

# **METHAANPRODUCTIE ALS GEVOLG VAN PENSFERMENTATIE BIJ RUNDVEE BEREKEND MIDDELS DE IPCC-GPG TIER 2 METHODE**

## **EINDRAPPORT**

Verricht door:  
Feed Innovation Services (FIS)



Aarle-Rixtel

Rapportnummer FIS: FS 04 12

Auteurs:  
W. Smink  
W.F. Pellikaan  
L.J. van der Kolk  
K.W. van der Hoek (RIVM)



Oktober 2004

In opdracht van:  
SenterNovem, Utrecht

ROB programma SenterNovem  
Projectnummer: 0377-04-03-02-002 (4700007482)

---

**METHAANPRODUCTIE ALS GEVOLG VAN  
PENSFERMENTATIE BIJ RUNDVEE BEREKEND MIDDELS DE  
IPCC-GPG TIER 2 METHODE**

Projectnummer SenterNovem: 0377-04-03-02-002 (4700007482)

Verricht door:

Feed Innovation Services (FIS)

Postbus 85

5735 ZH Aarle-Rixtel

Tel: 0492 388855

[www.fisbv.nl](http://www.fisbv.nl)

Auteurs:

W. Smink ([smink@fisbv.nl](mailto:smink@fisbv.nl))

W.F. Pellikaan

L.J. van der Kolk

K.W. van der Hoek (RIVM)

Oktober 2004

In opdracht van:

SenterNovem, Utrecht

Rapportnummer FIS: FS 04 12

Rapportnummer RIVM: 680.125.001

Eveneens beschikbaar in Engelse vertaling

Report number FIS: FS 04 12 E

Report number RIVM: 680.125.005

## SAMENVATTING

Nederland dient te voldoen aan de IPCC-GPG Tier 2 methode voor wat betreft de berekening van de methaanproductie als gevolg van pensfermentatie (inclusief darm) door rundvee. Op dit moment worden nog voorlopers van deze methode gebruikt. Het doel van deze studie is om een doorrekening van de methaanproductie te maken over de periode 1990 tot heden voor alle categorieën rundvee in Nederland.

De IPCC-GPG Tier 2 methode is opgebouwd uit een behoefte aan netto energie die het dier nodig heeft voor onderhoud, activiteit, groei, dracht en lactatie. Vanuit de netto benodigde energie wordt de bruto energie opname en methaanproductie berekend.

De benodigde activiteitendata voor deze berekeningen bestaan uit het aantal dieren per categorie, de gewichten, de groei, melkproductie en melksamenstelling, de rantsoencomponenten en de verteerbaarheid van de rantsoencomponenten.

De totale methaanemissie als gevolg van pensfermentatie door rundvee in 2002 wordt berekend op  $\pm 260.000$  ton. De emissie is in de periode 1990-2002 afgenomen met 16%. Van de totale emissie nemen de melkkoeien 61% voor hun rekening in 1990 en 64% in 2002. De methaanproductie per melkkoe per jaar is toegenomen van 102 naar 113 kg. De hogere emissiefactor (methaan/dier/jaar) voor melkkoeien in 2002 is met name een gevolg van een hogere melkproductie. De methaanproductie per dier voor jongvee, stieren voor de fokkerij, mestvee en zoogkoeien is niet sterk gewijzigd in de periode 1990-2002.

Voor de monitoring van de methaanemissie wordt voorgesteld om een jaarlijkse methaanemissiefactor te berekenen voor melkkoeien. Voor de overige diercategorieën wordt voorgesteld om het eens per 5 jaar te herzien.

## INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
INLEIDING	5
1 ACTIVITEITENDATA	6
1.1 Aantallen dieren	6
1.2 Gewichten	7
1.3 Melkproductiekenmerken en rassen	8
1.4 Voeropname	9
2 RESULTATEN METHAANPRODUCTIE	12
3 GEHANTEERDE BASISWAARDEN EN DISCUSSIE RESULTATEN	15
3.1 Berekening van de methaanemissie met de IPCC-GPG Tier 2 methodiek	15
3.1.1 Netto energie voor onderhoud	15
3.1.2 Netto energie voor activiteit	16
3.1.3 Netto energie voor groei	17
3.1.4 Gemobiliseerde netto energie	18
3.1.5 Netto energie voor lactatie	18
3.1.6 Netto energie voor dracht	18
3.1.7 Verhouding met verteerbare energie	18
3.1.8 Bruto energie	20
3.1.9 Emissiefactor	21
3.2 Discussie resultaten	21
3.2.1 Trends 1990 - 2002	21
3.2.2 Verschillen tussen regio's en invloed van voeding	22
3.2.3 Inschattingen van de methaanproductie per dier	23
4 CONCLUSIES	24
5 TOEKOMSTIG PROTOCOL PENSFERMENTATIE RUNDVEE	25
REFERENTIES	26
Bijlage 1	Inventarisatie van veevoedergrondstoffen in een aantal landen met hoogproductief melkvee
Bijlage 2	Verteerbare energie van graslandproducten als functie van het eiwitgehalte en overige kwaliteitskenmerken
Bijlage 3	Overzicht IPCC berekening pensfermentatie in andere landen met hoogproductief melkvee
Bijlage 4	Resultaten met uitsplitsing per regio
Bijlage 5	Melkproductie en rantsoenengetallen van melkvee van alle jaren in de periode 1990-2002
Bijlage 6	Methaanemissie van alle jaren in de periode 1990-2002

## INLEIDING

Nederland dient te voldoen aan de IPCC-GPG Tier 2 methode voor wat betreft de berekening van de methaanproductie door pensfermentatie (inclusief darm) van rundvee. Op dit moment worden de gegevens gebruikt die berekend zijn door Van Amstel et al. (1993). Zij hanteerden hiervoor de formules van IPCC-OECD, vanuit een workshop in 1991. Deze formules worden wel de voorlopers van de huidige IPCC-GPG Tier 2 methode genoemd.

Het doel van deze studie is om een doorrekening van de methaanproductie te maken over de periode 1990 tot heden middels de IPCC-GPG Tier 2 methode.

Voor het bereiken van een doorrekening dienen activiteitendata aangelegd te worden. Voor de basisgegevens wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de gegevens die gehanteerd worden door de Werkgroep Uniformering Mest- en Mineralencijfers (WUM). De basisgegevens, maar ook de aanvullende gegevens die nodig zijn voor de berekening van de methaanemissie via IPCC-GPG, zijn – soms opnieuw - kritisch bekeken en gemotiveerd. De verteerbaarheid van voedermiddelen speelt een belangrijke rol in de berekening van de IPCC-GPG Tier 2 methode. Aan dit aspect is, deels in samenhang met de veranderende samenstelling van graslandproducten in de afgelopen 10 jaar, nadrukkelijk aandacht besteed. Daarnaast is gekeken hoe in andere landen met hoogproductief melkvee de methaanemissie wordt berekend.

Het rapport is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 1 worden activiteitendata beschreven (zoals aantal en categorieën rundvee, gewichten, voeropname, melkproductie).

In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de doorrekening middels de IPCC-GPG methode weergegeven. In hoofdstuk 3 wordt uitvoerig ingegaan op de gekozen waarden bij de formules van IPCC-GPG, alsmede een discussie van de uitkomsten.

In hoofdstuk 4 zijn de belangrijkste conclusies aangegeven. Tenslotte wordt in hoofdstuk 5 ingegaan op de berekening van de methaanemissie in de nabije toekomst.

In het rapport worden de resultaten beschreven over de jaren 1990, 1995, 2000-2002. In Bijlage 5 en 6 zijn de activiteitendata en de berekende methaanemissie van alle jaren in de periode 1990-2002 weergegeven.

## 1 ACTIVITEITENDATA

In dit hoofdstuk worden de activiteitendata die van belang zijn voor de berekening van de methaanproductie weergegeven. Voor zover mogelijk wordt een onderscheid gemaakt in regio's. Voor de indeling in relevante regio's in Nederland en diercategorieën is uitgegaan van de indeling die de WUM hanteert. De WUM hanteert twee regio's, te weten Oost en Zuid Nederland (hoog aandeel snijmaïs in het rantsoen) en Noord en West Nederland (laag aandeel snijmaïs in het rantsoen). Onder Noord West vallen de provincies: Groningen, Friesland, Drenthe, Utrecht, Zeeland, Noord- en Zuid-Holland. Oost Zuid Nederland bestaat uit de provincies Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant, Limburg en Flevoland.

### 1.1 Aantallen dieren

In het jaar 2001 is een zogenaamde mkz correctie toegepast. Als gevolg van de ruiming en leegstand was het aantal bij de landbouwtelling getelde dieren niet representatief voor het gemiddelde aantal dieren in dat jaar. Om toch een gemiddeld aantal dieren te krijgen heeft een correctie plaatsgevonden op de landbouwtelling. In de volgende tabellen staan de hoeveelheden dieren weergegeven per regio.

Tabel 1.1 Aantal dieren in de regio Oost en Zuid Nederland (bron: Landbouwtellingen)

	1990	1995	2000	2001 incl mkz-corr	2002
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	447.536	405.691	312.911	303.889	286.246
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	29.841	26.149	24.319	49.933	26.484
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar – afkalven	520.836	468.876	392.244	368.169	354.551
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	17.989	18.512	16.659	15.768	18.052
Melk- en kalkkoeien	1.028.014	935.629	796.440	803.239	767.412
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	4.658	4.560	5.828	6.198	7.466
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, voor de rosé vleesproductie		74.332	122.344	125.647	126.046
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie*	508.622	497.598	535.931	462.272	472.960
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	35.167	37.604	27.262	28.320	24.807
Mannelijk jongvee (incl ossen) jonger dan 1jr	218.180	151.344	64.412	57.141	45.029
Vrouwelijk jongvee, ouder dan 1 jaar	61.649	70.965	41.112	40.769	38.174
Mannelijk jongvee (incl ossen) ouder dan 1jr	155.266	144.478	75.316	74.162	59.288
Mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	36.716	31.454	41.166	65.236	32.290
Zoogkoeien	37.734	59.384	61.425	36.652	60.377
<b>Totaal rundvee</b>	<b>3.102.208</b>	<b>2.926.576</b>	<b>2.517.369</b>	<b>2.437.395</b>	<b>2.319.182</b>

\*: Voor 1990 is geen uitsplitsing gemaakt voor witvlees- en rosékalveren. De Landbouwtelling geeft vanaf 1995 de aantallen rosé-vleeskalveren. In de tweede helft van de 80-jaren is de rosé-vleeskalverhouderij begonnen. In 1995 bedroeg het aandeel rosé- vleeskalveren 12,8% van het totaal aantal vleeskalveren. Aangenomen is dat in de periode 1987-1995 het aandeel rosé-vleeskalveren jaarlijks met 1,6% toenam. Voor 1990 is derhalve gerekend met een aandeel van 4,8%

Tabel 1.2 Aantal dieren in de regio Noord en West Nederland (bron: Landbouwtellingen)

	1990	1995	2000	2001 incl mkz-corr	2002
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	305.122	290.372	249.652	248.706	242.881
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	23.388	18.014	13.121	38.068	18.208
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar – afkalven	358.890	338.982	306.489	297.828	293.946
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	16.646	14.606	9.669	11.051	13.491
Melk- en kalfkoeien	849.670	772.246	707.657	735.941	718.119
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	4.104	4.114	4.582	4.784	6.666
<b>Rundvee voor de mestrij</b>					
Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	92.963	11.471	23.484	25.303	25.987
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie*		85.918	100.976	94.508	88.340
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	17.854	19.614	14.038	14.591	14.080
Mannelijk jongvee (incl ossen) jonger dan 1jr	37.195	36.849	19.035	19.720	17.959
Vrouwelijk jongvee, ouder dan 1 jaar	37.840	44.053	20.612	20.278	20.391
Mannelijk jongvee (incl ossen) ouder dan 1jr	35.064	36.037	22.750	20.740	20.839
Mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	26.824	23.589	26.400	35.950	23.298
Zoogkoeien	18.255	31.754	34.406	22.964	35.007
<b>Totaal rundvee</b>	<b>1.823.815</b>	<b>1.727.619</b>	<b>1.552.871</b>	<b>1.590.432</b>	<b>1.539.212</b>

\*: zie opmerkingen van Tabel 1.1

## 1.2 Gewichten

Ten aanzien van de gewichten van de verschillende diercategorieën is aangesloten bij de gewichten die de Werkgroep Uniformering Mestcijfers gebruikt voor de berekening van excretiefactoren van mineralen. De gebruikte gewichtstrajecten per diercategorie worden weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 1.3 Gewichten (in kg) per diercategorie

	1990-1993		1995		1999-2002	
	Begin- gewicht	Eind- gewicht	Begin- gewicht	Eind- gewicht	Begin- gewicht	Eind- gewicht
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>						
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	43	310	43	310	43	320
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	43	310	43	310	43	400
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	310	520	310	520	320	530
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	400	680	400	680	400	680
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	310	520	310	520	320	530
Melk- en kalfkoeien	520	600	520	600	530	600
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	680	1100	680	1100	680	1100
<b>Rundvee voor de mesterij</b>						
Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	43	310	43	310	43	336
Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	43	230	43	230	43	245
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	43	310	43	310	43	320
Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	55	461	55	450	50	465
Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	310	520	310	520	320	530
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	461	609	450	637	465	640
Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	310	520	310	520	320	530
Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	461	609	450	637	465	640
Mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	520	650	520	650	530	650
Zoogkoeien	520	650	520	650	530	650

### 1.3 Melkproductiekenmerken en rassen

Er zijn geen gemiddelde melkproductiecijfers beschikbaar per afzonderlijke regio. De landelijke gemiddelde waarden staan weergegeven in Tabel 1.4. De melkproductie per dag is berekend door de totale melkproductie (bron: Productschap Zuivel) te delen door het aantal melk- en kalfkoeien, en deze vervolgens te delen door 365 dagen. De in de Tabel 1.4 weergegeven resultaten worden gebruikt in de berekening van methaan in hoofdstuk 2.

Tabel 1.4 Melkproductie per koe en gehalten aan vet en eiwit (Centraal Bureau voor de Statistiek; CBS)

	Melkproductie per koe (kg / jaar)	Melkproductie per dag (berekend)	Vetgehalte (%)	Eiwitgehalte (%)
1990	6050	16,58	4,38	3,41
1995	6580	18,03	4,40	3,48
2000	7416	20,32	4,38	3,47
2001 *)	7336	20,10	4,44	3,46
2001	7127	19,53	4,44	3,46
2002	7187	19,69	4,43	3,46

\*) Aantal melk- en kalfkoeien gecorrigeerd voor mkz (gebruikt voor verdere berekeningen)

Om enig inzicht te krijgen tussen rasverschillen zijn de melkproductiegegevens van het NRS weergegeven in de Tabellen 1.5 - 1.7. Hierbij is een onderscheid gemaakt naar melkras zwartbont (Tabel 1.6) en melkras roodbont (Tabel 1.7). Met de informatie uit de Tabellen 1.5 – 1.7 is verder geen rekening gehouden.



