaal systeem op te zetten en te onderhouden voor de monitoring van broeikasgassen. Een van de elementen hierin is een transparante en controleerbare beschrijving van de methoden en processen, die daarbij gehanteerd worden. De methoden moeten daarbij voldoen aan de internationale richtlijnen, welke zijn vastgesteld door de Verenigde Naties (UN) en de Europese Unie (EU).

In Nederland wordt aan deze eisen onder meer invulling gegeven in de vorm van Monitoring Protocollen, waarin de methoden en werkprocessen zijn beschreven voor de vaststelling van emissies en de hoeveelheid vastlegging (sinks) van broeikasgassen. Er zijn protocollen voor ongeveer 40 verschillende bronnen of sinks van broeikasgassen. Dit document beschrijft het protocol voor een van deze bronnen of sinks.

De protocollen zijn opgesteld in een nauw samenwerkingsverband tussen experts vanuit diverse sectoren van de Nederlandse samenleving. Met name de experts van de Emissieregistratie (ER) zijn hier bij betrokken. De ER is een samenwerkingsverband van onder meer CBS, WUR, RIVM en PBL. Tot 31 december 2009 werd dit gecoördineerd door het Planbureau voor de Leefomgeving; per 1 januari 2010 is de coördinatie overgegaan naar RIVM. Aan de protocollen is verder bijgedragen door Agentschap NL, het Ministerie van Landbouw, Natuur & Voedselkwaliteit en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).



Planbureau voor de Leefomgeving



Agentschap NL
Ministerie van Economische Zaken



Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	3
1 SCOPE EN BELANG VAN EMISSIEBRONNEN/ACTIVITEITEN	4
1.1 SCOPE EN DEFINITIE	4
1.2 BELANG EN INVLOEDSFACTOREN	4
1.2.1 <i>Bijdrage aan de totale nationale emissies</i>	4
1.2.2 <i>Relevante factoren van invloed op de emissie</i>	4
2 METHODIEK, EMISSIEFACTOREN EN ACTIVITEITENDATA	4
2.1 BEREKENINGSMETHODIEK	4
2.2 EMISSIEFACTOREN.....	5
2.3 RELEVANTE ACTIVITEITENDATA.....	7
3 WERKPROCESSEN	9
4 KWALITEIT EN VERIFICATIE	11
4.1 ONZEKERHEIDSINSCHATTING	11
4.2 KWALITEITSBEWAKING EN -BORGING.....	12
4.3 VERIFICATIE	13
4.4 VERBETERPUNTEN T.A.V. DE HUIDIGE BEREKENINGS-METHODIEK	13
4.4.1 <i>Historie</i>	13
4.4.2 <i>Toekomst</i>	14
5 OVERIGE ASPECTEN	15
5.1 PUNTBRONCRITERIA	15
5.2 STOFPROFIELEN	15
5.3 REGIONALISERING	15
5.4 TIJDGEBONDEN VARIATIES IN DE BRONSTERKTE.....	15
6 REFERENTIES EN AANVULLENDE INFORMATIE	15
6.1 REFERENTIES	15
6.2 AANVULLENDE DOCUMENTEN.....	16



PROTOCOL 4D: N₂O LANDBOUWBODEM:

directe emissies en beweidingsemisies

IPCC Categorie:	4D1, 4D2, 4D4
NFR Code:	n.v.t.
NOSE Code:	n.v.t.
NACE Code 2008:	011, 012, 014 en 015

1 Scope en belang van emissiebronnen/activiteiten

1.1 Scope en definitie

Dit protocol beschrijft methodiek en werkprocessen voor de bepaling van de directe emissies van N₂O (lachgas) uit de bodem als gevolg van agrarische activiteiten in Nederland (IPCC-categorie 4D1, 4D2, 4D4). Het betreft de SBI codes 011 en 012 (akker- en tuinbouw), 014 (fokken en houden van dieren) en 015 (Akker- en/of tuinbouw in combinatie met het fokken en houden van dieren).

N₂O wordt in de bodem gevormd tijdens de microbiologische processen nitrificatie en denitrificatie. *Nitrificatie* is het proces waarbij ammonium (NH₄⁺) onder zuurstofrijke omstandigheden door bacteriën wordt omgezet tot nitraat. N₂O kan hierbij als bijproduct worden gevormd, met name indien de nitrificatie wordt geremd door zuurstofgebrek. Voor nitrificatie is geen organische stof nodig. *Denitrificatie* is het proces waarbij bacteriën onder zuurstofarme omstandigheden nitraat (NO₃⁻) omzetten in de gasvormige stikstofverbinding N₂, met als bijproduct N₂O. Organische stof wordt hierbij als energiebron gebruikt. Organische bodems hebben een hogere N₂O-emissie dan minerale bodems.

1.2 Belang en invloedsfactoren

1.2.1 Bijdrage aan de totale nationale emissies

De directe N₂O-emissie uit landbouwbodem levert een bijdrage van enkele procenten aan de Nederlandse broeikasgasemissies.

1.2.2 Relevante factoren van invloed op de emissie

De directe N₂O-emissie uit landbouwbodem is na 1990 eerst gestegen en is rond 2002 weer terug op het niveau van 1990. De stijging werd veroorzaakt doordat na 1990 emissiearme mestaanwendingstechnieken werden toegepast die in vergelijking met bovengrondse mestaanwending een hogere N₂O-emissiefactor hebben (Kroeze, 1994 en Kuikman et al., 2006). De vanaf 1995 ingezette daling van de N₂O-emissie was het gevolg van een lagere toevoer van stikstof uit kunstmest en dierlijke mest naar de bodem. Zowel toepassing van emissiearme mestaanwending als verlaging van de stikstoftoevoer middels kunstmest en dierlijke mest is het gevolg van het Nederlandse mest- en ammoniakbeleid (Brandes, 2007).

