

# Verantwoorde en communiceerbare argumenten bij biologische producten: *milieueffecten*

Verantwoorde en communiceerbare argumenten bij biologische producten: milieueffecten





# Verantwoorde en communiceerbare argumenten bij biologische producten: milieueffecten

Wijnand Sukkel<sup>1</sup>, Joanneke Spruijt<sup>1</sup>, Gondy Peppelman<sup>1</sup> & Izak Vermeij<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

<sup>2</sup> Animal Sciences Group

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

In opdracht van het Ministerie van LNV

Projectnummer: PPO-3250065400

## **Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Sector Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten**

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 – 29 11 11  
Fax : 0320 – 23 04 79  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Dankwoord	1
1. Samenvatting van milieucclaims per thema	3
2. Inleiding	5
2.1 Aanleiding en doel	5
2.2 Methode en Activiteiten	5
2.3 Afbakening	6
2.4 Leeswijzer	8
3. Bestrijdingsmiddelen	9
3.1 Conclusies bestrijdingsmiddelen	9
3.2 Algemeen effect van bestrijdingsmiddelen op het milieu	9
3.3 Gebruik van bestrijdingsmiddelen door de biologische landbouw en milieueffecten	10
4. Mest en mineralen	17
4.1 Algemeen	17
4.2 Stikstofuitspoeling	17
4.2.1 Conclusies stikstofuitspoeling	17
4.2.2 Stikstofuitspoeling algemeen	18
4.2.3 Stikstofuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten	19
4.2.4 Stikstofuitspoeling bij fruitteelt	25
4.2.5 Stikstofuitspoeling in de rundveehouderij	26
4.2.6 Stikstofuitspoeling in de varkenshouderij	31
4.2.7 Stikstofuitspoeling in de pluimveehouderij	33
4.3 Fosfaatuitspoeling	34
4.3.1 Conclusies fosfaatuitspoeling	34
4.3.2 Fosfaatuitspoeling algemeen	34
4.3.3 Fosfaatuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten	34
4.3.4 Fosfaatuitspoeling fruitteelt	36
4.3.5 Fosfaatuitspoeling rundveehouderij	36
4.4 Ammoniakemissie	37
4.4.1 Conclusies ammoniakemissie	37
4.4.2 Ammoniakemissie algemeen	38
4.4.3 Ammoniakemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten	39
4.4.4 Ammoniakemissie rundveehouderij	40
4.4.5 Ammoniakemissie varkenshouderij	40
4.4.6 Ammoniakemissie pluimvee	41
4.5 Eutrofiëring en verzuring	42
4.5.1 Conclusies eutrofiëring en verzuring	42
4.5.2 Eutrofiëring en verzuring algemeen	42
4.5.3 Eutrofiëring en verzuring in de melkveehouderij	43

	pagina
5. Eindige/schaarse bronnen (Energie en fosfaat)	45
5.1 Energieverbruik	45
5.1.1 Conclusies energieverbruik	45
5.1.2 Energieverbruik algemeen	46
5.1.3 Energieverbruik akkerbouw en vollegrondsgroenten	47
5.1.4 Energieverbruik glastuinbouw	49
5.1.5 Energieverbruik melkveehouderij	49
5.1.6 Energieverbruik varkenshouderij	51
5.1.7 Energieverbruik pluimveehouderij	53
5.2 Fosfaat	53
5.2.1 Conclusies fosfaat	53
5.2.2 Fosfaat algemeen	53
5.2.3 Fosfaatgebruik akkerbouw en vollegrondsgroenten	54
5.2.4 Fosfaatgebruik grasland	55
6. Broeikasgassen en koolstof opslag	57
6.1 Broeikasgasemissie	57
6.1.1 Conclusies broeikasgasemissie	57
6.1.2 Broeikasgasemissie algemeen	57
6.1.3 Broeikasgasemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten	58
6.1.4 Broeikasgasemissie melkveehouderij	60
6.2 Koolstof opslag	62
6.2.1 Conclusies koolstof opslag	62
6.2.2 Koolstof opslag algemeen	62
6.2.3 Koolstof opslag akkerbouw en vollegrondsgroenten	62
6.2.4 Koolstof opslag veehouderij	64
7. Watergebruik	65
7.1 Conclusies watergebruik	65
7.2 Watergebruik algemeen	65
7.3 Watergebruik akkerbouw	65
7.4 Watergebruik melkveehouderij	66
8. Zware metalen	67
8.1 Conclusies zware metalen	67
8.2 Zware metalen algemeen	67
8.3 Zware metalen plantenteelt en veehouderij	69
9. Referenties	71
Bijlage I. Representativiteit praktijkbedrijven akkerbouw en vollegrondsgroenten	4 pp.
Bijlage II. Representativiteit praktijkbedrijven melkveehouderij	1 p.
Bijlage III. Representativiteit praktijkbedrijven fruitteelt	1 p.
Bijlage IV. Arealen en productie biologische landbouw vs. gangbaar	3 pp.