Tabel 1.5 Melkproductie per koe en gehalten aan vet en eiwit van de stamboekkoeien  
(NRS gegevens, Jaarkarakteristieken 2002 CR Delta)

	Melkproductie per koe (kg / jaar*)	Tussenkalftijd (dagen)	Melkproductie per dag (berekend vanuit tussenkalftijd)	Aantal dieren	Vetgehalte (%)	Eiwit (%)
1990	6897	-	-	1.071.159	4,38	3,45
1995	7304	391	18,68	1.018.248	4,44	3,48
2000	7999	400	20,00	1.002.539	4,33	3,45
2001	8092	402	20,13	962.745	4,38	3,45
2002	8070	405	19,93	995.527	4,39	3,46

\*: jaar = tussenkalftijd, de lacterende en droogstaande periode tussen afkalven.

Tabel 1.6 Melkproductie per koe en gehalten aan vet en eiwit van het zwartbont melkras.  
(NRS gegevens, Jaarkarakteristieken 2002 CR Delta)

	Melkproductie per koe (kg / jaar*)	Tussenkalftijd (dagen)	Melkproductie per dag (berekend vanuit tussenkalftijd)	Aantal dieren	Vetgehalte (%)	Eiwit (%)
1990	7122	-	-	739.220	4,42	3,43
1995	7584	394	19,25	708.218	4,44	3,46
2000	8222	404	20,35	761.035	4,30	3,43
2001	8311	405	20,52	740.115	4,35	3,43
2002	8270	408	20,27	778.664	4,34	3,42

\*: jaar = tussenkalftijd, de lacterende en droogstaande periode tussen afkalven.

Tabel 1.7 Melkproductie per koe en gehalten aan vet en eiwit van het roodbont melkras.  
(NRS gegevens, Jaarkarakteristieken 2002 CR Delta)

	Melkproductie per koe (kg / jaar*)	Tussenkalftijd (dagen)	Melkproductie per dag (berekend vanuit tussenkalftijd)	Aantal dieren	Vetgehalte (%)	Eiwit (%)
1990	6359	-	-	303.691	4,27	3,50
1995	6661	384	17,35	269.974	4,40	3,55
2000	7277	389	18,71	234.732	4,45	3,53
2001	7325	390	18,78	216.518	4,52	3,54
2002	7242	392	18,47	210.730	4,54	3,52

\*: jaar = tussenkalftijd, de lacterende en droogstaande periode tussen afkalven.

Het aandeel zwartbont melkras is toegenomen in de periode 1990-2002. Het zwartbonte melkras bestaat voor 80% uit HF dieren en voor 20% uit een HF/FH kruising. Van de roodbonte dieren is tweederde een MRIJ/HF kruising, een kwart HF roodbont en minder dan 10% MRIJ.

#### 1.4 Voeropname

In de volgende tabel (1.8) wordt de voeropname weergegeven van de verschillende diercategorieën. De voeropname gegevens zijn evenals de diergewichten afkomstig van de WUM. In Tabel 1.9 zijn de basisgegevens weergegeven voor de jaren 1990, 1995 en 2002.

Tabel 1.8 Voeropname van de verschillende diercategorieën in 1990, 1995 en 2002 (WUM gegevens)

		Voeropname (kg ds /dag)		
		1990	1995	2002
<b>Oost en Zuid Nederland</b>				
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>				
201	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,4	4,1
203	Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,4	5,0
205	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	7,7	7,8	7,2
207	Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	8,6	9,2	8,7
209	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	7,7	7,8	7,2
211	Melk- en kalfkoeien	14,9	15,5	16,7
213	Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	8,6	9,2	8,7
<b>Rundvee voor de mesterij</b>				
216	Vleeskalveren, voor de rosévliesproductie		4,6	4,7
214	Vleeskalveren, voor de witvliesproductie	1,7	1,8	2,0
217	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,4	4,1
219	Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	4,6	4,9	5,1
221	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	7,7	7,8	7,2
223	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	9,5	9,3	8,9
225	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	7,7	7,8	7,2
227	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	9,5	9,3	8,9
228/229	Zoogkoeien (incl mest- en weidekoeien 2 jaar en ouder)	9,2	9,2	9,4
<b>Noord en West Nederland</b>				
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>				
201	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,5	4,1
203	Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,5	5,0
205	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	7,7	7,9	7,3
207	Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	8,6	9,2	8,7
209	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	7,7	7,9	7,3
211	Melk- en kalfkoeien	14,8	15,5	16,6
213	Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	8,6	9,2	8,7
<b>Rundvee voor de mesterij</b>				
216	Vleeskalveren, voor de rosévliesproductie		4,6	4,7
214	Vleeskalveren, voor de witvliesproductie	1,7	1,8	2,0
217	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	4,3	4,5	4,1
219	Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	4,6	4,9	5,1
221	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	7,7	7,9	7,3
223	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	9,5	9,3	8,9
225	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	7,7	7,9	7,3
227	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	9,5	9,3	8,9
228/229	Zoogkoeien (incl mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder)	9,2	9,3	9,4

De voeropname van de meeste diergroepen is niet sterk gewijzigd in de periode 1990-2002, met uitzondering van de melkkoeien. Verschillen binnen diercategorieën tussen de twee regio's zijn nauwelijks aanwezig.

Tabel 1.9 Voeropname door de verschillende diercategorieën in 1990, 1995 en 2002 per regio

Rubriek landbouwtelling	1990						1995						2002									
	kunst- melk 1)	vochtrijk krachtv.	eiwitrijk krachtv.	Overig krachtv.	Snijmaïts kg	graskuil + hooi	kunst- melk 1)	vochtrijk krachtv.	eiwitrijk krachtv.	overig krachtv.	snijmaïts kg	graskuil + hooi	kunst- melk 1)	vochtrijk krachtv.	eiwitrijk krachtv.	overig krachtv.	snijmaïts kg	graskuil + hooi				
	kg/dier	kg ds/dier	kg/dier	kg/dier	kg ds/dier	Kg kg ds/dier	kg/dier	kgds/dier	kg/dier	kg/dier	kg ds/dier	kg kg ds/dier	kg/dier	kg ds/dier	kg/dier	kg/dier	kg ds/dier	kg kg ds/dier				
<b>Oost en Zuid Nederland</b>																						
Rundvee voor de fokkerij																						
201	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	354	0	0	318	227	679	313	354	0	0	318	222	730	303	200	0	0	299	194	626	371
203	Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	354	0	0	318	227	679	313	354	0	0	318	222	730	303	200	0	0	275	575	575	395
205	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	235	144	1292	1158	0	0	0	235	140	1388	1120	0	0	0	219	126	1219	1101
207	Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	297	0	2880	0	0	0	0	297	0	3094	0	0	0	0	297	0	2925	0
209	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0	0	0	235	144	1292	1158	0	0	0	235	140	1388	1120	0	0	0	219	126	1219	1101
211	Melk- en kalfkoeien	0	166	579	1215	1402	878	1374	0	211	783	1343	1494	736	1314	0	229	371	1502	2030	1463	694
213	Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	0	0	0	297	0	2880	0	0	0	0	297	0	3094	0	0	0	0	297	0	2925	0
Rundvee voor de mesterij																						
216	Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	0	0	0	0	0	0	0	73	234	372	604	487	0	0	52	164	153	849	604	0	0
214	Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	679	0	0	0	0	0	0	679	0	0	0	37	0	0	722	0	0	43	37	0	0
217	Vrouwelijk jongvee < 1 jaar	354	0	0	318	227	679	313	354	0	0	318	222	730	303	200	0	0	299	194	626	371
219	Mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jaar	41	142	624	0	969	0	0	30	125	679	0	1059	0	0	35	198	220	441	1060	0	0
221	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	235	144	1292	1158	0	0	0	235	140	1388	1120	0	0	0	219	126	1219	1101
223	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	0	682	1076	0	1825	0	0	0	936	956	0	1603	0	0	0	838	0	1020	1481	0	0
225	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0	0	0	235	144	1292	1158	0	0	0	235	140	1388	1120	0	0	0	219	126	1219	1101
227	Mannelijk jongvee (incl. ossen) 2 jaar	0	682	1076	0	1825	0	0	0	936	956	0	1603	0	0	0	838	0	1020	1481	0	0
228/229	Zoogkoeien (incl. mest- en weidekoeien, 2 jaar)	0	0	0	640	0	2606	3506	0	0	0	640	0	2800	3992	0	0	0	460	0	2992	3482
<b>Noord en West Nederland</b>																						
Rundvee voor de fokkerij																						
201	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	354	0	0	257	0	932	347	354	0	0	257	0	1001	336	200	0	0	244	0	854	409
203	Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	354	0	0	257	0	932	347	354	0	0	257	0	1001	336	200	0	0	275	575	575	395
205	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	157	0	1520	1158	0	0	0	157	0	1633	1120	0	0	0	146	0	1435	1101
207	Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	297	0	2880	0	0	0	0	297	0	3094	0	0	0	0	297	0	2925	0
209	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0	0	0	157	0	1520	1158	0	0	0	157	0	1633	1120	0	0	0	146	0	1435	1101
211	Melk- en kalfkoeien	0	166	0	1795	296	1703	1618	0	211	0	2125	460	1406	1681	0	229	98	1775	770	1965	1421
213	Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	0	0	0	297	0	2880	0	0	0	0	297	0	3094	0	0	0	0	297	0	2925	0
Rundvee voor de mesterij																						
216	Vleeskalveren, voor de rosévleesproductie	0	0	0	0	0	0	0	73	234	372	604	487	0	0	52	164	153	849	604	0	0
214	Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	679	0	0	0	0	0	0	679	0	0	0	37	0	0	722	0	0	43	37	0	0
217	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	354	0	0	257	0	932	347	354	0	0	257	0	1001	336	200	0	0	244	0	854	409
219	Mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jaar	41	142	624	0	969	0	0	30	125	679	0	1059	0	0	35	198	220	441	1060	0	0
221	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	0	0	0	157	0	1520	1158	0	0	0	157	0	1633	1120	0	0	0	146	0	1435	1101
223	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	0	682	1076	0	1825	0	0	0	936	956	0	1603	0	0	0	838	0	1020	1481	0	0
225	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	0	0	0	157	0	1520	1158	0	0	0	157	0	1633	1120	0	0	0	146	0	1435	1101
227	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar	0	682	1076	0	1825	0	0	0	936	956	0	1603	0	0	0	838	0	1020	1481	0	0
228/229	Zoogkoeien (incl. mest- en weidekoeien, 2 jaar)	0	0	0	640	0	2606	3506	0	0	0	640	0	2800	3992	0	0	0	460	0	2992	3482

1) In kg poeder of in kg volle melk.

## 2 RESULTATEN METHAANPRODUCTIE

De methaanproductie als gevolg van pensfermentatie rundvee is doorgerekend voor twee regio's in de periode 1990-2002 door middel van de IPCC-GPG Tier 2 methodiek (IPCC, 2000). Via deze methodiek wordt een behoefte aan energie berekend die nodig is voor onderhoud, groei, melkproductie, activiteit, mobilisatie lichaamsreserve, dracht en arbeid. Vanuit deze behoefte wordt een bruto energie opname berekend. Vanuit de bruto energie wordt de methaanproductie berekend met een conversiefactor (doorgaans 6% van de bruto energie). Voor de basisgegevens wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de door de WUM verzamelde getallen. Deze zijn weergegeven in hoofdstuk 1. Om de methaanproductie middels de formules van IPCC-GPG te kunnen berekenen, zijn diverse aanvullende gegevens nodig. De aanvullende gegevens en ook het belang van de nauwkeurigheid van de basis- en aanvullende gegevens in de gebruikte formules worden besproken in hoofdstuk 3.1. In hoofdstuk 2 worden de belangrijkste uitkomsten van de berekeningen weergegeven.

In de volgende tabellen worden de belangrijkste resultaten van de berekeningen weergegeven. Weergegeven worden de berekende bruto energie opname, de berekende droge stof opname (Tabel 2.1), de methaanproductie per dier per jaar oftewel emissiefactor (Tabel 2.2) en de totale methaanproductie per diercategorie (Tabel 2.3).

Er is voor gekozen om een aantal diergroepen die de WUM afzonderlijk gebruikt bij elkaar te voegen. De volgende diergroepen van de WUM zijn bij elkaar gevoegd:

### Rundvee voor de fokkerij:

“Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar” en “Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder”

### Rundvee voor de mesterij:

“Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar” en “Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder”

“Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar” en “Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder”

Zoog-, mest- en weidekoeien

De berekeningen zijn eerst uitgevoerd voor de beide onderscheiden regio's Noord West en Oost Zuid. Uit de resultaten bleken er minimale verschillen te bestaan tussen beide regio's (zie verder 3.2.2.). Om deze reden is besloten geen onderscheid te maken naar regio en uit te gaan van het nationale gemiddelde voor alle diercategorieën.

Tabel 2.1 Berekende bruto energie opname (GE) in MJ/d en droge stof opname (DMi) in kg /d.

	1990		1995		2000		2001		2002	
	GE	DMi	GE	DMi	GE	DMi	GE	DMi	GE	Dmi
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>										
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee <1 jr	73,7	4,0	73,7	4,0	92,8	5,0	92,8	5,0	92,8	5,0
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	130,8	7,1	130,8	7,1	132,5	7,2	132,5	7,2	132,5	7,2
Mannelijk jongvee 1-2 jr	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6
Melk- en kalfkoeien	258,8	14,0	268,4	14,5	291,6	15,8	289,0	15,7	287,5	15,6
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6
<b>Rundvee voor de mesterij</b>										
Vleeskalveren, rosé	90,4	4,9	90,4	4,9	96,1	5,2	96,1	5,2	96,1	5,2
Vleeskalveren, witvlees	62,6	3,4	63,5	3,4	67,6	3,7	67,6	3,7	67,6	3,7
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee+ossen <1 jr	102,0	5,5	99,7	5,4	102,7	5,6	102,7	5,6	102,7	5,6
Vrouwelijk jongvee > 1 jr	123,5	6,7	123,5	6,7	125,1	6,8	125,1	6,8	125,1	6,8
Mannelijk jongvee+ossen > 1 jr	151,4	8,2	151,0	8,2	152,7	8,3	152,7	8,3	152,7	8,3
Zoogkoeien (incl mest en weide)	163,9	8,9	163,9	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9

Tabel 2.2 Emissiefactor (kg methaan/dier/jaar) per diercategorie

	Emissiefactor methaan				
	1990	1995	2000	2001	2002
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
mannelijk jongvee <1 jr	29,00	29,00	36,53	36,53	36,53
Vrouwelijk jongvee 1 jr - afk.	51,49	51,49	52,16	52,16	52,16
Mannelijk jongvee 1-2 jr	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15
Melk- en kalfkoeien	101,94	105,64	114,83	113,73	113,19
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	35,59	35,59	37,82	37,82	37,82
Vleeskalveren, witvlees	16,42	16,66	17,73	17,73	17,73
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
Mannelijk jongvee+ossen <1 jr	40,13	39,25	40,43	40,43	40,43
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	48,61	48,61	49,23	49,23	49,23
Mannelijk jongvee+ossen > 1 jr	59,57	59,43	60,08	60,08	60,08
Zoogkoeien (incl mest en weide)	64,51	64,51	64,61	64,61	64,61

De methaanemissiefactor voor melkkoeien is het hoogst en is in de periode 1990-2002 met ongeveer 11-12 kg toegenomen. Dit is met name een gevolg van een hogere melkproductie. De wijzigingen bij melkkoeien voor wat betreft het gewicht, de groei, de omvang van de weidegang en verteerbaarheid van het rantsoen hebben als resultante een geringe invloed op de emissiefactor. De berekende methaanemissiefactor voor mannelijk jongvee is in 2000 verhoogd als gevolg van een bijstelling van het gewicht op 1 jaar. De berekende methaanemissiefactor voor vleeskalveren is iets toegenomen als gevolg van een hogere groei en de opname van enig ruwvoer in het rantsoen (bij witvleeskalveren). De methaanemissiefactoren voor de andere diercategorieën zijn (vrijwel) gelijk gebleven.