2 Methodiek, emissiefactoren en activiteitendata

2.1 Berekeningsmethodiek

De directe N₂O-emissie uit landbouwbodems wordt berekend door vermenigvuldiging van de hoeveelheid stikstof per toevoerbron met een landenspecifieke emissiefactor per bodemtype. De totale N₂O emissie van alle toevoerbronnen wordt vervolgens berekend door sommatie van de N₂O emissie per toevoerbron



per bodemtype. Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar het Achtergronddocument (Van der Hoek et al., 2007).

$$\text{N}_2\text{O emissie (in kg N}_2\text{O)} = \sum E_{ij} * EF_{ij} * 44/28$$

E_{ij}	hoeveelheid N voor de gedefinieerde toevoerbron (i) op bodemtype (j) (kg N)
EF_{ij}	emissiefactor voor de gedefinieerde toevoerbron (i) en bodemtype (j) in kg N ₂ O-N/kg N in toevoerbron.
44/28	omrekenfactor van N ₂ O-N naar N ₂ O

Bij bovenstaande formule worden de volgende N toevoerbronnen (i) onderscheiden:

1. Netto aanwending van N uit kunstmest, d.w.z. verminderd met de NH₃-emissie bij aanwending van kunstmest
2. Netto aanwending van N uit dierlijke mest, d.w.z. verminderd met de NH₃-emissie uit stal en opslag en bij aanwending van dierlijke mest, en de netto export (dus de N uit dierlijke mest wordt verminderd met export - import)
3. Netto N naar bodem door beweiding landbouwhuisdieren, d.w.z. verminderd met de NH₃-emissie bij beweiding
4. Stikstofbinding
5. Achterblijvende gewasresten
6. Landbouwkundig gebruik van histosolen
7. Zuiveringsslib

De bovenstaande formule onderscheidt een tweetal bodemtypen (j):

1. Minerale bodems
2. Organische bodems

Tevens wordt er bij kunstmest onderscheid gemaakt tussen ammoniumkunstmest en overige kunstmestsoorten. Bij aanwending wordt er opgesplitst naar verschillende aanwendtechnieken en bij beweiding wordt onderscheid gemaakt tussen urine en feces.

Vergelijking met de IPCC Guidelines en Good Practice Guidance

De hierboven beschreven methodiek komt overeen met de IPCC methode zoals omschreven in de GPG (IPCC, 2001; p. 4.40 en 4.53).

Het vaststellen van de omvang van de verschillende toevoerbronnen en van de NH₃-emissies (ammoniakemissies) wordt met landenspecifieke data op een tier 2 niveau uitgevoerd. Het vaststellen van de N₂O-emissie gebeurt middels een tier 1b analyse. Voor aanwending van kunstmest en dierlijke mest wordt onderscheid gemaakt naar respectievelijk 2 verschillende typen kunstmest en 2 verschillende typen mestaanwendingstechnieken en bij weidemest naar aandeel van stikstof in urine en feces, met elk hun eigen landenspecifieke emissiefactoren.

Een toelichting op de emissiefactoren wordt gegeven in de volgende paragraaf.

2.2 Emissiefactoren

De totale directe N₂O-emissie uit de landbouwbodem wordt berekend door de stikstofhoeveelheid per toevoerbron en bodemtype te vermenigvuldigen met een vaste landenspecifieke emissiefactor en dit vervolgens te sommeren over alle toevoerbronnen en bodemtypen (Van der Hoek et al., 2007). Tabel 1 geeft een overzicht van de gebruikte emissiefactoren.

Tabel 1. Emissiefactoren voor directe N₂O-emissie uit landbouwgrond

Toevoerbron	EF (kg N ₂ O–N per kg N toevoer)		Referentie
	Minerale bodem	Organische bodem	
<i>Aanwending kunstmest</i>			
- ammoniumhoudend (geen nitraat)	0.005	0.01	2, 4, 5
- overige kunstmestsoorten	0.01	0.02	1, 2, 4, 5
<i>Aanwending dierlijke mest</i>			
- bovengrondse aanwending	0.01	0.02	1, 5
- emissie-arme aanwending	0.02	0.02	1, 5
<i>Beweiding landbouwhuisdieren</i>			
- feces	0.01	0.01	1
- urine	0.02	0.02	1
Stikstofbinding	0.01		1, 2
Achterblijvende gewasresten	0.01		2
Landbouwkundig gebruik histosolen		0.02	2, 3
Zuiveringsslib	0.01		

referenties: 1= Kroeze, 1994; 2= Van der Hoek et al., 2007, 3 = Kuikman et al, 2005, 4 = Velthof et al, 1997, 5 = Kuikman et al, 2006

Over het algemeen geldt dat op organische bodems een tweemaal hogere emissiefactor van toepassing is dan op minerale bodems. Enige uitzondering vormt beweiding: hier is geen verschil tussen N₂O-emissie uit minerale en organische bodems. Verder is de emissiefactor voor emissie-arme mestaanwending tweemaal zo groot als de emissiefactor voor ondergrondse mestaanwending. Basis voor deze landspecifieke emissiefactoren vormt onderzoek door Kroeze (1994) Velthof et al. (1997) en Kuikman et al. (2006). Een samenvatting van de onderzoeksresultaten is te vinden in Van der Hoek et al. (2007).