# Dankwoord

Deze studie is mede tot stand gekomen dankzij bijdragen van velen. Jacques Meijs en Ina Pinxterhuis hebben meegedacht bij de definitie en opzet van de studie en hebben commentaar geleverd op de conceptversies van de studie. Daarnaast had Jacques Meijs de algehele projectleiding van het project communiceerbare argumenten waarvan dit rapport één van de producten is.

Paulien van Asperen, Cees van der Wel, Wiepie van Leeuwen, Anna Zwijnenburg en AlbertJan Olijve hebben geholpen met het beschikbaar stellen en de analyse van de registratiegegevens van de praktijkbedrijven uit BIOM en Telen met toekomst. Peter Frans de Jong heeft de berekeningen voor de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen in fruit gedaan.

Jules Bos en Janjo de Haan hebben bijgedragen door het voortijdig beschikbaar stellen van resultaten uit een studie naar energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstof opslag. Hierdoor konden een aantal zeer relevante resultaten nog in dit rapport worden meegenomen.

De deelnemers van de workshop waarin het concept rapport werd besproken hebben tijdens en na de workshop ons regelmatig van nuttige aanwijzingen en raad voorzien om het rapport te verbeteren. De deelnemers buiten Wageningen UR waren Vincent Blok (LBI), Joost Guijt (Biologica), Bert van Ruitenbeek (Biologica), Uli Schnier (Task Force MBL) en Carin Rougoor (CLM).

Wij zijn allen zeer erkentelijk voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

De auteurs



# 1. Samenvatting van milieucclaims per thema

## Toelichting weergave milieuprestaties

De milieuprestaties van biologische landbouw die uit deze studie naar voren komen, worden per thema in een samenvattende uitspraak weergegeven. Hierbij wordt een beoordeling van de 'robuustheid' van de uitspraak weergegeven in de vorm van 1 tot 5 sterren. De beoordeling van de robuustheid van de uitspraak is gebaseerd op de omvang en kwaliteit van de bewijslast.

- \* Uitspraak weinig robuust: bronnen weinig representatief, anekdotisch, indirect bewijs, bronnen in tegenspraak, weinig betrouwbare verschillen, etc.
- \*\*\*\*\* Uitspraak zeer robuust: bronnen representatief, grote bewijslast, direct bewijs, grote eenduidigheid in bronnen, etc.

## Bestrijdingsmiddelen

De milieubelasting als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen is in de biologische landbouw zeer gering en veel lager dan in de gangbare landbouw.

- \*\*\*\*\* *Er worden in de biologische landbouw geen synthetische bestrijdingsmiddelen gebruikt en er zijn diverse en eenduidige bronnen waaruit blijkt dat de milieubelasting van de gebruikte biologische bestrijdingsmiddelen minimaal is.*

## Mineralen en mest

Stikstofuitspoeling per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

- \*\*\*\*\* *Bij rundveehouderij is de betrouwbaarheid van de claim hoog, omdat meerdere onderzoeken, zowel in Nederland als Denemarken (vergelijkbare houderij) dezelfde resultaten geven.*
- \*\*\* *Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten zijn de resultaten wat variabel, de tendens is een lagere uitspoeling of een lager uitspoelingsrisico bij biologische bedrijven.*
- \* *Bij pluimvee en varkens treden bij biologische bedrijven meer puntbelastingen op in de uitloop.*

Fosfaatuitspoeling is op biologische bedrijven lager dan op gangbare bedrijven.

- \* *Voor akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt is op basis van literatuur geen uitspraak mogelijk. Bij veehouderij is de claim is gebaseerd op indirecte indicatoren bij rundveehouderij.*

Ammoniakemissie per hectare is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare rundveehouderij.

- \*\*\*\* *Bij rundveehouderij is de claim goed onderbouwd, resultaat literatuur meestal gebaseerd op indirecte maatstaf van stikstofoverschot*
- \*\* *Bij varkens- en pluimveehouderij gaat het om metingen van beperkte omvang.*

De bijdrage aan eutrofiëring is in de biologische melkveehouderij per ha lager dan die in de gangbare melkveehouderij.