In Tabel 2.3 wordt de totale methaanproductie per diercategorie weergegeven. Hiertoe zijn de emissiefactoren vermenigvuldigd met het aantal dieren in de desbetreffende diercategorie en jaar.

Tabel 2.3 Totale methaanemissie in miljoen kg per diercategorie, per jaar

	Methaan emissie				
	1990	1995	2000	2001	2002
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	25,388	23,479	19,551	19,204	18,389
Mannelijk jongvee <1 jr	1,543	1,281	1,368	3,215	1,633
Vrouwelijk jongvee 1 jr - afk.	45,294	41,594	36,443	34,736	33,823
Mannelijk jongvee 1-2 jr	1,910	1,826	1,452	1,479	1,740
Melk- en kalfkoeien	191,413	180,417	172,713	175,056	168,147
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	0,548	0,543	0,652	0,687	0,885
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	1,028	3,053	5,515	5,708	5,749
Vleeskalveren, witvlees	9,401	9,722	11,295	9,874	9,954
Vrouwelijk jongvee <1 jr	1,788	1,930	1,435	1,491	1,351
Mannelijk jongvee+ossen <1 jr	10,249	7,387	3,374	3,108	2,547
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	4,837	5,591	3,039	3,005	2,883
Mannelijk jongvee+ossen > 1 jr	11,338	10,728	5,891	5,701	4,814
Zoogkoeien (incl mest en weide)	7,711	9,430	10,557	10,389	9,754
<b>Totaal Nederland</b>	<b>312,449</b>	<b>296,981</b>	<b>273,283</b>	<b>273,655</b>	<b>261,668</b>

De totale methaanemissie is afgenomen met 16% in de periode 1990-2002. Voor de belangrijkste categorie, melk- en kalfkoeien, is de afname 12%.

### 3 GEHANTEERDE BASISWAARDEN EN DISCUSSIE RESULTATEN

#### 3.1 Berekening van de methaanemissie met de IPCC-GPG Tier 2 methodiek

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de verschillende formules die gebruikt worden bij de berekening van de methaanemissie per diercategorie. Hierbij zal tevens worden ingegaan op de verschillende aannames die zijn gemaakt voor de Nederlandse situatie en wordt toegelicht hoe deze aannames tot stand zijn gekomen. Deze formules zijn toegepast voor alle diercategorieën rundvee (fokkerij en mesterij).

##### 3.1.1 Netto energie voor onderhoud

De formule voor de berekening van netto energie voor onderhoud is als volgt:

$$NEm = Cf_i * (\text{gewicht})^{0.75}$$

NEm:	Netto energie voor onderhoud (MJ/dag)
Cf <sub>i</sub> :	Coëfficiënt voor het berekenen van de netto energie voor onderhoud. Het IPCC geeft de volgende coëfficiënten:
	- Niet lacterend rundvee: 0,322
	- Lacterend rundvee: 0,335
Gewicht:	levend gewicht van het dier in kg

Belangrijke aspecten ten aanzien van gewichten van dieren:

- Voor de gemiddelde gewichten per diercategorie is aangesloten bij de gewichten die de WUM gebruikt (zie Tabel 1.3). Ter berekening van de excretiefactoren van mineralen gebruikt de WUM begin- en eindgewichten per diercategorie.
- Het gemiddelde gewicht per diercategorie is berekend door het rekenkundig gemiddelde te nemen van begin en eindgewicht per diercategorie. Het gemiddelde zal iets anders liggen, maar heeft nauwelijks gevolgen op de berekende methaanemissie.
- Er zijn geen gegevens over verschillen in diergewichten tussen de twee regio's bekend.

Voor de jaren 1990-1993, 1995 en 2000 t/m 2002 zijn de gemiddelde berekende gewichten per diercategorie weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 3.1 Berekende gemiddelde gewichten (kg) van de verschillende diercategorieën (CBS / WUM)

	1990-1993	1995	2000-2003
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>			
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	176,5	176,5	181,5
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	176,5	176,5	221,5
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar – afkalven	415,0	415,0	425,0
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	540,0	540,0	540,0
Melk- en kalkkoeien	560,0	560,0	565,0
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	890,0	890,0	890,0
<b>Rundvee voor de mesterij</b>			
Vleeskalveren, voor de rosévelesproductie	176,5	176,5	189,5
Vleeskalveren, voor de witvelesproductie	136,5	136,5	144,0
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	176,5	176,5	181,5
Mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jaar	258,0	252,5	257,5
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	415,0	415,0	425,0
Mannelijk jongvee (incl. ossen), > 1 jaar	535,0	543,5	552,5
Zoog, mest- en weidekoeien	585,0	585,0	590,0

### 3.1.2 Netto energie voor activiteit

De formule voor de berekening van de netto energie voor activiteit is als volgt:

$$NE_a = C_a * NE_m$$

NE<sub>a</sub>: Netto energie voor activiteit (MJ/dag)

C<sub>a</sub>: Coëfficiënt voor de benodigde mate van activiteit van het dier teneinde voedsel op te kunnen nemen. De IPCC geeft de volgende indeling.

Tabel 3.2 Indeling van IPCC betreffende de C<sub>a</sub> coëfficiënten

Situatie	Definitie	C <sub>a</sub>
Stal	Dieren worden gehouden op een klein oppervlak waar ze weinig energie verbruiken om voer op te kunnen nemen	0
Weide	Dieren worden gehouden in gebieden met een goed voedselaanbod; gemiddeld energie benodigd voor voeropname	0,17
Grote gebieden	Dieren grazen op uitgestrekte gebieden en verbruiken veel energie om voedsel op te kunnen nemen	0,36

Voor de Nederlandse situatie zijn de schattingen gemaakt van de C<sub>a</sub> voor de verschillende diercategorieën en vermeld in Tabel 3.3. De coëfficiënten liggen tussen 0 en 0,17. Het verschil tussen een factor 0 (100% op stal in het gehele jaar) en 0,17 (100% weide in het gehele jaar) op de methaanproductie bij melkkoeien is beperkt (100% weide is 3% hoger). De gekozen coëfficiënten voor de diercategorieën zijn gemaakt op basis van het aandeel weidegras in het totale rantsoen dat berekend is door WUM. Voor jongvee tot 1 jaar, ander vrouwelijk jongvee, ander mannelijk jongvee en zoogkoeien, mest- en weidekoeien is berekend dat het percentage weidegras gemiddeld respectievelijk 21, 41, 0 en 52% is. Er is weinig verschil tussen 1990 en heden. Bij melkkoeien is het aandeel weidegras ten opzichte van het gehele rantsoen afgenomen in het afgelopen decennium. Er is daarom gekozen om de factor voor elk jaar te berekenen.



Tabel 3.3 Gekozen  $C_a$  coëfficiënten voor de verschillende diercategorieën in de Nederlandse situatie

Diercategorie	$C_a$ coëfficiënt
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>	
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0,036
Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0,036
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar – afkalven	0,070
Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	0
Melk- en kalfkoeien	0,046/ 0,043/ 0,027/ 0,034/ 0,029*
Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	0
<b>Rundvee voor de mesterij</b>	
Vleeskalveren, voor de roséveesproductie	0
Vleeskalveren, voor de witveesproductie	0
Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	0,036
Mannelijk jongvee (incl. ossen) < 1 jaar	0
Vrouwelijk jongvee, 1 jaar en ouder	0,070
Mannelijk jongvee (incl. ossen), > 1 jaar	0
Zoog, mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	0,088

\*: gebaseerd op het aandeel voer dat opgenomen wordt in de vorm van weidegras. Dit is:

1990: 27% (0,27 x factor 0,17 = 0,046)

1995: 25%

2000: 16%

2001: 20%

2002: 17%

### 3.1.3 Netto energie voor groei

De formule voor de berekening van de netto energie voor groei is als volgt (IPCC, 2000).

$$NE_g = 4.18 * \{0.0635 * [0.891 * (BW * 0.96) * (478/(C * MW))]^{0.75} * (WG * 0.92)^{1.097}\}$$

$NE_g$ :	Netto energie voor groei, MJ/dag
$BW$ :	Levend gewicht van het dier in kg
$C$ :	Coëfficiënt (0,8 voor vrouwelijk vee; 1,2 voor mannelijk vee)
$MW$ :	Volwassen gewicht (eindgewicht) van het dier, in kg
$WG$ :	Dagelijkse groei, in kg / dag

Voor de verschillende gewichten is aangesloten bij de gegevens van de WUM. De dagelijkse groei is berekend door per diercategorie het verschil tussen begin- en eindgewicht te delen door 365 dagen. Voor melk- en kalfkoeien is middels het hanteren van een begingewicht van 520 of 530 kg en een eindgewicht van 600 kg met een groei van 70-80 kg gerekend die verdeeld is over ongeveer 3 jaar. Het totale (groei) traject is gekozen op basis van de gegevens vermeld door Heeres-van der Tol (2001). De tijdsduur van de groeitrajecten voor stieren bestemd voor de fokkerij, vleeskalveren en zoogkoeien (incl. mest- en weidekoeien) zijn eveneens gekozen op grond van de studie van Heeres-van der Tol (2001). Er is gekozen voor een berekend gemiddeld gewicht. Mogelijk is dit iets te laag. De fout die gemaakt wordt is echter niet groot. Het hanteren van een gemiddeld gewicht van 575 kg in plaats van 565 kg geeft een 0,6% hogere berekende methaanproductie bij melkkoeien.

### 3.1.4 Gemobiliseerde netto energie

Hoogproductieve melkkoeien verliezen gewicht aan het begin van de lactatie. De formule voor het berekenen van de gemobiliseerde netto energie is als volgt.

$$NE_{mob} = 19,7 * \text{gewichtsverlies}$$

$NE_{mob}$ : Netto energie door gewichtsverlies (gemobiliseerd), MJ/dag  
 Gewichtsverlies: Gewichtsverlies in kg per dag.  
 Voor het gewichtsverlies van hoogproductief melkvee onder Nederlandse omstandigheden is uitgegaan van een jaarlijks gemiddeld gewichtsverlies van 50 kg aan het begin van de lactatie.

IPCC geeft aan dat met deze factor slechts rekening gehouden dient te worden indien de voeropname gedurende een beperkte periode gemeten wordt. In de Nederlandse situatie is dit daarom niet van toepassing.

### 3.1.5 Netto energie voor lactatie

De formule voor het berekenen van de netto energie voor lactatie is als volgt (IPCC, 2000).

$$NE_l = \text{kg melk / dag} * (1,47 + 0,40 * \text{vetpercentage})$$

$NE_l$ : Netto energie voor lactatie, MJ/dag  
 Kg melk/dag: Gemiddelde melkproductie / dag.  
 Hiervoor is de gemiddelde melkproductie per jaar (zie Tabel 1.4) gedeeld door 365 dagen  
 Vetpercentage: Vetpercentage in de melk (voor Nederlandse vetpercentages zie Tabel 1.4)

### 3.1.6 Netto energie voor dracht

De formule voor het berekenen van de netto energie voor dracht is als volgt (IPCC, 2000).

$$NE_p = C_{dracht} * NE_m$$

$NE_p$ : Netto energie voor dracht (MJ/dag)  
 $C_{dracht}$ : coëfficiënt dracht (0,10 voor rundvee)

### 3.1.7 Verhouding met verteerbare energie

Voor het berekenen van de bruto energie opname dienen de volgende verhoudingen berekend te worden (IPCC, 2000).

- a. Verhouding tussen beschikbare energie voor onderhoud en opgenomen verteerbare energie.

$$NE_{ma}/DE = 1,123 - (4,092 * 10^{-3} * DE) + [1,126 * 10^{-5} * (DE)^2] - (25,4/DE)$$

**b. Verhouding tussen beschikbare energie voor groei en opgenomen verteerbare energie**

$$NE_{ga}/DE = 1,164 - (5,160 * 10^{-3} * DE) + [1,308 * 10^{-5} * (DE)^2] - (37,4/DE)$$

DE: Veteerbare energie uitgedrukt als percentage van de bruto energie

Voor de DE waardes van verschillende voeders onder Nederlandse omstandigheden zijn de volgende aannames genomen (Tabel 3.4).

Tabel 3.4 Inschatting van de DE (verteerbare energie in % van bruto energie) van verschillende voeders

Voeder	Ingeschatte DE waarde (%)
Kunstmelk	90
Krachtvoer	80
Graskuil	72
Snijmaïs	72
Weidegras	79

Omrekening verteerbare organische stof naar verteerbare energie

De Nederlandse voedertabellen kennen geen coëfficiënten voor verteerbare energie (=DE). Aan producten wordt wel een verteringscoëfficiënt voor organische stof (=vcOS) bepaald. Er is gekozen voor een berekende DE op basis van de verteerbaarheid van organische stof. Als basis voor de in te schatten DE waarden zijn de verteringscoëfficiënten voor organische stof voor weidegras, graskuil en snijmaïs gebruikt van het Bedrijfslaboratorium voor Gronden en Gewasonderzoek (Blgg) in Oosterbeek. De DE van krachtvoer en kunstmelk is ingeschat op basis van praktische voedersamenstellingen, het totale verbruik van mengvoedergrondstoffen (gegevens WUM) en gegevens van de CVB Tabel (2003) voor individuele krachtvoergrondstoffen. De hoogte van de verteringscoëfficiënt van energie heeft een grote invloed op de berekende methaanproductie via de IPCC methode. De hoogte van de verteerbaarheid van mengvoedergrondstoffen zoals die aangegeven zijn in belangrijke buitenlandse voedertabellen (NRC, AFRC en INRA) komen voldoende overeen met de Nederlandse. In Nederland wordt gerekend met de vcOS en niet met de vertering van energie. In onderzoek met hamelverteringsproeven uitgevoerd door verschillende instituten is gebleken dat de vcOS hoger is in vergelijking met de vcGE (of DE waarde). Dit verschil is voor krachtvoergrondstoffen gemiddeld 1 – 3%-eenheden en voor ruwvoerders 2 – 4%-eenheden (o.a. Deaville et al., 1994). Voor graskuil is een correctie van 4% gehanteerd. Voor snijmaïs en vers gras is een correctie van 3% genomen. In Bijlage 1 is uitvoerig ingegaan op de verschillen en overeenkomsten tussen de Nederlandse en buitenlandse voedertabellen.

Relatie N-bemesting en verteerbaarheid van graslandproducten

Door veranderingen in de mestwetgeving is het N-bemestingsniveau op grasland in de afgelopen 15 jaar verlaagd. Om een inzicht te krijgen wat de gevolgen hiervan zijn in relatie tot de samenstelling en de verteerbaarheid van gras en grassilage, is een literatuurstudie uitgevoerd. In deze studie is met name gekeken naar onderzoek dat is uitgevoerd in Nederland in de periode 1990 tot heden. Op basis van literatuurgegevens worden de relaties tussen de verteringscoëfficiënt van de organische stof (vcOS) enerzijds en de ruw eiwit (RE) en celwanden (NDF) anderzijds in een aantal figuren geïllustreerd in Bijlage 2. Uit deze onderzoekingen blijkt dat er in het algemeen een negatieve relatie bestaat tussen het RE en het NDF gehalte in graslandproducten, en een positieve relatie tussen het RE en de vcOS. Dit is vastgesteld in proeven waarin de invloed van het N-niveau op de verteerbaarheid is onderzocht (zie Bijlage 2).