In het navolgende wordt per toevoerbron een toelichting op de gebruikte emissiefactoren gegeven.

Aanwending van kunstmest

Bij aanwending van kunstmest wordt voor de meeste kunstmestsoorten gerekend met een emissiefactor van 0,01 respectievelijk 0,02 kg N₂O-N per kg netto toegediende N voor minerale respectievelijk organische bodems. Deze waarden zijn ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren (Kroeze, 1994). Uit later onderzoek bleek dat toepassing van ammoniumhoudende stikstofkunstmest (die geen nitraat bevat) tot een 50% lagere N₂O-emissie leidt (Velthof et al., 1997). Om deze reden wordt voor dit type stikstofkunstmest gerekend met 50% van de emissiefactor.

Aanwending van dierlijke mest

Bij bovengrondse aanwending van dierlijke mest wordt gerekend met een emissiefactor van 0,01 respectievelijk 0,02 kg N₂O-N per kg netto toegediende N voor respectievelijk minerale en organische bodems. Voor emissie-arme mestaanwending op zowel minerale als organische bodems gerekend met een emissiefactor van 0,02. Een verklaring voor een hogere emissiefactor zou kunnen liggen in minder gunstige procescondities voor een optimaal verloop van nitrificatie/denitrificatie bij emissiearme mestaanwending. Deze emissiefactoren zijn ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren (Kroeze, 1994). De eerste voorlopige onderzoeksresultaten van een studie naar meetgegevens uit de Nederlandse praktijk in combinatie met meetgegevens over vergelijkende experimenten in het buitenland leverden medio 2005 onvoldoende gegevens op om nieuwe landspecifieke emissiefactoren af te leiden (Van der Hoek et al., 2007)

Beweiding landbouwhuisdieren

Bij beweiding wordt gerekend met een emissiefactor van 0,01 respectievelijk 0,02 kg N₂O-N per kg netto geproduceerde N in feces respectievelijk urine. Er wordt geen onderscheid gemaakt naar minerale en



organische bodems. Deze waarden zijn ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren (Kroeze, 1994).

Stikstofbinding

Bij stikstofbinding wordt gerekend met een emissiefactor van 0,01 kg N₂O-N per kg biologisch gebonden N op minerale bodems. Deze waarde is ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren (Kroeze, 1994). De betreffende stikstofbindende gewassen in akkerbouw en tuinbouw in de volle grond komen vrijwel niet voor op organische bodems.

Achterblijvende gewasresten

Bij gewasresten wordt gerekend met een emissiefactor van 0,01 kg N₂O-N per kg N in de op het veld achterblijvende gewasresten op minerale bodems. Deze waarde is ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren (Kroeze, 1994). Akkerbouw en tuinbouw in de volle grond komen vrijwel niet voor op organische bodems.

Landbouwkundig gebruik van histosolen

Bij de berekeningen wordt een vaste landenspecifieke emissiefactor van 4,7 kg N₂O-N per hectare gebruikt. Deze waarde is gebaseerd op een mineralisatie van gemiddeld circa 235 kg N per hectare histosol (Kuikman et al., 2005). Bij een emissiefactor van 0,02 (ontleend aan merendeels Nederlands onderzoek in de eerste helft van de negentiger jaren en vastgelegd in Kroeze, 1994) bedraagt de N₂O-emissie van histosolen 4,7 kg N₂O-N per hectare.

Zuiveringslib

Bij zuiveringslib wordt gerekend met een emissiefactor van 0,01 kg N₂O-N per kg N.

2.3 Relevante activiteitendata

Voor het uitvoeren van de berekening volgens de methode die is beschreven in paragraaf 2.1 zijn de onderstaande gegevens nodig. Daarnaast zijn emissiefactoren nodig die worden besproken in paragraaf 2.2.

Minerale bodems en organische bodems

Bij de N₂O-emissie berekeningen is gekozen om voor de periode 1990 – heden te rekenen met een vaste verdeling van de totale hoeveelheid stikstof in kunstmest en dierlijke mest over de Nederlandse arealen minerale en organische landbouwbodems. Bij kunstmestaanwending wordt 90% toegedeeld aan minerale bodem en 10% aan organische bodem en bij aanwending van dierlijke mest is dit respectievelijk 87% en 13% (Van der Hoek et al., 2007).

Netto hoeveelheid stikstof in aangewende kunstmest

De bruto hoeveelheden stikstof in ammoniumhoudende kunstmest (die geen nitraat bevat) en de totale bruto hoeveelheid stikstof in kunstmest worden jaarlijks door het LEI verzameld (Land- en Tuinbouwcijfers, ook beschikbaar via www.lei.wur.nl). De netto hoeveelheid stikstof in kunstmest die wordt aangewend op de landbouwbodem, wordt berekend door de totale jaarlijkse hoeveelheid stikstof in kunstmest te verminderen met de stikstof in de NH₃-emissie tijdens de aanwending van kunstmest. De NH₃-emissie bij aanwending van kunstmest wordt jaarlijks berekend voor de Emissie Registratie. De berekeningsmethodiek voor de NH₃-emissie uit kunstmest is beschreven in Van der Hoek (2002). De resultaten worden jaarlijks gepubliceerd in het Milieucompendium; beschikbaar via www.planbureauvoordeleefomgeving.nl.