- \*\*\* *LCA op basis van experimentele bedrijven, per type 1 bedrijf; echter deze claim is wel goed te beredeneren vanwege de lagere nitraat- en ammoniakemissies in de biologische veehouderij.*

Het verzuringspotentieel op biologische melkveebedrijven valt per hectare lager uit dan op gangbare melkveebedrijven.

- \*\* *Voor Nederland komt dit niet uit de beschikbare studie, voor Duitsland, Denemarken en Zweden wel. Op basis van de lagere ammoniak emissie in de biologische melkveehouderij kan een lager verzuringspotentieel verwacht worden.*



### Eindige of schaarse grondstoffen

Het energieverbruik per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

- \*\*\*\* *Onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie voor akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en voor melkveehouderij. Internationale literatuur wijst in dezelfde richting.*

Het energieverbruik per ton product is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven

- \*\*\*\* *Voor rundveehouderij onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie, bevestigd door internationale bronnen.*
- \* *Voor plantaardige sectoren geen verschillen of biologische landbouw gebruikt per ton product meer energie dan gangbaar.*

De biologische landbouw draagt niet bij aan de uitputting van minerale fosfaatreserves.

- \*\*\*\* *Registraties van Nederlandse biologische bedrijven geven aan dat er ten opzichte van gangbaar veel minder mineraal fosfaat wordt aangevoerd. Kanttekening is dat er in de biologische landbouw wel sprake is van indirecte uitputting door de aanvoer van gangbare mest en mogelijk door aanvoer van (kracht)voer.*

### Broeikasgasemissies

De emissie van broeikasgassen per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

- \*\*\*\* *Onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie voor akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en voor rundveehouderij. Bevestigd door enkele internationale bronnen.*

De emissie van broeikasgassen per ton product is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

- \*\*\* *Voor rundveehouderij onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie. Bevestigd door enkele internationale bronnen.*
- \* *Voor de plantaardige sectoren geen verschillen tussen biologisch en gangbaar of biologische landbouw heeft voor een aantal gewassen een hogere emissie dan gangbare landbouw.*

### Koolstof opslag

De gemiddelde aanvoer van effectieve organische stof is op biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven hoger dan op gangbare bedrijven.

- \*\*\* *Gebaseerd op vrij groot aantal Nederlandse praktijkpercelen, bevestigd in experimentele bedrijfs-systemen. Kanttekening: hogere aanvoer deels gebaseerd op gangbare mest*

In de biologische landbouw is het percentage organische stof in de bodem hoger dan in de gangbare landbouw.

- \* *In registraties van Nederlandse akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven is geen verschil aangetoond. Enkele internationale bronnen geven een hogere hoeveelheid opgeslagen koolstof in biologische systemen.*

### Watergebruik

Het gebruik van grond- en oppervlaktewater voor beregening is op biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

- \*\*\*\* *Claim op basis van LEI BIN bedrijven netwerk, aantal gegevens c.q. biologische bedrijven is vrij beperkt. Na 2000 geen gegevens. Gebruik leidingwater op biologische akkerbouw en groentebedrijven is juist hoger dan gangbaar.*

### Zware metalen

De biologische landbouw kan geen lagere netto belasting met zware metalen claimen. Er zijn geen gegevens om verschillen met gangbaar te onderbouwen.

## 2. Inleiding

### 2.1 Aanleiding en doel

Naar aanleiding van het EKO-congres in 2005 is door de Task Force Marktontwikkeling Biologische Landbouw het initiatief genomen de bestaande kennis over voeding en gezondheid met bioproducten te integreren. In een project over communicateerbare gezondheidsargumenten bij biologische producten werden op basis van onderbouwende literatuur door het Louis Bolk Instituut communicateerbare voedingsclaims geformuleerd; deze zijn in een publieksversie samengevat in een folder die op het Eko congres van 2006 beschikbaar kwam.