In de periode 1990-heden is het gemiddelde RE gehalte in graslandproducten ook daadwerkelijk afgenomen. De afname van het RE gehalte in deze periode heeft echter geen duidelijke invloed gehad op de verteerbaarheid. Het lijkt daarom niet gerechtvaardigd om verschillende vcOS waarden te hanteren voor graslandproducten tussen 1990 en heden. De vcOS over de hele periode was voor grassilage rond 76%. De DE waarde is daarom ingeschat op 72% (4% correctie).

De gegevens van de voeropname zijn weergegeven in Tabel 1.9. De resultaten van de berekende DE waarde in de rantsoenen zijn weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Berekende DE waarden van de verschillende diercategorieën in 1990, 1995 en 2002

		DE (%)		
		1990	1995	2002
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>				
201	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	75	75	75
203	Mannelijk jongvee jonger dan 1 jaar	75	75	75
205	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	75	75	75
207	Mannelijk jongvee, 1-2 jaar	73	73	73
209	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	75	75	75
211	Melk- en kalfkoeien*	73/72	73/73	72/71
213	Stieren voor de fokkerij, 2 jaar en ouder	73	73	73
<b>Rundvee voor de mesterij</b>				
216	Vleeskalveren, voor de rosé vleesproductie	78	78	77
214	Vleeskalveren, voor de witvleesproductie	90	89	89
217	Vrouwelijk jongvee jonger dan 1 jaar	75	75	75
219	Mannelijk jongvee (incl. ossen) jonger dan 1 jaar	75	75	75
221	Vrouwelijk jongvee, 1-2 jaar	75	75	75
223	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 1-2 jaar	76	76	76
225	Vrouwelijk jongvee, 2 jaar en ouder	75	75	75
227	Mannelijk jongvee (incl. ossen), 2 jaar en ouder	76	76	76
228/229	Zoog, mest- en weidekoeien, 2 jaar en ouder	76	76	76

\*: De waarde van de regio Noord West/ Oost Zuid. Voor melkkoeien is een correctie gemaakt van minus 4 eenheden in verband met een verteringsdepressie bij een relatief hoog voerniveau. De inschatting van 4% bij 2,5 maal onderhoud geeft een goede benadering (McDonald et al., 1995).

De gehanteerde DE waarden zijn voor alle 3 jaren gelijk, met uitzondering van melkkoeien en vleeskalveren. Bij melkkoeien is de lagere DE in 2002 en in de Oost Zuid regio te verklaren door het lagere aandeel weidegras.

### 3.1.8 Bruto energie

De formule voor het berekenen van de bruto energie is als volgt (IPCC, 2000).

$$GE = \left\{ \frac{NEm + NEmob + NEa + NEI + NEp}{NEm/DE} \right\} + \left[ \frac{NEg}{NEg/DE} \right] / (DE/100)$$

GE: Bruto energie, MJ/dag

Vanuit de bruto energie opname kan de dagelijkse droge stof opname berekend worden. Hiertoe wordt de bruto energie opname gedeeld door de energiedichtheid van het rantsoen (18,45 MJ/kg ds).

$$\text{DMI} = \text{GE} / 18,45$$

DMI: Berekende droge stof opname per dier/ dag

### 3.1.9 Emissiefactor

De formule voor het berekenen van de emissiefactor is als volgt (IPCC, 2000).

$$\text{EF} = (\text{GE} * Y_m * 365 \text{ dagen/jaar}) / 55,65 \text{ MJ/kg CH}_4$$

EF: Emissiefactor, kg methaan / dier/ jaar  
 GE: Bruto energie opname, MJ / dier / dag  
 Y<sub>m</sub>: methaan conversie factor; fractie van de bruto energie in het rantsoen welke wordt omgezet in methaan

Voor de waarde van de methaanconversiefactor onder Nederlandse omstandigheden wordt aangesloten bij de waarden die het IPCC (2000) geeft. Voor ontwikkelde landen wordt de volgende onderverdeling gemaakt ter bepaling van de methaanconversiefactor.

Tabel 3.6 Methaan conversie factoren voor ontwikkelde landen (IPCC, 2000)

	Y <sub>m</sub>
Rundvee gevoerd met meer dan 90% krachtvoer	0,04 ± 0,005
Overige rundvee dat niet tot de eerste categorie behoort	0,06 ± 0,005

De gebruikte methaanconversiefactor is 0,04 voor witvleeskalveren en 0,06 voor alle andere categorieën. Door Zijdeveld en Van Straalen (2004) wordt aangegeven dat een conversiefactor van 0,06 voor de Nederlandse situatie gehanteerd kan worden. De hoogte van deze conversiefactor heeft een grote invloed op de berekende methaanproductie. Immers het hanteren van 0,055 in plaats van 0,06 zal al resulteren in een verlaging van de methaanproductie van 10 kg per jaar voor een melkkoe. Dit komt overeen met ongeveer 10%.

## 3.2 Discussie resultaten

### 3.2.1 Trends 1990 - 2002

De totale berekende methaanemissie van rundvee (berekend via de IPCC-GPG Tier 2 methode) is in de periode 1990-2002 met ongeveer 16% afgenomen. Deze afname is voor het grootste deel toe te schrijven aan een afname van het aantal dieren met 25%.

Van de totale methaanproductie neemt rundvee bestemd voor de fokkerij ongeveer 85% voor hun rekening in 2002. De productie van methaan door de groep melk- en kalfkoeien is ±65% van het totaal. Het aantal melk- en kalfkoeien is afgenomen met circa 20% vanaf 1990. De berekende afname van de totale methaanproductie voor melk- en kalfkoeien bedraagt rond 12%. De emissiefactor (kg methaan per dier per jaar) voor melkkoeien was rond ±102 kg in 1990, ± 106 kg in 1995 en ± 114 kg in de jaren 2000-2002. In de jaren 2000-2002 zijn er geen grote verschillen in de melkproductie en de methaanemissiefactor van melkkoeien. In vergelijking tot 2000 lijkt dit zelfs iets afgenomen te zijn in 2002. De berekende

methaanemissiefactor van melk- en kalfkoeien is in de periode 1990-2002 toegenomen met ruim 10% volgens de berekeningen van de IPCC-GPG Tier 2 methode. Deze stijging is een logisch gevolg van een hogere melkproductie. Om deze hogere melkproductie te realiseren wordt middels de IPCC-GPG Tier 2 methode een hogere droge stof opname berekend (14,0 kg in 1990 en 15,8 kg in 2000-2002). De melkproductie per koe is ten opzichte van 1990 met 20% toegenomen. De methaanproductie van de melk- en kalfkoeien is per liter geproduceerde melk in de jaren 2000-2002 6-7% lager in vergelijking tot 1990.

In de periode 1990-2002 is een verandering van het rantsoen opgetreden. Het aandeel snijmaïs is toegenomen. De hoeveelheid opgenomen graslandproducten is per koe gelijkgebleven maar het aandeel weidegras hierin is afgenomen. Snijmais en graskuil hebben een lagere DE waarde dan weidegras (zie Tabel 3.4). Bij een verschuiving van weidegras naar meer snijmaïs zal volgens de IPCC-GPG Tier 2 berekening de bruto energie opname per koe dan ook toenemen en daarmee de methaanemissie per koe.

De methaanemissiefactor van de overige diercategorieën is nauwelijks gewijzigd in de periode 1990-2002.

### 3.2.2 Verschillen tussen regio's en invloed van voeding

De WUM hanteert twee regio's, te weten Oost en Zuid Nederland (relatief hoog aandeel snijmaïs in het rantsoen) en Noord en West Nederland (relatief laag aandeel snijmaïs in het rantsoen). De totale berekende methaanemissie in de Oost-Zuid regio is 145.000 ton waarvan  $\pm 80\%$  afkomstig van rundvee dat bestemd is voor de fokkerij en 20% van rundvee dat bestemd is voor de mesterij (zie Bijlage 4). In de Noord-West regio is ruim 90% van de berekende methaanemissie afkomstig van rundvee bestemd voor de fokkerij.

De berekende methaanemissiefactor voor alle diercategorieën is in beide regio's vrijwel identiek. Dit is een gevolg van het feit dat:

- er met een gelijke melkproductie wordt gerekend;
- er geen verschillen in lichaamsgewichten worden gehanteerd;
- de berekende verteerbare energie coëfficiënten (DE%) bij afronding op hele percentages, in vrijwel alle gevallen gelijk zijn.

De berekende droge stof opname van de dieren tussen de regio's is vrijwel in alle gevallen gelijk. Dit komt goed overeen met de werkelijke verschillen binnen de diercategorieën tussen de regio's, zoals die door de WUM gehanteerd worden. De WUM maakt evenwel een onderverdeling in regio's met name vanwege verschillende N-gehalten in de gebruikte basisrantsoenen (door een afwijkende verhouding snijmaïs en graskuil).

De invloedsfactor voeding op de berekende methaanproductie via IPCC-GPG is slechts indirect aanwezig in de vorm van de inschatting van de verteerbare energie waarde (DE in % van GE). De invloedsfactor DE heeft een grote invloed op de hoogte van de berekende methaanemissie. Om, ook in vergelijking met andere landen, een goede inschatting daarvan te kunnen geven is een studie uitgevoerd die beschreven is in Bijlage 1. De hoogte van de gekozen DE waarde komt binnen dezelfde mengvoedergrondstoffen, goed overeen met andere veevoedertabellen.

De toename van het aandeel snijmaïs en het aandeel krachtvoer in met name de Noord-West regio heeft ook invloed op de methaanproductie. In deze rapportage wordt hier niet op

ingegaan. De invloedsfactor voeding is onder meer recent beschreven in een studie binnen het ROB programma van Novem (Smink et al., 2003).

### 3.2.3 Inschattingen van de methaanproductie per dier

De methaanemissiefactor (in kg methaan per dier per jaar) is weergegeven in Tabel 2.2. Een snelle vergelijking met de huidige emissiefactoren levert het volgende beeld:

- De huidige methaanemissie wordt via de IPCC-GPG Tier 2 methode ingeschat op ongeveer 113 kg per jaar voor melkkoeien. Voor 1990 is een waarde van 102 kg berekend. Deze waarde is op hetzelfde niveau als de 102 kg voor 1990 die aangegeven is door Van Amstel et al. (1993).
- De methaanemissiefactor voor jongvee bestemd voor de fokkerij tot 1 jaar is ongeveer 29 - 36 kg in de periode 1990-2002. Deze waarde is 35-40% lager dan die berekend is door Van Amstel et al. (1993). Zowel de berekende voeropname (Tabel 2.1) als de werkelijke voeropname (Tabel 1.8) zijn 4-4,5 kg ds per dag. De berekende voeropname en methaanemissiefactor is ongeveer 30-35% van de waarden bij melk- en kalfkoeien.
- De methaanemissiefactor voor mannelijke dieren bestemd voor de fokkerij en de vrouwelijke dieren bestemd voor de mestrij (zoog, mest- en weidekoeien) is 30-40% lager in de huidige berekeningswijze in vergelijking met de waarden die aangegeven zijn door Van Amstel et al. (1993). De door ons berekende droge stof opname komt goed overeen met de waarden van de WUM voor deze diercategorieën.
- De methaanemissiefactor voor vleeskalveren is uitgesplitst in rosé- en witvleeskalveren. Voor de witvleeskalveren is een methaanconversiefactor van 4% gehanteerd omdat het aandeel ruwvoer minder dan 10% is in het rantsoen. Echter meer dan 90% van het rantsoen is melkpoeder en zal in principe via de slokdarmsleuf de pens passeren. Vermoedelijk is de methaanproductie als gevolg van pensfermentatie nog sterk overschat.

In Tabel 1 van Bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van methaanemissiefactoren voor melk- en kalfkoeien in enkele landen met hoogproductief melkvee. Voor Nederland zijn de in dit rapport berekende emissiefactoren gebruikt. Voor zowel het basisjaar 1990 als het jaar 2002 valt de Nederlandse methaanemissiefactor, uitgedrukt in gram methaan per liter geproduceerde melk, niet uit de toon.

Bij de in dit rapport beschreven berekeningsmethodiek valt op dat toename van snijmaïs in het rantsoen niet leidt tot verlaging van de methaanemissiefactor per koe. De methaanemissiefactoren voor melkkoeien in Oost en Zuid Nederland met relatief veel snijmaïs in het rantsoen, zijn vaak hoger dan die voor melkkoeien in Noord en West Nederland met relatief weinig snijmaïs in het rantsoen (zie Tabel 2 in Bijlage 4). De reden hiervoor is dat volgens Tabel 3.4 snijmaïs een lagere DE waarde heeft dan weidegras en dat de methaanconversiefactor van 6% gehanteerd is in beide rantsoenen (ongeacht het aandeel snijmaïs). De invloed van een relatief groter aandeel krachtvoer en snijmaïs in het rantsoen op de methaanconversiefactor verdient dus meer aandacht.

## 4 CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies zijn hieronder kort aangegeven.

De totale berekende methaanproductie als gevolg van pensfermentatie door rundvee is 312.449 ton in 1990 en afgenomen tot 261.668 ton in 2002. Dit betekent een afname met ongeveer 16%.

Rundvee bestemd voor de fokkerij (melkproductie) neemt ongeveer 85% van de methaanproductie voor hun rekening. De methaanproductie door melk- en kalfkoeien is ongeveer 64% van de totale methaanproductie door pensfermentatie door rundvee.

De berekende methaanemissiefactor voor melk- en kalfkoeien via de IPCC-GPG Tier 2 methode is toegenomen met ongeveer 10% in de periode 1990-2002. De berekende methaanemissie per dier is gestabiliseerd of zelfs iets afgenomen in de periode 2000-2002.

De methaanproductie per kg melk is 6-7% lager in de periode 2000-2002 in vergelijking met het jaar 1990.

De WUM hanteert twee verschillende regio's op basis van de verschillen in basisrantsoen bij melkkoeien. Berekening van de methaanemissiefactor met behulp van de IPCC-GPG Tier 2 methode levert geen duidelijke verschillen tussen de twee regio's op.

Verlaging van de N-bemesting in de periode 1990-heden heeft geresulteerd in lagere RE-gehalten in graslandproducten. De verlaging van het RE-gehalte in het afgelopen decennium heeft geen gevolgen gehad voor de vcOS en daarmee ook niet voor de vcGE (of DE%).

De te kiezen DE waarde heeft een grote invloed op de berekende methaanproductie. Het gebruik van de vcOS zoals die in Nederland gehanteerd wordt met een correctie (verlaging) van 2-4% om de vcGE (of DE waarde) te berekenen, is een bruikbaar alternatief.

De nieuwe methaanemissiefactoren zijn met name voor jongvee, mannelijk vee tbv de fokkerij en vrouwelijk mestvee aanzienlijk lager in vergelijking met de tot nu toe gebruikte waarden.