Netto hoeveelheid stikstof in aangewende dierlijke mest

De bruto hoeveelheid stikstof in dierlijke mest in stal en opslag wordt jaarlijks gepubliceerd door het Milieucompendium. De berekeningswijze is beschreven in het protocol Mest (N₂O). De netto hoeveelheid stikstof in dierlijke mest die wordt aangewend op de landbouwbodem wordt berekend door de totale jaarlijkse hoeveelheid stikstof in dierlijke mest te verminderen met:

1. NH₃-emissie tijdens mestopslag in de stal en buitenopslag,
2. hoeveelheid stikstof in afvoer van dierlijke mest naar het buitenland, vermindert met de aanvoer uit het buitenland,
3. NH₃-emissie tijdens aanwending van dierlijke mest op landbouwgrond.

De resterende hoeveelheid stikstof in dierlijke mest wordt aangewend op de Nederlandse landbouwbodem. Alle genoemde meststromen en NH₃-fluxen evenals de aandelen van de verschillende mestaanwendingstechnieken (bovengronds en emissiearm) vormen onderdeel van de jaarlijkse berekeningen in het kader van de Emissie Registratie. De berekeningsmethodiek met betrekking tot de NH₃-emissies uit dierlijke mest is beschreven in Van der Hoek (1994, 2002). De resultaten van onderdeel 2 worden jaarlijks gepubliceerd door CBS/Statline, beschikbaar via www.cbs.nl. De NH₃-emissies van mestopslag in de stal en buitenopslag en aanwending zijn via het Milieucompendium beschikbaar en via de Emissie Registratie.

Netto hoeveelheid stikstof in mest, geproduceerd in de weide

Een deel van de dierlijke mest wordt in de weide geproduceerd. De hoeveelheid stikstof per dier wordt jaarlijks berekend door de Werkgroep Uniformering berekeningswijze Mest- en mineralencijfers (WUM) en is beschikbaar op CBS, via www.cbs.nl. Het aantal dieren is beschikbaar op CBS/Statline, via statline.cbs.nl. De berekeningsmethodiek met betrekking tot de NH₃-emissie uit weidemest is beschreven in Van der Hoek (1994, 2002). De resultaten van de NH₃-emissies als gevolg van beweiding zijn beschikbaar via het Milieucompendium, via www.planbureauvoordeleefomgeving.nl.

De verdeling van stikstof over feces en urine is afhankelijk van het stikstofgehalte in het weidegras en dit is weer afhankelijk van het bemestingsniveau. Voor de periode 1990 tot en met 1999 is uitgegaan van een 30/70 verdeling en voor de periode vanaf 2000 wordt 35/65 gehanteerd (berekeningen op basis van Valk et al., 2002).

Stikstofbinding door gewassen

Conform de IPCC rekenregels worden hier alleen gewassen van de akkerbouw en de tuinbouw in de volle grond in beschouwing genomen. Het betreft de volgende gewassen met tussen haakjes vermeld een vaste landenspecifieke waarde voor de stikstofbinding per hectare (Mineralen Boekhouding, 1993).

- Luzerne (422 kg N per hectare)
- Groene erwten (droog te oogsten) en schokkers, kapucijners en grauwe erwten, bruine bonen, erwten (groen te oogsten) (164 kg N per hectare)
- Veldbonen (325 kg N per hectare)
- Stambonen (groen te oogsten), pronk-/sla-/stokbonen (75 kg N per hectare)
- Tuinbonen (164 kg N per hectare).

De arealen van deze gewassen worden ontleend aan de jaarlijkse Landbouwtelling, ook wel meitelling genoemd. In de landbouwtelling worden alle agrarische bedrijven waargenomen waarvan het hoofdbedrijfsgebouw in Nederland is gelegen en die groter zijn dan of gelijk zijn aan 3 Nederlandse grootte-eenheden (nge). Voor deze statistiek wordt verwezen naar het CBS, Statline, bereikbaar via www.cbs.nl, deze data zijn tevens opgenomen in het Achtergronddocument (Van der Hoek et al., 2007).

Hoeveelheid stikstof in achterblijvende gewasresten

Conform de IPCC rekenregels worden hier alleen gewassen van de akkerbouw en de tuinbouw in de volle grond in beschouwing genomen. Alle gewassen die onder deze beide categorieën in de Landbouwtelling voorkomen, beschikbaar via www.cbs.nl, worden in de N₂O-emissie berekeningen meegenomen. Verder



wordt gerekend met een vaste landenspecifieke waarde in kg N per hectare voor de stikstofinhoud van de bovengrondse gewasresten. Tenslotte wordt er rekening mee gehouden dat soms een deel van de bovengrondse gewasresten van de akker wordt afgevoerd, en dus niet bijdraagt aan de N₂O-emissie. Voor deze afvoer worden landenspecifieke waarden gehanteerd. De landenspecifieke waarden zijn opgenomen in Van der Hoek et al. (2007).

De arealen van deze gewassen worden ontleend aan de jaarlijkse Landbouwtelling, ook wel metelling genoemd. In de landbouwtelling worden alle agrarische bedrijven waargenomen waarvan het hoofdbedrijfsgebouw in Nederland is gelegen en die groter zijn dan of gelijk zijn aan 3 Nederlandse grootte-eenheden (nge).