Deze aanpak heeft goed gewerkt en wordt daarom vervolgd op andere terreinen, zowel structureel (vanaf 2007) als incidenteel in 2006. Dit project 'Verantwoorde en communicateerbare argumenten bij biologische producten' bestaat uit vijf deelprojecten/aandachtsgebieden:

- veiligheid, gezondheid en smaak
- dierenwelzijn
- milieu
- biodiversiteit, natuur en landschap
- klimaat, broeikasgassen en waterberging

In 2006 wordt de kennis op het gebied van milieueffecten en dierenwelzijn geactualiseerd als aanvulling op de studies uit 2003/2004 (Spruijt - Verkerke *et al.*, 2004). Op basis van deze actualisatie kan het bedrijfsleven mogelijk beter onderbouwde argumenten voor de promotie van biologische producten en biologische landbouw opstellen. Daarnaast geeft de inventarisatie een verbeterd inzicht in de prestaties van de biologische landbouw op de genoemde duurzaamheidsthema's. Vanuit dit verbeterde inzicht kunnen stappen worden genomen om die punten te verbeteren waar biologische landbouw nog onvoldoende presteert.

De actualisatie moet leiden tot een toegankelijk rapport met milieuprestaties van de biologische landbouw in vergelijking met die van de gangbare landbouw, met de betreffende achtergrondgegevens, eventueel te gebruiken voor de vermarkting van biologische producten.

In dit rapport worden de onderdelen milieu, eindige grondstoffen, broeikasgassen en watergebruik behandeld.

### 2.2 Methode en Activiteiten

Voor de analyse van de prestaties van de biologische landbouw is alleen gebruik gemaakt van bestaande bronnen en data. Er is dus geen nieuw onderzoek uitgevoerd. De opzet van het gebruikte onderzoek diende vaak een ander doel dan het vergelijken van milieuprestaties tussen biologische en gangbare landbouw. Eventuele consequenties hiervan zijn aangegeven.

In een aantal gevallen konden de in de literatuur gevonden data rechtstreeks gebruikt worden voor de analyse. Dit was in veel gevallen voor de veehouderij het geval. In een enkel geval moesten data uit de literatuur voor een goede vergelijking bewerkt worden. Verder is er voor de Nederlandse situatie veel informatie geput uit verschillende databases zoals CBS data, LEI-BIN gegevens en andere databases met bedrijfsregistratiegegevens. Voor de plantaardige productie is veel gebruik gemaakt van de gedetailleerde bedrijfsregistraties uit de projecten BIOM voor de biologische landbouw en Telen met toekomst voor de gangbare/geïntegreerde landbouw. De data zijn geregistreerd en bewerkt in het bedrijfsregistratieprogramma en database FARM dat door PPO gebruikt wordt. In de bijlagen staat achtergrondinformatie over de representativiteit van de groepen praktijkbedrijven waarvan gegevens zijn gebruikt.

De volgende activiteiten zijn uitgevoerd om tot het gewenste eindresultaat te komen:

Inventarisatie en analyse:

- een literatuurstudie met een samenvatting van Nederlandse en internationale publicaties
- een selectie op basis van literatuurstudie van de best onderbouwde prestaties op het gebied van milieu

Product: discussienotitie als input voor workshop met een samenvatting van de literatuur

Workshop

Door middel van een geleide discussie van een dagdeel met een groep van 10 – 15 personen van kennisinstellingen, ketenpartners en belangenorganisaties (uitgenodigd in overleg met Biologica, Task Force Marktontwikkeling en commissie Kennis) wordt de literatuurstudie en discussienotitie besproken op basis van 'wetenschappelijke hardheid' en 'meest kansrijk in de markt'.

Product: verslag van de workshop leidend tot een concept rapport dat de deelnemers krijgen toegestuurd ter beoordeling van de bruikbaarheid

Eindrapportage

Rapport met achtergrondgegevens van de milieuprestaties en selectie van de best onderbouwde positieve prestaties van de biologische landbouw.

Product: rapport

## 2.3 Afbakening

De studie richt zich op de milieuprestaties van de Nederlandse biologische landbouw. Hiervoor zijn dan ook zoveel mogelijk publicaties en bronnen geselecteerd die een uitspraak doen over de Nederlandse situatie. Als er onvoldoende gegevens over de Nederlandse situatie zijn, worden internationale gegevens gebruikt. Mogelijke verschillen tussen prestaties van de Nederlandse biologische landbouw en internationale prestaties worden aangegeven.

Het onderzoek is uitgevoerd voor de sectoren melkveehouderij, varkenshouderij, (leg)pluimveehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, fruitteelt en glastuinbouw. De prestaties zijn zoveel mogelijk op bedrijfsniveau weergegeven. De in de publicaties gebruikte dimensies zijn hierbij overgenomen. In de meeste gevallen zijn de data dan ook uitgedrukt in eenheden per hectare. Daar waar beschikbaar en zinvol zijn er ook gegevens per ton product weergegeven.