### Verbeterpunten

Bij de berekeningsmethodiek zoals beschreven in dit rapport betekent een verschuiving van weidegras naar meer snijmaïs in het rantsoen een toename van de brutoenergie opname en daarmee een hogere methaanemissie per koe. Een effect van een toegenomen aandeel snijmaïs en krachtvoer op verlaging van de methaanconversiefactor is niet meegenomen. Het verdient aanbeveling bij een toekomstige herziening van de berekeningsmethodiek hier meer aandacht aan te schenken.

---



## 5 TOEKOMSTIG PROTOCOL PENSFERMENTATIE RUNDVEE

De berekening van de methaanemissie als gevolg van pensfermentatie is gebaseerd op de IPCC-GPG Tier 2 methodiek. Deze methodiek gaat uit van de totale bruto energie opname door het dier ten behoeve van onderhoud, groei, melkproductie, activiteit, mobilisatie lichaamsreserve, dracht en arbeid. Vanuit de totale bruto energie wordt met een conversiefactor de methaanproductie berekend.

De zoötechnische kengetallen om de bruto energie opname te kunnen berekenen worden jaarlijks door de WUM (Werkgroep Uniformering Mest- en Mineralencijfers) verzameld ten behoeve van de jaarlijkse berekening van de mineralenexcretie van landbouwhuisdieren. Door deze kengetallen te gebruiken wordt consistentie tussen de mineralenexcretie en de methaanproductie bereikt.

Hoewel in principe alle invoervariabelen in de IPCC formule voor bruto energie opname jaarspecifiek zijn, wordt voorgesteld alleen die variabelen jaarlijks aan te passen die een wezenlijke invloed op de emissie hebben. Verder wordt voorgesteld om voor diercategorieën met geringe jaarlijkse fluctuaties in de methaanproductie, per tijdsperiode van 5 jaar met een vaste emissiefactor te werken, met andere woorden een emissiefactor voor 1990 en herziening hiervan in 1995, 2000, 2005 enz.

Concreet betekent dit het volgende voorstel.

### RUNDVEE VOOR DE FOKKERIJ

Vrouwelijk jongvee < 1 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Mannelijk jongvee < 1 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Vrouwelijk jongvee 1 jaar tot afkalven	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Mannelijk jongvee 1 – 2 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Melk- en kalfkoeien	jaarlijkse emissiefactor
Stieren voor de fokkerij > 2 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar

### RUNDVEE VOOR DE MESTERIJ

Vleeskalveren, rosévlees	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Vleeskalveren, witvlees	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Vrouwelijk jongvee < 1 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Mannelijk jongvee en ossen < 1 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Vrouwelijk jongvee 1 jaar en ouder	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Mannelijk jongvee en ossen > 1 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar
Zoogkoeien, incl. mest en weidekoeien > 2 jaar	vaste emissiefactor, aanpassing per 5 jaar

Bij de berekening van de jaarlijkse emissiefactor voor melk- en kalfkoeien zijn met name van belang de samenstelling van het rantsoen en de verteerbaarheid, de jaarlijkse melkproductie en het aandeel weidegras in het rantsoen. Deze kengetallen worden ontleend aan de WUM. De verteerbaarheid van de onderlinge rantsoencomponenten, uitgedrukt per kg veevoerproduct, kent geen jaarlijkse variatie en deze waarden zijn in dit rapport gepresenteerd. Andere benodigde activiteitendata zijn het aantal dieren in de verschillende diercategorieën, de melkproductie en melksamenstelling en de diergewichten.

## REFERENTIES

- Amstel, A.R. van, R.J. Swart, M.S. Krol, J.P. Beck, A.F. Bouwman & K.W. van der Hoek (1993). Methane, the other greenhouse gas. Research and policy in the Netherlands. RIVM report 481507-001.
- CVB Veevoedertabel (2003). Chemische samenstelling, verteerbaarheid en chemische samenstelling van voedermiddelen. Lelystad, The Netherlands.
- Deaville, E.R., A.R. Moss & D.I. Givens (1994). The nutritive value and chemical composition of energy-rich by-products for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49: 261-276.
- Heeres - van der Tol, J.J. (2001). Vaste kengetallen rundvee, schapen en geiten herzien. Intern rapport 455. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- IPCC (2000). Good Practise Guidance.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh & C.A. Morgan (1995). *Animal Nutrition*, fifth edition. ISBN 0-582-21927-2.
- Smink, W., K.D. Bos, A.F. Fitié, L.J. van der Kolk, W.K.J. Rijm, G. Roelofs & G.A.M. van den Broek (2003). Methaanreductie melkvee. Een onderzoeksproject naar inschatting van de methaanproductie vanuit de voeding en naar de reductiemogelijkheden via de voeding van melkkoeien. FIS rapport in het kader van ROB programma Novem, Utrecht, The Netherlands.
- Werkgroep Uniformering Berekening Mest- en Mineralencijfers (Redactie M.M. van Eerdt), (1994). Standaardcijfers rundvee, schapen en geiten, 1990 t/m 1992.
- Zijderveld, S. van & W.M. van Straalen (2004). Validatie van de IPCC-methaanconversiefactor voor omstandigheden waaronder Nederlands melkvee gehouden wordt. Proefverslag BET. 2004-28. Schothorst Feed Research BV, Lelystad.
-

## **Bijlage 1 Inventarisatie van veevoedergrondstoffen in een aantal landen met hoogproductief melkvee**

In dit onderdeel worden de kwaliteitsgegevens van een aantal voedergrondstoffen zoals gepubliceerd door het CVB (2003) vergeleken met datasets die de grondslag vormen voor de voederwaarderingssystemen zoals gehanteerd in Noord Amerika (NRC, 2001, 1978), Engeland (AFRC; Alderman en Cottrill, 1993) en Frankrijk (INRA; Sauvant et al., 2004). Hierbij wordt gekeken in hoeverre de door de CVB aangehouden verteringscoëfficiënten van de organische stof (vcOS) zich verhouden ten opzichte van de door de NRC, AFRC en INRA vastgestelde verteringscoëfficiënten van organische stof of van de verteerbare energie (vcOS of vcGE). Droge krachtvoedergrondstoffen zijn geschikt om uitkomsten van vertering te vergelijken tussen systemen omdat daarin een relatief beperkt effect op de verteerbaarheid te verwachten valt tussen regio's.

### NRC:

In het NRC systeem wordt de som van de verteerbare hoeveelheid energie afkomstig van individuele nutriënten uitgedrukt in eenheden "Total Digestible Nutrients" (TDN). (NRC, 2001; Guyer, 1996). In praktijk betekent dit dat de TDN gelijk gesteld wordt aan de verteringscoëfficiënt van de verteerbare energie (vcGE).

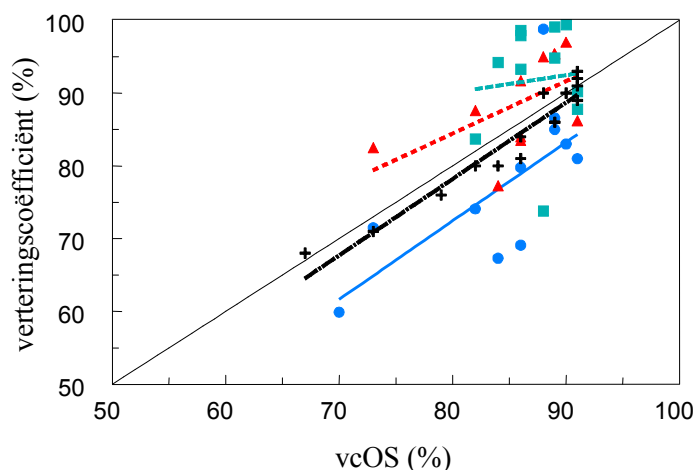
### AFRC:

In het Engelse systeem wordt de energiewaardering in metaboliseerbare energie (ME) uitgedrukt. Voor de verhouding tussen ME en DE (verlies van energie via urine en CH<sub>4</sub>) wordt een vast getal genomen (ME/DE = 0,86). De hieruit berekende DE kan procentueel worden uitgedrukt tegen de bruto energie (GE). In de AFRC-publicatie wordt echter geen informatie verstrekt van de GE-waarden. Hiervoor zijn de tabelwaarden zoals gepubliceerd door het INRA (2004) genomen.

### INRA:

In de uitgave "Tables of composition and nutritional value of feed materials" van het INRA wordt zowel informatie gegeven van de vcOS, de vcGE en de GE.

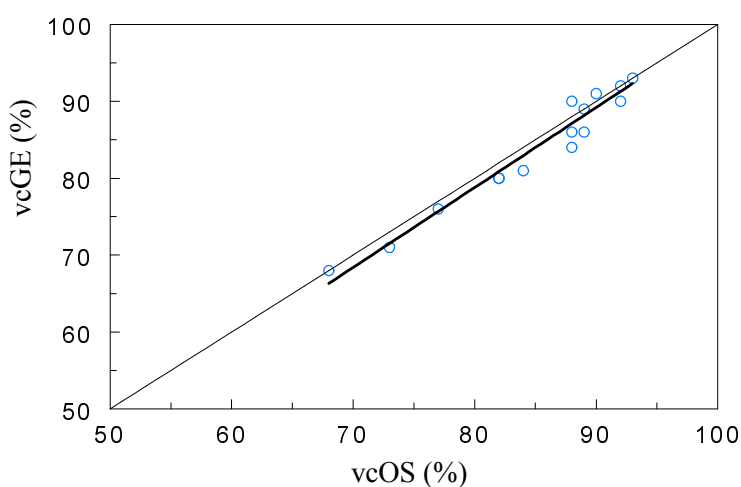
In Tabel 1 zijn de achtergrondgegevens weergegeven die gebruikt zijn voor de berekeningen. In Figuur 1 worden de verteringscoëfficiënten vanuit de CVB vergeleken met die van de NRC, het AFRC en het INRA.



Figuur 1. Relatie tussen de vcOS (CVB) en de TDN (NRC;  $\bullet$ ), vcGE (NRC;  $\blacktriangle$ ), vcGE (AFRC;  $\blacksquare$ ) en vcGE (INRA;  $\times$ ) van een aantal mengvoedergrondstoffen. De regressiecoëfficiënten zijn als volgt:

vcOS vs. TDN (NRC):	$Ey = -13.95 + 1.08x$	$R^2 = 0.45$
vcOS vs. vcGE (NRC):	$Ey = 26.87 + 0.72x$	$R^2 = 0.30$
vcOS vs. vcGE (AFRC):	$Ey = 70.88 + 0.24x$	$R^2 = 0.01$
vcOS vs. vcGE (INRA):	$Ey = -5.77 + 1.05x$	$R^2 = 0.91$

Uit Figuur 1 blijkt duidelijk dat de vcGE-gegevens van het INRA (+) het meest overeenkomen met de vcOS-waarden van het CVB. Ten opzichte van de TDN ( $\bullet$ ) geeft de vcOS hogere waarden met een richtingscoëfficiënt die gelijk is aan 1 wat duidt op een niveau verschil tussen CVB en NRC. Ten aanzien van de vcGE (NRC,  $\blacktriangle$ ) wordt een iets lagere vcOS verkregen. Met betrekking tot de AFRC gegevens wordt een grote variatie gevonden waarbij de vcGE (AFRC) gemiddeld hogere waarden geeft dan de berekende vcOS. De vcGE voor AFRC is door ons berekend vanuit de gegeven ME. Waarschijnlijk wordt de vcGE voor AFRC bij de gekozen aannames overschat. INRA geeft zowel de vcOS als de vcGE. Worden de vcOS (CVB) gegevens van de grondstoffen vergeleken met die van het INRA, dan blijken deze nagenoeg exact gelijk te zijn (Tabel 1). In Figuur 2 wordt de relatie tussen de vcOS en de vcGE op basis van de INRA-tabelwaarden weergegeven.



Figuur 2. Relatie tussen de vcOS en de vcGE op basis van INRA-gegevens.  
 $Ey = -4.40 + 1.04x$        $R^2 = 0.95$

De lineair gefitte data laat zien dat voor de vcOS in het algemeen iets hogere coëfficiënten gevonden worden in vergelijking met de vcGE. De vergelijking laat zien dat de vcGE met een hoge nauwkeurigheid af te leiden valt uit de vcOS. Bij een vcOS van 80% kan berekend worden dat vcGE afgerond 79% moet zijn ( $-4.4 + 1.04 * 80$ ). In onderzoek met hamelverteringsproeven uitgevoerd door verschillende instituten is gebleken dat de vcOS hoger is in vergelijking met de vcGE. Dit verschil is voor krachtvoergrondstoffen gemiddeld 1 – 3%-eenheden en voor ruwvoerders 2 – 5%-eenheden. Voor graskuil wordt gekozen voor een correctie van 4%. Voor snijmaïs en vers gras 3%.

Deze coëfficiënten voor verteerbare energie vormen de input-gegevens voor de IPCC vergelijkingen zoals vermeld onder paragraaf 3.1.7.

Tabel 1. Verteringscoëfficiënten van een aantal voedergrondstoffen<sup>1</sup>.

NAAM	CVB	INRA		NRC		AFRC		
	vcOS %	vcOS %	VcGE %	GE MJ/kg	TDN %	vcGE <sup>2</sup> %	ME MJ/kg	vcGE <sup>2</sup> %
Bietpulp SUI <100	86	84	81	15.2	69.1	83.5	12.8	97.9
Bietpulp SUI 100-150	86	84	81	15.1	69.1	84.0	12.8	98.6
Citruspulp	86	88	84	15.7	79.8	91.7	12.6	93.3
Erwten	90	92	90	15.8	83.0	97.0	13.5	99.4
Lupinen RV<70 RE<335	91	89	89	18.3			14.2	90.2
Lupinen RV<70 RE>335	91	90	91	18.8			14.2	87.8
Mais	89	89	86	16.2	85.0	95.4	13.8	99.1
Maisglutenvoer RE>240	82	82	80	16.4	74.1	87.6	11.8	83.7
Palmpitschilfers RC>220	67	68	68	18.2				
Raapzaadschilfers	79	77	76	17.1				
Sojabonen verhit	88	88	90	20.8	98.8	95.0	13.2	73.8
Sojahullen RC>310	84	82	80	16.3	67.3	77.3	13.2	94.2
Soybeanmeal RC<50	91	93	93	17.2				
Soybeanmeal RC>70	91	92	92	17.3				
Soyb. meal RC 50-70 RE<440	91	92	92	17.1				
Soyb. meal RC 50-70 RE>440	91	92	92	17.3	81.0	86.2		
Tapioca ZET 575-625	84							
Tarwe	89	88	86	16.8	86.6	95.4	13.7	94.8
Tarwegries	73	73	71	16.4	71.5	82.5		
Sunflowers meal RC 160-200	70				59.9		9.6	

<sup>1</sup> vcOS = verteringscoëfficiënt OS; vcGE = verteringscoëfficiënt GE; GE = bruto energie; TDN = totaal verteerbare nutriënten; ME = metaboliseerbare energie.

<sup>2</sup> vcGE door ons berekend op basis van GE-waarden zoals gegeven door INRA.