Landbouwkundig gebruik van histosolen

De N₂O-emissie wordt bepaald door het areaal aan histosolen te vermenigvuldigen met een specifieke Nederlandse emissiefactor. De omvang van het areaal histosolen is voor het basisjaar 1990 geschat op 223.000 hectare. Deze omvang is ook voor de periode 1990 - heden gebruikt in de berekeningen (Kuikman et al., 2005 en Van der Hoek et al., 2007). Dit is in lijn met de keuze voor een vast areaal landbouwgrond voor de berekeningen van de CO₂ emissie/sinks uit landbouwgrond voor diezelfde periode.

Zuiveringsslib

De hoeveelheid op landbouwbodems opgebracht zuiveringsslib wordt berekend door CBS en gepubliceerd op Statline.

3 Werkprocessen

Proces voor raming (t-1)

Voorlopige cijfers voor het jaar (t-1) worden vastgesteld ongeveer medio het jaar (t). Voor de berekening wordt het onderstaande proces gevolgd. De voorlopige data van de werkveldtrekker zijn berekend door extrapolatie van de cijfers van het jaar voorafgaand aan (t-1) [dus (t-2)] op basis van ontwikkelingen in de belangrijkste activiteitendata in het jaar (t-1).

Voor de berekening van N₂O emissie uit landbouwbodem worden hiervoor de gegevens over stikstoftoevoer per mestbron gecorrigeerd o.b.v. gegevens over de wijzigingen in de dieraantallen en in de arealen akker- en tuinbouwgewassen in (t-1) (zie proces voor definitieve vaststelling (t-2)).

INPUT	PROCES	OUTPUT	WIE
Voorlopige data werkveldtrekker (t-1)	Opnemen t-1 gegevens in Emissieregistratiedatabase	ER-db met (t-1) data	Werkveldtrekker overige bkg ER werkgroep landbouw en landgebruik
ER-db met (t-1) data	Controle emissiecijfers: vergelijking met vorige jaren (trend) eventueel aanpassen en documenteren van het geheel	ER-db (t-1) met eventueel aangepaste cijfers	ER werkgroep landbouw en landgebruik

Proces voor definitieve vaststelling (t-2)

De definitieve emissiecijfers voor het jaar (t-2) (zoals beschreven in dit protocol) worden in maart van het jaar (t) vastgesteld. De berekening gebeurt volgens het onderstaande proces.

**INPUT**

Bruto omvang stikstoftoevoer per mestbron:

- kunstmest-N (via LEI/CBS) met N verdeling kunstmestsoorten en N-verdeling minerale en organische bodems (Van der Hoek et al., 2007)
- N in dierlijke mest in stal en opslag (berekening: protocol N₂O mest; publicatie Milieucompendium)
- N in dierlijke mest tbv export (via CBS Statline)
- N verdeling minerale en organische bodems (Van der Hoek et al., 2007) en aandeel emissie arme mestaanwending (Van der Hoek, 2002)

- N in weidemest (via WUM/ CBS) met verdeling N over feces en urine uit weidemest (Valk et al., 2002) (A)

Omvang NH₃-N per mestbron (cijfers van LEI o.b.v. Van der Hoek, 2002; publicatie in Milieucompendium; 8% van weide N) (B)

Arealen akker- en tuinbouwgewassen per gewas (CBS Statline) (D)

Percentage afvoer gewasresten (Van der Hoek et al, 2007) (E)

Areaal vlinderbloemigen akker- en tuinbouw (CBS Statline) (G)

Stikstofbinding per hectare
Per stikstofbindend gewas (Mineralen Boekhouding, 1993) (H)

PROCES

Berekening netto omvang stikstoftoevoer per mestbron:

(A) - (B)

$(D) * ((100-(E))/100)$

$(G) \times (H)$

OUTPUT

Netto omvang stikstoftoevoer per mestbron in Excel spreadsheet

(C)

Netto omvang stikstoftoevoer gewasresten in Excel spreadsheet

(F)

Netto omvang stikstoftoevoer vlinderbloemigen in Excel spreadsheet

(I)

WIE

Werkveldtrekker overige bkg ER werkgroep landbouw en landgebruik

Werkveldtrekker overige bkg ER werkgroep landbouw en landgebruik

Werkveldtrekker overige bkg ER werkgroep landbouw en landgebruik

**INPUT**

Areaal histosolen
(Kuikman et al., 2005)
(J)

Omvang stikstofvorming (tgv mineralisatie) per hectare
(Kuikman et al., 2005)
(K)

N₂O-emissiefactoren
-per stikstofbron
-per bodemtype
(Kroeze, 1994 en Van der Hoek et al., 2007)
(M)

N₂O-emissie

(N)

Definitieve data
werkveldtrekker (t-2)

(O)

ER-db met (t-2) data

(P)

PROCES

(J) x (K)

Berekening N₂O emissie
(C+F+I+L) x (M)

Eerste validatie
emissiecijfers via
trendanalyse en expert
judgement

Opnemen t-2 gegevens in
Emissieregistratie-database

Controle en trendanalyse
lucht-emissies: afwijkingen
verklaren of cijfers
aanpassen

OUTPUT

Stikstoftoevoer uit
histosolen in Excel
spreadsheet

(L)

N₂O emissie per:
-stikstofbron
-bodemtype
in Excel
spreadsheet

(N)

Gevalideerde
emissie-cijfers in
Excel spreadsheet
(=Definitieve data
werkveldtrekker (t-
2))
(O)

ER-db met (t-2)
data

(P)

Definitief
vastgestelde
emissiecijfers t-2

(Q)

WIE

Werkveldtrekker
overige bkg ER
werkgroep
landbouw en
landgebruik

Werkveldtrekker
overige bkg ER
werkgroep
landbouw en
landgebruik

Werkveldtrekker
overige bkg ER
werkgroep
landbouw en
landgebruik

Werkveldtrekker
overige bkg ER
werkgroep
landbouw en
landgebruik

Taakgroepen en
PBL-
deskundigen

4 Onzekerheid en kwaliteit

4.1 Onzekerheidsinschatting

Jaarlijks wordt voor het indienen van de NIR door de ER een Tier 1 onzekerheidsanalyse uitgevoerd op de broeikasgasinventarisatie volgens de IPCC richtlijnen. De gebruikte aannames en resultaten worden beschreven in een achtergrondrapport bij het National Inventory Report (NIR). In aanvulling hierop worden,



voor zover opgenomen in het QA/QC programma voor de betreffende periode, regelmatig in specifieke situaties extra analyses uitgevoerd, waaronder eventuele actualisering van Tier 2 onzekerhedenanalyses. In 2006 is de Tier 2 onzekerheidsanalyse geactualiseerd. Deze analyse toonde aan dat de Tier 1 onzekerheidsanalyse voldoende betrouwbaar is en dat de Tier 2 onzekerheidsanalyse slechts met een tussenpoos van ongeveer 5 jaar hoeft te worden uitgevoerd, tenzij een grote verandering bij een belangrijke bron aanleiding geeft tot een eerdere actualisatie.

Bronspecifieke onzekerheid

De onzekerheidsschatting_{totaal} betreft de wortel van de optelsom van onzekerheid in de gebruikte databronnen (AD_{onz}) in het kwadraat en de onzekerheid van de emissiefactor (EF_{onz}) in het kwadraat. De grootte van de totale onzekerheid wordt hierbij voornamelijk bepaald door de grootste AD- of EF-onzekerheid.

$$\text{Onzekerheidsschatting}_{\text{totaal}} = \sqrt{EF_{onz.}^2 + AD_{onz.}^2}$$

De onzekerheidsschattingen ten aanzien van de gebruikte databronnen (AD) en emissiefactoren (EF) en totale onzekerheidsschatting is terug te vinden in onderstaande tabel.

IPCC	Categorie	Gas	AD _{onz.}	EF _{onz.}	Onzekerheid schatting _{totaal}
4D1	Directe N ₂ O-emissies uit landbouwbodems	N ₂ O	10	60	61
4D2	Beweidings emissies	N ₂ O	10	100	100

4.2 Kwaliteitsbewaking en –borging (QA/QC)

De werkveldtrekkers van de ER checken:

1. of basisdata goed zijn gedocumenteerd en overgenomen (check op typfouten, gebruik van juiste eenheden en goede omrekening);
2. of de berekeningen juist zijn uitgevoerd;
3. of aannames consistent zijn, alsmede of specifieke parameters (zoals activiteiten data) consistent zijn gebruikt;
4. of complete en consistente datasets zijn aangeleverd.

Eventuele hieruit voortvloeiende acties worden bijgehouden op een ‘actielijst’. Alvorens de dataset wordt vastgesteld, wordt gecheckt of de relevante acties op deze lijst en de QC checks zijn afgehandeld. Vaststelling hiervan vindt plaats in de Werkgroep Emissie Monitoring (WEM), dan wel schriftelijk door een e-mail van de instituutvertegenwoordigers aan de projectleider ER bij PBL.

Bij het toevoegen van nieuwe data wordt door de werkveldtrekker een documentatiesheet ingevuld. Om efficiencyredenen geldt een ondergrens voor verplichte documentatie van wijzigingen van 5% op doelgroepniveau en 0,5% op niveau van het nationale totaal. Deze documentatiesheets vormen een onderdeel van de trendanalyse en van de uiteindelijke vaststelling van de dataset.

De werkveldtrekkers van de ER communiceren per e-mail over deze QC-checks, resultaten en acties. Zij sturen daarvan een afschrift aan de secretaris van de ER, die een logboek bijhoudt en deze e-mails bundelt in een “actielijst”. Daarmee wordt expliciet gemaakt dat de benodigde checks en correcties zijn uitgevoerd.



4.3 Verificatie

Om de kwaliteit van de emissiecijfers voor de bronnen in dit protocol te checken worden algemene QA/QC-procedures gevolgd in lijn met de IPCC guidelines. Deze zijn nader beschreven in het QAQC programma voor het National System en de jaarlijkse werkplannen van de Emissieregistratie.

- Sectorspecifieke QC

Voor de bronnen in dit protocol worden daarnaast geen aanvullende specifieke verificatieprocedures uitgevoerd.

4.4 Verbeterpunten t.a.v. de huidige berekenings-methodiek

4.4.1 Historie

Begin van de negentiger jaren zijn op basis van labschaal experimenten landspecifieke emissiefactoren voor N₂O-emissie afgeleid (Kroeze, 1994) voor de onderscheiden bronnen. Dit is later samengevat in een methodiekbeschrijving (Spakman et al., 1997). Begin 2005 is een tweetal bronnen toegevoegd: gewasresten en landbouwkundig gebruik van histosolen. Een andere bron (achtergrondemissie landbouwbodem) is daarbij verwijderd. Bij aanwending van kunstmest is een aparte categorie voor ammoniumhoudende stikstofkunstmest onderscheiden, omdat hier een factor 2 lagere emissiefactor van toepassing is (Velthof et al., 1997).