## Referenties

- Alderman, G., and B.R. Cottrill. 1993. Energy and protein requirements of ruminants: An advisory manual prepared by the AFRC technical committee on responses to nutrients. CAB, Wallingford.
- CVB. 2003. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoerders. CVB, Lelystad, The Netherlands.
- Guyer, P.Q. 1996. Use of energy values in ration formulation. University of Nebraska-Lincoln. <http://ianrpubs.unl.edu/beef/g321.htm#de>. Accessed on 13 July 2004.
- NRC. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle, 5th revised edition. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised edition. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
- Sauvant, D., J.M. Perez, and G. Tran. 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials. Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. 2<sup>nd</sup> revised and corrected edition, INRA 2004. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

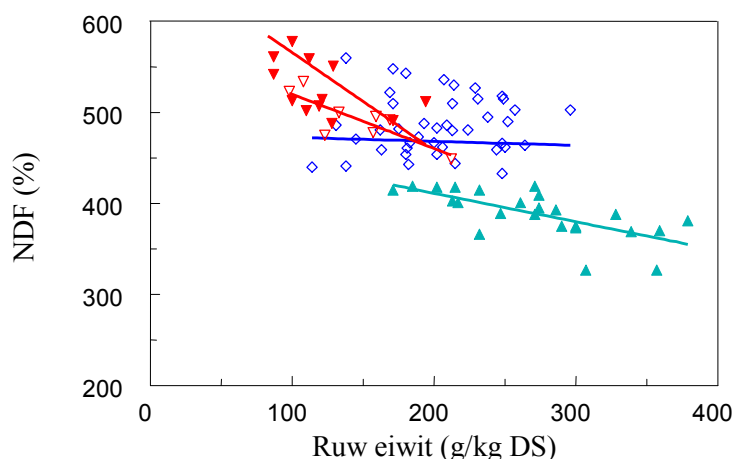
## Bijlage 2    Verteerbare energie van graslandproducten als functie van het eiwitgehalte en overige kwaliteitskenmerken

De hoogte van de berekende methaanproductie, berekend volgens de IPCC richtlijn, is afhankelijk van de hoogte van de verteerbaarheid. Door veranderingen in de mestwetgeving is het N-bemestingsniveau op grasland in de afgelopen 15 jaar verlaagd. Om een inzicht te krijgen wat de gevolgen hiervan zijn in relatie tot de samenstelling en de verteerbaarheid van gras en grassilage, is een literatuurstudie uitgevoerd. In deze studie is met name gekeken naar onderzoek dat is uitgevoerd in Nederland in de periode 1990 tot heden. Op basis van literatuurgegevens worden de relaties tussen de verteringscoëfficiënt van de organische stof (vcOS) enerzijds en de ruw eiwit (RE) en celwanden (NDF) anderzijds in een aantal figuren geïllustreerd.

Figuur 1 laat de relaties zien tussen de RE en NDF zoals gerapporteerd door Gosselink (2004), Valk (2002), en Van Vuuren (1993). Op basis van deze data werden de volgende regressievergelijkingen opgesteld:

Valk:	$477 - 0.044x$	$R^2 = 0.003$
VanVuuren:	$473 - 0.313x$	$R^2 = 0.466$
Gosselink (gras):	$674 - 1.077x$	$R^2 = 0.413$
Gosselink (klaver):	$580 - 0.596x$	$R^2 = 0.665$

De data van Valk heeft een grote spreiding waardoor geen verband tussen de RE en NDF naar voren komt. De data van zowel Van Vuuren als Gosselink laten een duidelijk verband tussen RE en NDF zien en de gecombineerde gegevens van de drie auteurs laten een duidelijke relatie zien waarbij een hoger RE-gehalte samen gaat met een lager NDF-gehalte.



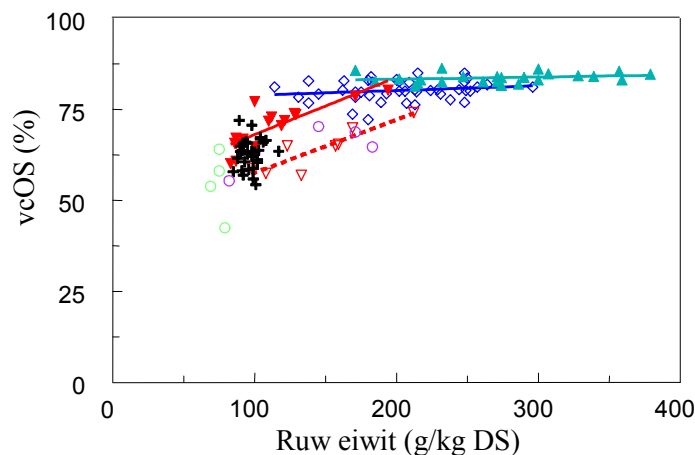
Figuur 1. Relatie tussen RE en NDF volgens observaties van Valk (2002;  $\diamond$ ), Van Vuuren (1993;  $\blacktriangle$ ) en Gosselink (2004; rode klaver,  $\partial$ ; raaigras,  $\blacktriangledown$ )

In Figuur 2 wordt de relatie tussen de RE en de vcOS zoals gerapporteerd door Gosselink (2004), Valk (2002), Nevens en Reheul (2001) en Van Vuuren (1993) weergegeven. Een aantal regressievergelijkingen worden weergegeven:

Valk:	$77.6 + 0.013x$	$R^2 = 0.04$
VanVuuren:	$82.1 + 0.006x$	$R^2 = 0.06$
Gosselink (gras):	$52.4 + 0.157x$	$R^2 = 0.68$
Gosselink (klaver):	$43.0 + 0.146x$	$R^2 = 0.78$

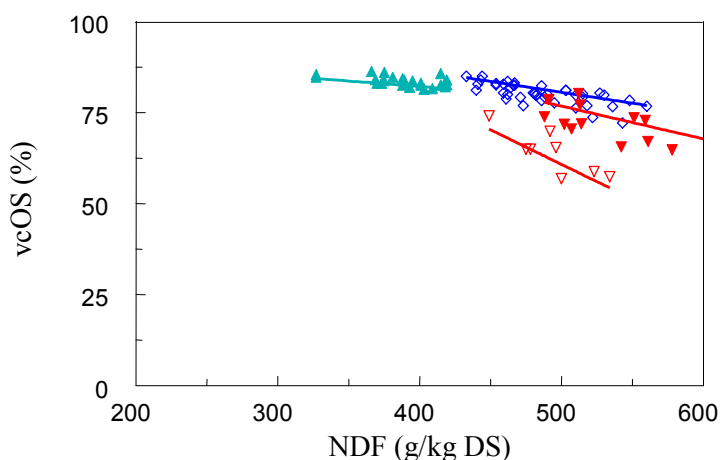
Wat opvalt in deze data is dat naarmate de RE-gehalten afnemen (< 150 á 200 g/kg) de spreiding in de vcOS toeneemt en de vcOS naar lagere waarden neigt. Bij RE gehalten > 150 g/kg lijkt de spreiding in vcOS af te nemen en laat geen noemenswaardige invloed van RE op de verteringscoëfficiënten zien. De proeven uitgevoerd door Nevens en Reheul op beheersgronden of percelen in transitie naar beheersgronden hebben in het algemeen lage RE gehalten (< 120 g/kg) met een duidelijk lagere vcOS. Echter, op de beheersgraslanden werden andere dan raaigrassen gevonden wat ten dele de lagere vcOS verklaart.

De gegevens van met name Valk en Van Vuuren suggereren dat indien de RE gehalten van gras niet verder dalen dan een niveau van 150 g RE/kg de hoogte van de vcOS niet of weinig beïnvloed zal worden. Eerder werk dat gepubliceerd is door Korevaar (1986) geeft hetzelfde beeld.



Figuur 2. Relatie tussen RE en vcOS volgens observaties van Valk (2002;  $\diamond$ ), Van Vuuren (1993;  $\blacktriangle$ ), Gosselink (2004; rode klaver,  $\partial$ ; raaigras,  $\blacktriangledown$ ), Nevens en Reheul (2001; graslanden +; grasland extensief,  $\circ$ ; grasland intensiever,  $\circ$ )

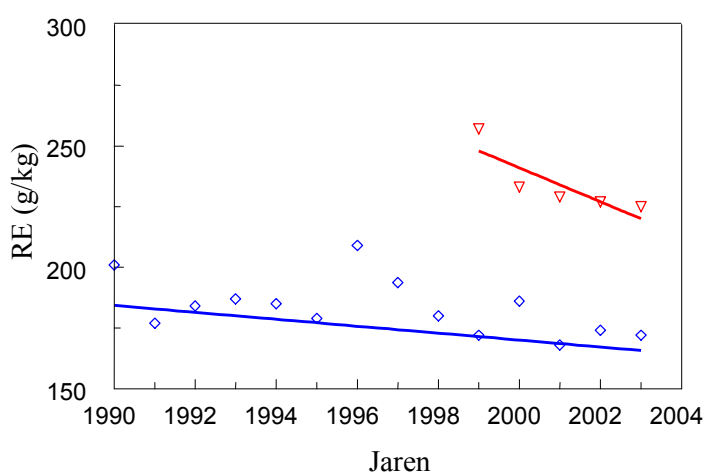
In Figuur 3 wordt de relatie tussen de NDF en de vcOS weergegeven op basis van de gegevens van Gosselink (2004), Valk (2002) en Van Vuuren (1993). In dit geval werd door alle auteurs een duidelijke relatie tussen NDF-gehalte en vcOS gevonden, wat in lijn ligt met de verwachting.



Figuur 3. Relatie tussen NDF en de vcOS volgens observaties van Valk (2002;  $\diamond$ ), Van Vuuren (1993;  $\blacktriangle$ ) en Gosselink (2004; rode klaver,  $\nabla$ ; raaigras,  $\blacktriangledown$ )

Naast deze literatuurgegevens is verder gekeken naar de veranderingen in de relatie tussen de vcOS enerzijds en eiwitgehalte en celwandgehalten anderzijds gedurende het afgelopen decennium. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemiddelden op basis van de gegevens van het Blgg te Oosterbeek (periode 1990 – 2003). Er is geen informatie voorhanden omtrent het aantal waarnemingen per dataset, maar er mag worden aangenomen dat zeker ten aanzien van de versgras-analyses het aantal geanalyseerde monsters beduidend lager ligt dan het aantal geanalyseerde grassilages.

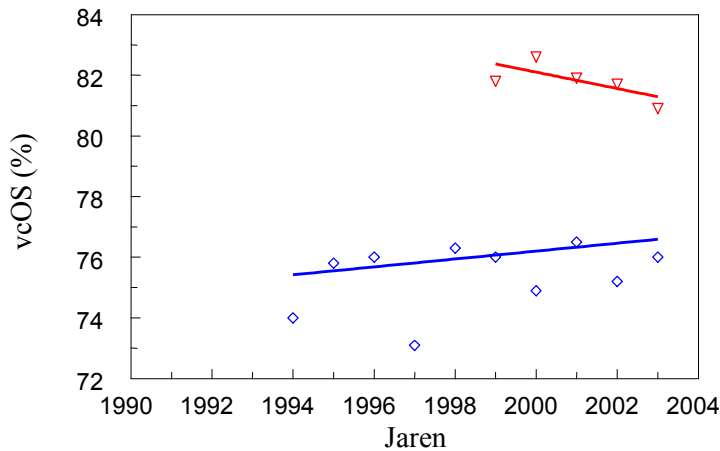
In Figuur 4 wordt het verloop van het RE-gehalte in gras en grassilage gedurende deze periode weergegeven. De gemiddelde analyseresultaten van versgras laten een tendens van een afnemend RE-gehalte zien met een gemiddelde RE van 25.7% in 1999 naar 22.5% in 2003. Met betrekking tot de grassilage wordt eenzelfde tendens gevonden maar het effect is minder sterk met een grotere variatie (van 20.1% in 1990 naar 17.2% in 2003).



Figuur 4. Verloop van de ruweiwitgehalte in gras en grassilage gedurende de periode 1990 – 2003.



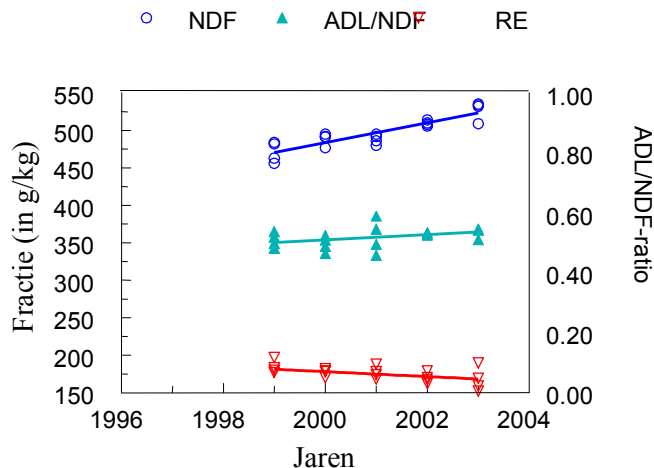
Figuur 5 geeft het verloop van de VC-OS in gras en grassilage gedurende de periode 1994 – 2003 weer.



Figuur 5. Verloop van vcOS in gras en grassilage gedurende de periode 1994 – 2003.

De vcOS van grassilages is vanaf 1994 in lichte mate toegenomen. De helling van de regressielijn wordt voor een belangrijk deel gestuurd door de lage waarnemingen in 1994 en 1997. Gecorrigeerd voor deze punten dan kan verondersteld worden dat de vcOS van gras slechts in geringe mate veranderd is gedurende de periode 1994 – 2003). Het vers gras laat vanaf 1999 wel een tendens naar lagere vcOS-waarden zien, echter het maximum verschil tussen de hoogste en de laagste vcOS-waarneming bedraagt minder dan 2 %-eenheden (80.9 – 82.6%).

Figuur 6 geeft het verloop van de NDF (celwanden) en de verhouding van de ADL/NDF (lignificatie van de celwandfractie) in grassilages gedurende de periode 1999 – 2003 weer.



Figuur 6. Verloop van de NDF, RE en de ADL/NDF-ratio van grassilages over de periode 1994 – 2003.

Deze figuur illustreert duidelijk dat er een tendens bestaat naar een lager RE-gehalte in het gras, wat gepaard gaat met een toename in NDF. Het lijkt echter dat het aandeel lignine in de celwandfractie relatief minder snel is toegenomen en minder lignificatie van de celwanden resulteert in een hogere verteerbaarheid.

Hoewel de RE in grassilage lijkt af te nemen en het NDF toeneemt, lijkt het effect hiervan op de vcOS laag te zijn. Hoewel vanaf 1999 deze trends zijn waar te nemen moet worden afgevraagd of deze zich op dezelfde voet zal voortzetten. Gezien de minimale trend waarmee de vcOS verandert lijkt het reëel om op dit moment uit te gaan van verteringscoëfficiënten voor de GE (vcGE) op basis van de huidige vcOS. Hierbij wordt de vcOS gecorrigeerd naar vcGE zoals omschreven in Bijlage 1.

### **Referenties**

- Gosselink, J.M.J. 2004. Alternatives for forage evaluation in ruminants. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Korevaar, H. 1986. Productie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen. Rapport 101 PR Lelystad.
- Nevens, F. en D. Reheul. 2001. Opbrengst en voederkwaliteit van graslanden met huidige of toekomstige natuurwaarde. <http://allserv.rug.ac.be/~dreheul/anog/>. Accessed on 20 July 2004.
- Valk, H. 2002. Nitrogen and phosphorus supply of dairy cows. Proefschrift Universiteit van Utrecht.
- Van Vuuren, A.M. 1993. Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy cows. Proefschrift Wageningen Universiteit.
-

### **Bijlage 3    Overzicht IPCC berekening pensfermentatie in andere landen met hoogproductief melkvee**

De IPCC richtlijnen voor de berekening van de methaanemissie als gevolg van pensfermentatie gaan uit van de totale bruto energie opname door herkauwers. Met een zogenaamde methaanconversiefactor wordt hieruit de methaanemissie berekend. De IPCC richtlijnen bevatten hiervoor een aantal formules waarmee de energiebehoefte van onderhoud, groei, melkproductie, activiteit, mobilisatie lichaamsreserve, dracht en arbeid berekend kunnen worden. De Tier 1 methode gaat uit van een vaste methaanemissiefactor per dier die gebaseerd is op vaste kengetallen voor melkproductie, groei enz. De Tier 2 methode gaat uit van dezelfde formules maar gebruikt landenspecifieke kengetallen voor melkproductie, groei enz. Deze bijlage geeft een kort overzicht hoe andere landen met hoogproductief melkvee de methaanemissie berekenen. De informatie is ontleend aan de National Inventory Reports 1990 – 2002 van deze landen. Tot slot wordt een tabel gepresenteerd voor deze landen met hoogproductief melkvee met gegevens over de melkproductie per koe en de bijbehorende methaanemissie, zowel uitgedrukt in kg CH<sub>4</sub> per melkkoe als in gram CH<sub>4</sub> per liter geproduceerde melk.

#### **AUSTRALIE**

*National Greenhouse Gas Inventory 2002* (publicatiedatum april 2004) geeft aan dat de energieopname van melkvee berekend wordt volgens de *Feeding Standards for Australian livestock, Ruminants 1990*, uitgegeven door SCA, Standing Committee on Agriculture, CSIRO Australia. De methaanconversiefactor wordt berekend volgens de bekende formule van Blaxter en Clapperton (1965). Deze formule houdt rekening met de verteerbaarheid van het veevoer en met de verhouding totaal voerniveau ten opzichte van de onderhoudsbehoefte. Het National Inventory Report geeft een cumulatieve waarde voor melkvee, een groep die melkkoeien, jongvee en stieren voor de fokkerij omvat. Het Report geeft geen inzicht in de bijdrage van deze categorieën afzonderlijk.

#### **CANADA**

*Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2001* (publicatiedatum augustus 2003) hanteert een Tier 1 benadering voor melkvee. In de komende jaren wordt overgestapt naar een Tier 2 benadering. Zowel voor 1990 als voor 2001 wordt een methaanemissiefactor van 118 kg CH<sub>4</sub> per melkkoe gehanteerd, deze waarde is ontleend aan USA berekeningen.

#### **DENEMARKEN**

*Denmark's National Inventory Report 1990 -2002* (publicatiedatum juni 2004) is gebaseerd op een Tier 2 benadering van de methaanemissie van melkvee. De energieopname wordt volgens Deense normen berekend en vervolgens met een methaanconversiefactor van 6% vermenigvuldigd.

#### **DUITSLAND**

De Duitse berekeningen zijn uitvoerig gedocumenteerd in de *Nationaler Inventarbericht 2004 – Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen – Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft*, Landbauforschung Völknerode Sonderheft 260, uitgave 2003. De methaanemissie van melkkoeien wordt berekend met regressieformules van Kirchgessner et al. (1991), voor het overige rundvee worden de default Tier 1 waarden gebruikt.

**FRANKRIJK**

De Franse berekeningen zijn gedocumenteerd in een tweetal documenten, beiden uitgegeven door CITEPA. Het betreft *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France*, publicatiedatum december 2003 en *Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France*, concept rapport april 2004. Voor melkkoeien zijn de methaanemissiefactoren gebaseerd op dezelfde regressieformules die Duitsland hanteert, voor de overige rundveecategorieën worden de default Tier 1 waarden gebruikt.

**NIEUW ZEELAND**

*New Zealand's Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2002* (publicatiedatum april 2004) geeft aan dat men de energieopname van rundvee berekent volgens Australische Feeding Standards. Voor rundvee wordt vervolgens een methaanconversiefactor van 6,5% gehanteerd. Evenals bij Australië wordt hier een cumulatief getal voor melkvee gepresenteerd en levert de Inventory geen informatie over melkkoeien afzonderlijk.

**UK**

*UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2002*, publicatiedatum april 2004, geeft aan dat de energieopname van melkvee berekend wordt conform IPCC richtlijnen Tier 2 benadering. Er wordt verder gerekend met een methaanconversiefactor van 6%. De energie die nodig is voor activiteit tijdens de weidegang, wordt vermenigvuldigd met een factor 0,43 omdat melkvee maar een deel van het jaar in de weide loopt.

**USA**

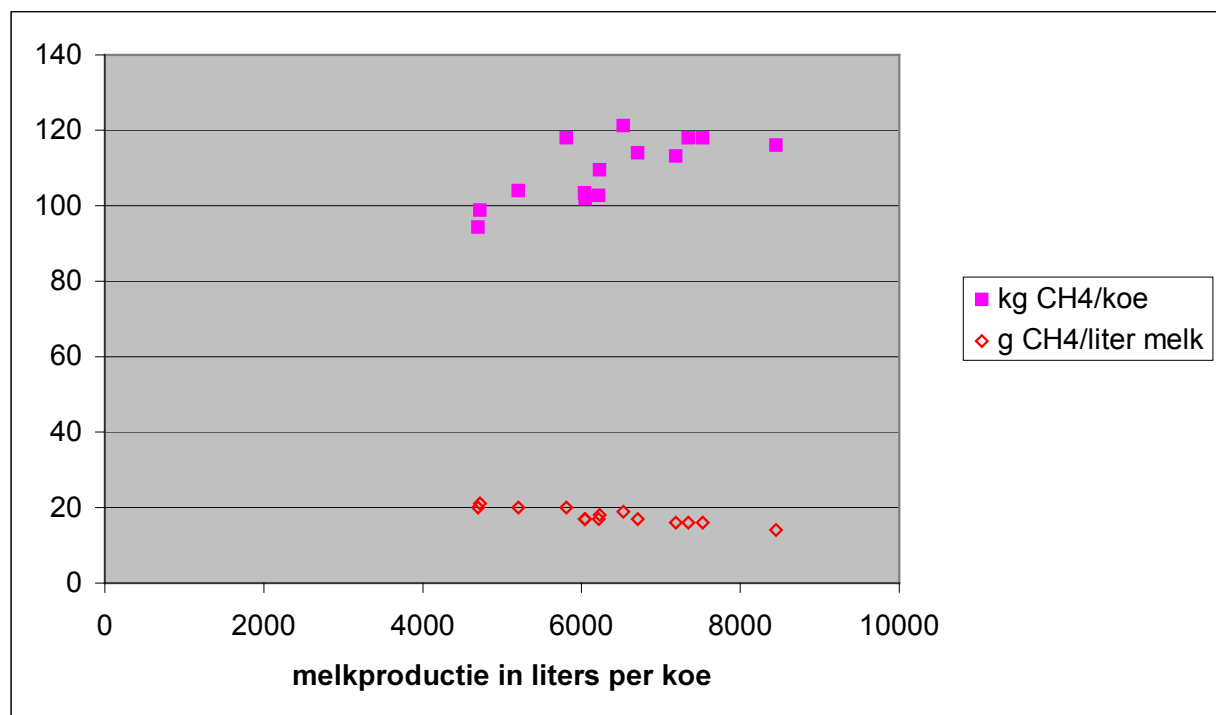
*Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2002*, publicatie datum 15 april 2004, vermeldt dat de energieopname van melkvee berekend wordt volgens de Tier 2 benadering van IPCC. Er wordt gerekend met een methaanconversiefactor die lager is dan 6%. Verder wordt bij de energie voor activiteit tijdens beweiding rekening gehouden met het feit dat het melkvee maar een deel van het jaar geweid wordt. Omdat gewerkt wordt met een cumulatief getal voor melkvee zijn de kengetallen voor energieopname van melkkoeien en de bijbehorende methaanconversiefactor niet te herleiden. Wel kan uit de Inventory de methaanemissiefactor voor melkkoeien afgeleid worden.

**Methaanemissie per melkkoe en per liter melk**

Voor die bovenstaande landen waarvan de gegevens van melkkoeien beschikbaar zijn geeft Tabel 1 informatie over de melkproductie per koe en de bijhorende methaanemissie. Van deze landen hanteert alleen Canada een Tier 1 benadering voor melkkoeien. Als we de landen met een Tier 2 benadering nader bekijken dan valt op dat in alle landen in de periode 1990 tot 2002 de methaanemissie per koe stijgt en dat de methaanemissie per liter geproduceerde melk daalt. De tabel laat tevens zien dat de Nederlandse methaanemissiefactor voor melkkoeien redelijk overeenkomt met de factoren die andere landen hanteren. Wanneer de data van alle landen in Tabel 1 grafisch worden weergegeven dan blijkt dat bij stijgende melkproductie per koe de methaanemissie per koe ook stijgt en dat de methaanemissie per liter geproduceerde melk daalt (zie Figuur 1).

Tabel 1. Methaanemissie van melkkoeien als gevolg van pensfermentatie in enkele landen met hoogproductief melkvee, voor de jaren 1990 en 2002. Bron: National Inventory Reports, data voor Nederland komen uit deze studie.

	Canada	Denemarken	Duitsland	Frankrijk	Nederland	UK	USA
1990							
Melkproductie liter/koe/jaar	5808	6231	4699	4723	6050	5204	6705
Methaanemissie kg CH <sub>4</sub> /koe	118	109,5	94,3	98,8	101,9	103,9	114
Methaanemissie g CH <sub>4</sub> /liter melk	20	18	20	21	17	20	17
2002							
Melkproductie liter/koe/jaar	7348	7525	6216	6043	7187	6529	8451
Methaanemissie kg CH <sub>4</sub> /koe	118	118,0	102,7	103,3	113,2	121,2	116
Methaanemissie g CH <sub>4</sub> /liter melk	16	16	17	17	16	19	14



Figuur 1. Methaanemissie als functie van de melkproductie van melkkoeien. Data zijn afkomstig uit Tabel 1.

## Referenties

- Blaxter KL and Clapperton JL. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition*, 19, 511-522.
- Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL, Kreuzer M. 1991. Release of methane and carbon dioxide by dairy cattle. *Agribiological Research* 44, 91-102.
- Vermorel M. 1995. Emissions annuelles de méthane d'origine digestive par les bovins en France. Variations selon le type d'animal et le niveau de production. *INRA Prod. Anim.* 8, 265-272.
- Vermorel M. 1997. Emissions annuelles de méthane d'origine digestive par les ovins, les caprins et les équins en France. *INRA Prod. Anim.* 10, 153-161.

## Bijlage 4 Resultaten met uitsplitsing per regio

Tabel 1 Berekende bruto energie opname (GE) in MJ/d en droge stof opname (DMi) in kg /d.

	1990		1995		2000		2001		2002	
	GE	DMi	GE	DMi	GE	DMi	GE	DMi	GE	DMi
<b>Oost en Zuid Nederland</b>										
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>										
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee <1 jr	73,7	4,0	73,7	4,0	92,8	5,0	92,8	5,0	92,8	5,0
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	130,8	7,1	130,8	7,1	132,5	7,2	132,5	7,2	132,5	7,2
Mannelijk jongvee 1-2 jr	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6
Melk- en kalfkoeien	261,2	14,2	268,4	14,5	294,4	16,0	289,0	15,7	290,2	15,7
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6
<b>Rundvee voor de mesterij</b>										
Vleeskalveren, rosé	90,4	4,9	90,4	4,9	96,1	5,2	96,1	5,2	96,1	5,2
Vleeskalveren, witvlees	62,6	3,4	63,5	3,4	67,6	3,7	67,6	3,7	67,6	3,7
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	102,0	5,5	99,7	5,4	102,7	5,6	102,7	5,6	102,7	5,6
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	123,5	6,7	123,5	6,7	125,1	6,8	125,1	6,8	125,1	6,8
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	151,4	8,2	151,0	8,2	152,7	8,3	152,7	8,3	152,7	8,3
Zoog- Mest en weidekoeien, > 2	163,9	8,9	163,9	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9
<b>Noord en West Nederland</b>										
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>										
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee <1 jr	73,7	4,0	73,7	4,0	92,8	5,0	92,8	5,0	92,8	5,0
Vrouwelijk jongvee 1 jr - afk.	130,8	7,1	130,8	7,1	132,5	7,2	132,5	7,2	132,5	7,2
Mannelijk jongvee 1-2 jr	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6	140,1	7,6
Melk- en kalfkoeien	256,4	13,9	268,4	14,5	288,9	15,7	289,0	15,7	284,8	15,4
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6	159,0	8,6
<b>Rundvee voor de mesterij</b>										
Vleeskalveren, rosé	90,4	4,9	90,4	4,9	96,1	5,2	96,1	5,2	96,1	5,2
Vleeskalveren, witvlees	62,6	3,4	63,5	3,4	67,6	3,7	67,6	3,7	67,6	3,7
Vrouwelijk jongvee <1 jr	85,7	4,6	85,7	4,6	88,3	4,8	88,3	4,8	88,3	4,8
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	102,0	5,5	99,7	5,4	102,7	5,6	102,7	5,6	102,7	5,6
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	123,5	6,7	123,5	6,7	125,1	6,8	125,1	6,8	125,1	6,8
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	151,4	8,2	151,0	8,2	152,7	8,3	152,7	8,3	152,7	8,3
Zoog- mest en weidekoeien, > 2	163,9	8,9	163,9	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9	164,2	8,9

Tabel 2 Emissiefactor (kg methaan/dier/jaar) per diercategorie

	Emissiefactor methaan				
	1990	1995	2000	2001	2002
<b><u>Oost en Zuid Nederland</u></b>					
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
Mannelijk jongvee <1 jr	29,00	29,00	36,53	36,53	36,53
Vrouwelijk jongvee 1 jr - afk.	51,49	51,49	52,16	52,16	52,16
Mannelijk jongvee 1-2 jr	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15
Melk- en kalfkoeien	102,79	105,64	115,84	113,73	114,22
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	35,59	35,59	37,82	37,82	37,82
Vleeskalveren, witvlees	16,42	16,66	17,73	17,73	17,73
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	40,13	39,25	40,43	40,43	40,43
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	48,61	48,61	49,23	49,23	49,23
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	59,57	59,43	60,08	60,08	60,08
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	64,51	64,51	64,61	64,61	64,61
<b><u>Noord en West Nederland</u></b>					
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
Mannelijk jongvee <1 jr	29,00	29,00	36,53	36,53	36,53
Vrouwelijk jongvee 1 jr - afk.	51,49	51,49	52,16	52,16	52,16
Mannelijk jongvee 1-2 jr	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15
Melk- en kalfkoeien	100,91	105,64	113,69	113,73	112,09
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	35,59	35,59	37,82	37,82	37,82
Vleeskalveren, witvlees	16,42	16,66	17,73	17,73	17,73
Vrouwelijk jongvee <1 jr	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	40,13	39,25	40,43	40,43	40,43
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	48,61	48,61	49,23	49,23	49,23
Mannelijk jongvee +osses > 1 jr	59,57	59,43	60,08	60,08	60,08
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	64,51	64,51	64,61	64,61	64,61

Tabel 3 Totale methaanemissie in miljoen kg per diercategorie, per jaar en per regio