Tevens is er nu sprake van een consistente tijdreeks. Hiertoe is voor 1990 en 1991 een bijtelling gedaan m.b.t. pelsdieren en bij rundvee zijn voor 1990 t/m 1994 de vleeskalveren uitgesplitst in rose vleeskalveren en witvlees vleeskalveren (net als voor de navolgende jaren).

Ook is nu de tijdreeks volledig omdat paarden en pony's zijn inbegrepen.

Een andere wijziging betreft de gebruikte activiteitendata voor de aanwending van dierlijke mest en de productie van weidemest. Dit is het gevolg van een wijziging in de gebruikte activiteitendata voor de N₂O emissies als gevolg van mestopslag (zie protocol 4B N₂O mestmanagement). Vanaf 2005 vormen de WUM-cijfers de basis voor de stikstofexcreties per mestmanagementsysteem (zie ook paragraaf 2.3), terwijl voorheen activiteitendata hiervoor werden ontleend aan de activiteitendata uit de NH₃-berekeningen. De hierdoor gewijzigde stalexcretie heeft geleid tot een wijziging in de verdeling van de op landbouwbodem aangewende hoeveelheid mest en de hoeveelheid weidemest. Bovendien worden vanaf 2005 de gegevens over export van mest ontleend aan de CBS statistieken, terwijl voorheen activiteitendata hiervoor werden ontleend aan de activiteitendata uit de NH₃-berekeningen. Dit heeft ook een wijziging in de totale hoeveelheid aangewende mest tot gevolg gehad.

Verder is bij beweiding de verdeling van stikstof over feces en urine aangepast en bij stikstofbinding zijn de activiteitendata conform IPCC Guidelines aangepast (Van der Hoek et al., 2007).

Medio 2005 is nagegaan in hoeverre onderzoeksresultaten die zijn verschenen na publicatie van Kroeze (2004) aanleiding vormden tot aanpassing en/of verder verfijning van emissiefactoren. Deze onderzoeksresultaten vormden over het algemeen geen aanleiding om de emissiefactoren te wijzigen. Enige uitzondering was de emissiefactor voor aanwending van kunstmest: hier wordt voor een aparte categorie kunstmeststoffen (ammoniumhoudende kunstmest die geen nitraat bevat) een 50% lagere emissiefactor gehanteerd dan tot dan toe gebruikt werd voor de aanwending van kunstmest.



Tenslotte: in deze periode zijn wel twee extra bronnen toegevoegd: gebruik van paardenmest en gebruik van zuiveringslib in de landbouw.

In 2009 zijn de N-excreties voor alle diercategorieën herberekend. Er werd met de vorige methode geen rekening gehouden met voerverliezen, tevens werd de voeropname van melkkoeien onderschat. De N-excreties worden berekend op basis van de voeropname.

In 2009 zijn de paarden en pony's herberekend vanaf 1990. Vóór 2009 werden N-excretie factoren gebruikt die geen onderscheid maakten tussen paarden en pony's (Van der Hoek et al, 2006). Vanaf de NIR 2009 worden voor paarden en pony's N-excretie factoren berekend volgens de methode waarop ook alle andere diercategorieën worden berekend. De N-excretiefactoren zijn beschikbaar vanaf 2006. Voor alle jaren voor 2006 worden de N-excretie factoren van 2006 gebruikt.

4.4.2 Toekomst

Voorlopige resultaten van onderzoek uitgevoerd medio 2005 vormden onvoldoende basis om de emissiefactoren voor boven- en ondergronds aanwenden te herzien en om emissiefactoren verder te verfijnen naar bodemtype en/of landgebruik. Vergelijkend veldonderzoek voor het afleiden van N₂O-emissiefactoren voor boven- en ondergrondse mestaanwending (eventueel als correctiefactor) is wenselijk, waarbij ook de invloed van bodemtype en landgebruik meegenomen kan worden.

Voor beweiding van landbouwhuisdieren wordt nu alleen onderscheid gemaakt tussen emissiefactoren voor feces en urine, waarbij urine een factor 2 hogere emissiefactor heeft dan feces. Er is geen onderscheid tussen minerale en organische bodems daarbij. Er dient te worden nagegaan in hoeverre dit terecht is gezien eerste resultaten van onderzoek naar meetgegevens in Nederland.

Op dit moment wordt bij de berekening van de netto hoeveelheid stikstof in de aangewende dierlijke mest alleen rekening gehouden met gasvormige stikstofverliezen in de vorm van NH₃-N uit stal en opslag. Overige gasvormige verliezen zijn daarin niet meegenomen. Er dient te worden nagegaan in hoeverre het wenselijk is dit te herzien.

Dit laatste kan gebeuren in samenhang met de te gebruiken activiteitendata bij mestaanwending: de toevoer van N naar bodem. In de huidige berekeningsmethodiek gebeurt dat in lijn met de IPCC Guidelines door de (netto) N in mest die wordt aangewend op landbouwbodem te verminderen met het NH₃-N verlies tijdens die aanwending. De nieuwe IPCC Guidelines geven aan dat dit niet meer dient te gebeuren, althans voor de default methode. Reden is dat de nieuwe (lagere) default N₂O-emissiefactoren ook gebaseerd zijn op de hoeveelheid N in de mest die wordt aangewend.