	Methaan emissie				
	1990	1995	2000	2001	2002
<b><u>Oost en Zuid Nederland</u></b>					
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	15,096	13,685	10,875	10,561	9,948
Mannelijk jongvee <1 jr	0,865	0,758	0,888	1,824	0,967
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	26,816	24,141	20,458	19,202	18,492
Mannelijk jongvee 1-2 jr	0,992	1,021	0,919	0,870	0,996
Melk- en kalfkoeien	105,669	98,838	92,261	91,355	87,651
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	0,292	0,285	0,365	0,388	0,467
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	0,869	2,645	4,626	4,751	4,766
Vleeskalveren, witvlees	7,949	8,290	9,504	8,198	8,388
Vrouwelijk jongvee <1 jr	1,186	1,268	0,947	0,984	0,862
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	8,756	5,940	2,604	2,310	1,821
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	2,997	3,450	2,024	2,007	1,879
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	9,250	8,586	4,525	4,455	3,562
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	4,803	5,860	6,628	6,583	5,987
Totaal regio Oost en Zuid	185,539	174,768	156,625	153,489	145,786
<b><u>Noord en West Nederland</u></b>					
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>					
Vrouwelijk jongvee <1 jr	10,292	9,795	8,676	8,643	8,441
Mannelijk jongvee <1 jr	0,678	0,522	0,479	1,391	0,665
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	18,478	17,453	15,985	15,533	15,331
Mannelijk jongvee 1-2 jr	0,918	0,806	0,533	0,609	0,744
Melk- en kalfkoeien	85,743	81,579	80,452	83,701	80,495
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	0,257	0,257	0,287	0,299	0,417
<b>Rundvee voor de mesterij</b>					
Vleeskalveren, rosé	0,159	0,408	0,888	0,957	0,983
Vleeskalveren, witvlees	1,453	1,431	1,791	1,676	1,567
Vrouwelijk jongvee <1 jr	0,602	0,662	0,488	0,507	0,489
Mannelijk jongvee+osses <1 jr	1,493	1,446	0,770	0,797	0,726
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	1,840	2,142	1,015	0,998	1,004
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	2,089	2,142	1,367	1,246	1,252
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	2,908	3,570	3,928	3,806	3,767
Totaal regio Noord en West	126,910	122,213	116,659	120,165	115,881
Totaal Nederland	312,449	296,981	273,283	273,655	261,668



## Bijlage 5 Melkproductie en rantsoenengetallen van melkvee van alle jaren in de periode 1990-2002

Tabel 1 Melkproductie per koe en gehalten aan vet en eiwit

Jaar	Melkproductie per koe (kg / jaar)	Melkproductie per dag (berekend)	Vetgehalte (%)
1990	6050	16,58	4,38
1991	6090	16,68	4,43
1992	6140	16,82	4,41
1993	6270	17,18	4,46
1994	6405	17,55	4,43
1995	6580	18,03	4,40
1996	6626	18,15	4,43
1997	6803	18,64	4,41
1998	6827	18,70	4,40
1999	7034	19,27	4,34
2000	7416	20,32	4,38
2001 *)	7336	20,10	4,44
2001	7127	19,53	4,44
2002	7187	19,69	4,43

\*) : Aantal melkkoeien gecorrigeerd voor mkz (gebruikt voor de berekeningen)

Tabel 2 Rantsoenengetallen vanaf 1990 voor de zuid-oost (ZO) en de noord-west (NW) regio in de stal en weideperiode.

	1990		1990		1991		1991		1992		1992		1993		1993	
Melkkoeien	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	
Graskuil/hooi	778	1387	1054	926	1556	1211	573	1289	896	698	1531	1074				
Snijmaiskuil	807	196	531	741	147	472	1054	237	686	1033	257	683				
Conc/vochtrijk	100	100	100	74	74	74	57	57	57	47	47	47				
Conc/standaard	497	1077	759	486	1072	751	632	1141	861	533	1088	784				
Conc/eiwitrijk	579		317	586		321	510		280	554		304				
Totaal stal	2761	2760	2761	2813	2849	2829	2826	2724	2780	2865	2923	2891				
	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide				
Weidegras	1374	1618	1484	1541	1753	1637	1692	2027	1843	1645	1702	1671				
Graskuil/hooi	100	316	198	100	170	132	100	17	63	100	329	203				
Snijmaiskuil	595	100	371	409	100	269	159	100	132	378	100	252				
Conc/vochtrijk	66	66	66	49	49	49	38	38	38	32	32	32				
Conc/standaard	718	718	718	715	715	715	761	761	761	725	725	725				
Conc/eiwitrijk			0			0			0			0				
Totaal weide	2853	2818	2837	2814	2787	2802	2750	2943	2837	2880	2888	2884				
Totaal jaar	5614	5578	5598	5627	5636	5631	5576	5667	5617	5745	5811	5775				

Tabel 2 vervolg

	1994			1995			1996			1997			1997
	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	gem
	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal
Melkkoeien	782	1378	1052	636	1209	895	669	1146	887	599	1137	843	
Graskuil/hooi	945	355	678	882	360	646	889	441	685	926	424	699	
Conc/vochtrijk	74	74	74	127	127	127	81	81	81	179	179	179	
Conc/standaard	525	1148	807	493	1275	847	634	1099	846	631	1102	844	
Conc/eiwitrijk	623		341	783		429	663	198	451	617	146	404	
Totaal stal	2949	2955	2952	2921	2971	2944	2936	2965	2949	2952	2988	2968	
	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide
Weidegras	1211	1620	1396	1314	1681	1480	1495	1422	1462	1263	1754	1485	
Graskuil/hooi	100	383	228	100	197	144	22	522	250	100	165	129	
Snijmaiskuil	837	100	504	612	100	380	484	100	309	716	100	437	
Conc/vochtrijk	50	50	50	84	84	84	54	54	54	119	119	119	
Conc/standaard	765	765	765	850	850	850	865	865	865	832	832	832	
Conc/eiwitrijk			0			0			0			0	
Totaal weide	2963	2918	2943	2960	2912	2938	2920	2963	2940	3030	2970	3003	
Totaal jaar	5912	5873	5894	5881	5883	5882	5856	5928	5889	5982	5958	5971	

Tabel 2 vervolg

	1998			1999			2000			2001			2002		
	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem	ZO	NW	gem
	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal	stal
Melkkoeien	803	1351	1055	885	1316	1086	984	1557	1254	1032	1593	1299	1063	1547	1297
Graskuil/hooi	937	537	753	987	533	775	1025	517	786	1064	559	823	989	539	771
Snijmaiskuil	153	162	157	134	142	138	163	163	163	152	152	152	157	157	157
Conc/vochtrijk	602	1170	863	529	1075	783	758	1186	959	860	1168	1007	913	1186	1045
Conc/standaard	666	166	436	654	172	429	537	109	336	437	128	290	371	98	239
Conc/eiwitrijk			0			0			0			0			0
Totaal stal	3161	3386	3264	3189	3238	3212	3467	3532	3498	3545	3600	3571	3493	3527	3509
	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide	weide
Weidegras	775	1262	999	1149	1399	1266	781	1234	994	949	1567	1244	694	1421	1045
Graskuil/hooi	404	544	468	200	656	412	300	547	416	350	328	340	400	418	409
Snijmaiskuil	949	180	595	793	182	508	990	282	657	839	192	531	1041	231	649
Conc/vochtrijk	88	80	84	77	70	74	75	75	75	70	70	70	72	72	72
Conc/standaard	731	662	699	682	618	652	594	594	594	594	594	594	589	589	589
Conc/eiwitrijk			0			0			0			0			0
Totaal weide	2947	2728	2846	2901	2925	2912	2740	2732	2736	2802	2751	2778	2796	2731	2765
Totaal jaar	6108	6114	6111	6090	6163	6124	6207	6264	6234	6347	6351	6349	6289	6258	6274

## Bijlage 6 Methaanemissie van alle jaren in de periode 1990-2002

Tabel 1 Aantal dieren per diercategorie, per jaar

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	752.658	760.636	720.342	687.326	687.442	696.063	703.237
Mannelijk jongvee < 1 jr	53.229	59.044	53.905	49.573	47.841	44.163	57.182
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	879.726	907.854	892.867	836.109	802.884	807.858	804.949
Mannelijk jongvee 1-2 jr	34.635	37.628	39.297	31.957	33.034	33.118	37.203
Melk- en kalfkoeien	1.877.684	1.852.165	1.775.259	1.746.733	1.697.868	1.707.875	1.664.648
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	8.762	9.899	8.547	8.551	7.975	8.674	9.229
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé*	28.876	39.784	51.018	62.996	77.226	85.803	100.394
Vleeskalveren, witvlees	572.709	581.834	586.713	593.214	612.290	583.516	577.196
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	53.021	65.551	61.436	63.009	63.144	57.218	55.575
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	255.375	275.383	244.178	233.479	226.539	188.193	147.553
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	99.489	121.882	127.823	128.765	121.131	115.018	97.145
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	190.330	211.036	212.514	198.417	191.875	180.515	150.622
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	119.529	139.375	145.978	156.459	146.462	146.181	146.384
Totaal Nederland	4.926.023	5.062.071	4.919.877	4.796.588	4.715.711	4.654.195	4.551.317
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	651.019	615.834	596.635	562.563	552.595	529.127	
Mannelijk jongvee < 1 jr	46.785	41.830	37.653	37.440	88.001	44.692	
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	821.891	756.995	714.018	698.733	665.997	648.497	
Mannelijk jongvee 1-2 jr	31.632	27.586	25.331	26.328	26.819	31.543	
Melk- en kalfkoeien	1.590.571	1.610.630	1.588.489	1.504.097	1.539.180	1.485.531	
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	8.198	8.141	10.278	10.410	10.982	14.132	
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé	100.948	101.267	118.397	145.828	150.950	152.033	
Vleeskalveren, witvlees	603.171	609.724	634.257	636.907	556.780	561.300	
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	47.669	42.362	45.977	41.300	42.911	38.887	
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	137.053	115.106	97.465	83.447	76.861	62.988	
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	76.482	70.377	63.990	61.724	61.047	58.565	
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	150.714	137.870	120.619	98.066	94.902	80.127	
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	144.502	145.362	152.581	163.397	160.802	150.972	
Totaal Nederland	4.410.635	4.283.084	4.205.690	4.070.240	4.027.827	3.858.394	

\* De Landbouwtelling geeft vanaf 1995 de aantallen rosé-vleeskalveren. In de tweede helft van de 80-jaren is de rosé-vleeskalverhouderij begonnen. In 1995 bedroeg het aandeel rosé- vleeskalveren 12,8% van het totaal aantal vleeskalveren. Aangenomen is dat in de periode 1987-1995 het aandeel rosé-vleeskalveren jaarlijks met 1,6% toenam. Voor 1990 is derhalve gerekend met een aandeel van 4,8%.

Tabel 2 Methaanemissiefactoren in kg per diercategorie, per jaar

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73
Mannelijk jongvee < 1 jr	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	51,49	51,49	51,49	51,49	51,49	51,49	51,49
Mannelijk jongvee 1-2 jr	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15
Melk- en kalfkoeien	101,94	101,69	102,48	103,53	105,24	105,64	106,21
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé	35,59	35,59	35,59	35,59	35,59	35,59	35,59
Vleeskalveren, witvlees	16,42	16,42	16,42	16,42	16,42	16,66	16,66
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73	33,73
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	40,13	40,13	40,13	40,13	40,13	39,25	39,25
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	48,61	48,61	48,61	48,61	48,61	48,61	48,61
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	59,57	59,57	59,57	59,57	59,57	59,43	59,43
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	64,51	64,51	64,51	64,51	64,51	64,51	64,51
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	33,73	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75	
Mannelijk jongvee < 1 jr	29,00	29,00	29,00	36,53	36,53	36,53	
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	51,49	51,49	51,49	52,16	52,16	52,16	
Mannelijk jongvee 1-2 jr	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15	55,15	
Melk- en kalfkoeien	107,11	109,22	110,91	114,83	113,73	113,19	
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59	62,59	
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé	35,59	35,59	35,59	37,82	37,82	37,82	
Vleeskalveren, witvlees	16,66	16,66	16,66	17,73	17,73	17,73	
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	33,73	33,73	33,73	34,75	34,75	34,75	
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	39,25	39,25	39,25	40,43	40,43	40,43	
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	48,61	48,61	48,61	49,23	49,23	49,23	
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	59,43	59,43	59,43	60,08	60,08	60,08	
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	64,51	64,51	64,51	64,61	64,61	64,61	

Tabel 3 Totale methaanemissie in miljoen kg per diercategorie, per jaar

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	25,388	25,658	24,298	23,185	23,189	23,479	23,721
Mannelijk jongvee < 1 jr	1,543	1,712	1,563	1,437	1,387	1,281	1,658
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	45,294	46,742	45,970	43,048	41,338	41,594	41,444
Mannelijk jongvee 1-2 jr	1,910	2,075	2,167	1,762	1,822	1,826	2,052
Melk- en kalfkoeien	191,413	188,345	181,920	180,832	178,676	180,417	176,799
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	0,548	0,620	0,535	0,535	0,499	0,543	0,578
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé	1,028	1,416	1,815	2,242	2,748	3,053	3,573
Vleeskalveren, witvlees	9,401	9,551	9,631	9,738	10,051	9,722	9,616
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	1,788	2,211	2,072	2,125	2,130	1,930	1,875
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	10,249	11,052	9,799	9,370	9,092	7,387	5,791
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	4,837	5,925	6,214	6,260	5,889	5,591	4,723
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	11,338	12,572	12,660	11,820	11,430	10,728	8,951
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	7,711	8,991	9,417	10,093	9,448	9,430	9,443
Totaal Nederland	312,449	316,870	308,064	302,448	297,698	296,981	290,224
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
<b>Rundvee voor de fokkerij</b>							
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	21,960	20,773	20,126	19,551	19,204	18,389	
Mannelijk jongvee < 1 jr	1,357	1,213	1,092	1,368	3,215	1,633	
Vrouwelijk jongvee 1 jr – afk.	42,316	38,975	36,762	36,443	34,736	33,823	
Mannelijk jongvee 1-2 jr	1,745	1,521	1,397	1,452	1,479	1,740	
Melk- en kalfkoeien	170,370	175,920	176,182	172,713	175,056	168,147	
Stieren voor de fokkerij, > 2jr	0,513	0,510	0,643	0,652	0,687	0,885	
<b>Rundvee voor de mesterij</b>							
Vleeskalveren, rosé	3,592	3,604	4,213	5,515	5,708	5,749	
Vleeskalveren, witvlees	10,049	10,158	10,567	11,295	9,874	9,954	
Vrouwelijk jongvee < 1 jr	1,608	1,429	1,551	1,435	1,491	1,351	
Mannelijk jongvee+osses < 1 jr	5,379	4,518	3,825	3,374	3,108	2,547	
Vrouwelijk jongvee 1-2 jr en ouder	3,718	3,421	3,111	3,039	3,005	2,883	
Mannelijk jongvee+osses > 1 jr	8,957	8,193	7,168	5,891	5,701	4,814	
Zoog-, mest en weidekoeien, > 2 jr	9,322	9,377	9,843	10,557	10,389	9,754	
Totaal Nederland	280,885	279,612	276,480	273,283	273,655	261,668	