Wanneer in de toekomst dierlijke mest afgevoerd wordt naar een bedrijfseigen of een centrale faciliteit voor mestvergisting of mestverwerking, betekent dit een vermindering van de hoeveelheid dierlijke mest die rechtstreeks naar de landbouwbodem gaat. Als informatie beschikbaar is over de bijbehorende omvang, kan dit verdisconteerd worden in de rekenregels die beschreven zijn in paragraaf 2.3. Wanneer in de toekomst echter dierlijke mest na vergisting of verwerking op de Nederlandse landbouwbodem wordt aangewend, moet dit als stikstof aanvoerbron naar de bodem worden meegenomen. Informatie over omvang van deze nieuwe subcategorie en de bijbehorende emissiefactor zijn nodig voor een adequate berekening.



5 Overige aspecten

5.1 Puntbroncriteria

N.v.t.

5.2 Stofprofielen

N.v.t.

5.3 Regionalisering

N.v.t.

5.4 Tijdgebonden variaties in de bronsterkte

N.v.t.

6 Referenties en aanvullende informatie

6.1 Referenties

Brandes L.J., P.G. Ruysenaars, H.H.J. Vreuls, P.W.H.G. Coenen, K. Baas, G. van den Berghe, G.J. van den Born, B. Guis, A. Hoen, R. te Molder, D.S. Nijdam, J.G.J. Olivier, C.J. Peek, M.W. van Schijndel, Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2005, National Inventory Report 2007, MNP report 500080006 / 2007 Bilthoven, the Netherlands.

CBS, www.cbs.nl - Statline, Landbouwtellingen. CBS, Voorburg / Heerlen.

IPCC, 1997: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Emission Inventories, Three volumes: Reference Manual, Reporting Guidelines and Workbook. IPCC/OECD/IEA. IPCC WG1 Technical Support Unit, Hadley Centre, Meteorological Office, Bracknell, UK.

IPCC, 2001: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC-TSU NGGIP, Japan.

Kroeze, C., 1994. Nitrous oxide. Emission inventory and options for control in the Netherlands. RIVM report 773001004. Bilthoven, the Netherlands.

Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker, F. de Vries, 2005. Lachgasemissie uit organische landbouwbodems. Alterra rapport 1035-2, Alterra, Wageningen.

Kuikman, P.J., K.W. van der Hoek, A. Smit, K. Zwart, 2006. Update of emission factors for direct emissions of nitrous oxide from agricultural soils on the basis of measurements in the Netherlands. Alterra rapport 1217. Alterra, Wageningen.

LEI, Land- en Tuinbouwcijfers, ook beschikbaar via www.lei.wur.nl, jaarlijks.



Mineralen Boekhouding, 1993. Kiezen uit gehalten. Forfaitaire gehalten voor de Mineralen Boekhouding.

Olivier J.G.J., L.J. Brandes and R.A.B. te Molder, 2009 (in print) Uncertainty in the Netherlands' greenhouse gas emissions inventory: Estimate of annual and trend uncertainty for Dutch sources of greenhouse gas emissions using the IPCC Tier 1 approach, PBL-Report 500080013, Bilthoven

PBL, Milieucompodium: www.planbureauvoordeleefomgeving.nl, jaarlijks.

Spakman, J., M.M.J. van Loon, R.J.K. van der Auweraert, D.J. Gielen, J.G.J. Olivier, E.A. Zonneveld, 1997. Methode voor de berekening van broeikasgasemissies. Publicatiereeks Emissieregistratie 37. Ministerie van VROM, Den Haag.

Valk, H., A.M. van Vuuren, A.C. Beynen, 2002. Effect of grassland fertilizer on urinary and fecal concentrations of nitrogen and phosphorus in grass-fed dairy cows. In: H. Valk, 2002. Nitrogen and phosphorus supply of dairy cows. Dissertatie RU Utrecht.

Van der Hoek, K.W., 1994. Berekeningsmethodiek ammoniakemissie in Nederland voor de jaren 1990, 1991 en 1992. RIVM rapport 773004003. Bilthoven.

Van der Hoek, K.W., 2002. Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1999 tot en met 2001 zoals gebruikt in de Milieubalans 2001 en 2002, inclusief dataset landbouwemissies 1980-2001. RIVM rapport 773004013. Bilthoven.

Van der Hoek, K.W., M.W. van Schijndel and P.J. Kuikman, 2007. Direct and indirect nitrous oxide emissions from agricultural soils, 1990-2003, Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report; RIVM report 680125003/2007; MNP report 500080003/2007, Bilthoven, the Netherlands.

Van der Hoek, K.W., and M.W. van Schijndel, 2006. Methane and nitrous oxide emissions from animal manure management, 1990 - 2003. Background document on the calculation method for the Dutch National Inventory Report. RIVM report 680125002, MNP report 500080002. Bilthoven.

Velthof, G.L., O. Oenema, R. Postma and M.L. van Beusichem, 1997. Effects of type and amount of applied nitrogen fertilizer on nitrous fluxes from intensively managed grassland. Nutrient Cycling in Agroecosystems 46, 257-267.

Velthof, G.L. en P.J. Kuikman, 2000. Beperking van lachgasemissie uit gewasresten. Een systeemanalyse. Alterra rapport 114.3. Alterra, Wageningen.

6.2 Aanvullende documenten

n.v.t