Alleen de milieubelasting van het primaire productieproces tot aan de bedrijfspoor is in kaart gebracht. De voedselketen vanaf het moment dat het product het primaire productiebedrijf verlaat (logistiek, verwerking, vermarkting etc.) is niet meegenomen.

De indirecte milieubelasting door het gebruik van grondstoffen is meestal niet meegenomen. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens in de literatuur. Zo is bijvoorbeeld de lokale milieubelasting (uitspoeling, erosie, etc.) die de teelt van geïmporteerd krachtvoer met zich meebrengt, niet meegenomen. Een uitzondering zijn de parameters voor energieverbruik en de emissie van broeikasgassen: hier is zowel het directe als het indirecte effect meegenomen.

Voor alle milieuaspecten in dit onderzoek worden feitelijke prestaties van de biologische landbouw vergeleken met die van de gangbare landbouw. Hierbij wordt zoveel mogelijk uitgegaan van gegevens van representatieve groepen praktijkbedrijven. Als hiervoor onvoldoende hoeveelheid of onvoldoende representatieve gegevens beschikbaar zijn wordt gebruik gemaakt van onderzoeksgegevens van experimentele systemen of modelberekeningen. Nadeel van de gegevens van experimentele systemen is dat dit onderzoek meestal niet is opgezet om de actuele prestatie in de praktijk te meten maar om de potentie van biologische systemen ten opzichte van gangbare systemen vast te stellen. Bij alle gevonden resultaten worden aspecten als betrouwbaarheid, robuustheid en representativiteit (voor de gemiddelde praktijk) van de data weergegeven.

Resultaten worden uitgedrukt in de eenheden die in de literatuur weergegeven zijn. De resultaten uit de literatuur worden niet herberekend naar samengestelde eenheden (food miles, footprint, monetaire eenheden).

In deze studie zijn volgens het Triple P concept uitsluitend prestaties op het gebied van 'Planet' verzameld. Onder de dimensie 'Planet' vallen de thema's bodem, water, lucht, eindige grondstoffen & afval en natuur & landschap. Invloeden op natuur, biodiversiteit en landschap worden in dit onderzoek echter niet meegenomen, bijvoorbeeld het effect van mechanische onkruidbestrijding op niet-doelorganismen valt onder biodiversiteit en niet onder milieu. Onderzocht worden milieuprestaties op het gebied van gewasbescherming (kwaliteit van water, bodem en lucht), mineralen en mest (kwaliteit van water, bodem en lucht), gebruik eindige/schaarse inputs (fossiele energie, fosfaat, kali), broeikasgasemissies en koolstof opslag en watergebruik/wateropslag.

De volgende parameters zijn verzameld per thema:

### **Bestrijdingsmiddelen**

- Gebruik van bestrijdingsmiddelen (per hectare en totaal Nederland)
- Concentratie van bestrijdingsmiddelen in bodem en water (*emissie*)
- BRI-lucht, -grondwater en -bodem (*emissie*), MBP-water-en bodemleven (*schade*) en risico's (*schade*)milieu-parameters

### **Mineralen en mest**

- Stikstofconcentratie in drain- of grondwater (*emissie*)
- N-mineraal concentratie in de bodem in het najaar (*emissie risico*)
- Pw bodemvoorraad (*emissie risico*)
- Ammoniak (NH<sub>3</sub>) emissies (*emissie*)
- Eutrofiëring- en verzuringpotentieel (*potentiële schade*)
- Werkelijke mineralenoverschotten (N en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (*emissie risico*)
- Aanvoer hoeveelheid stikstof en fosfaat (*emissie risico*)

### **Gebruik eindige/schaarse grondstoffen (fossiele energie en kunstmestfosfaat)**

- Direct, indirect en totaal energieverbruik (*input*)
- Aanvoerhoeveelheid fosfaat (*input*) (zie mineralen/mest)

### **Broeikasgasemissies (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) en koolstof opslag**

- CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissie (*emissie*)
- Koolstof vastlegging (*status quo*) in en CO<sub>2</sub>-emissie uit de bodem

### **Watergebruik, wateropslag e.d.**

- Grond- en leidingwatergebruik in m<sup>3</sup> (*input*)
- Wateropslagcapaciteit (*status quo*)

### **Zware metalen**

- Aanvoer hoeveelheden zware metalen (*input*)

## 2.4 Leeswijzer

De milieucclaims die uit dit onderzoek naar voren komen, worden per thema in een samenvattende uitspraak weergegeven. Bij de claims wordt ook de 'robustheid' van de uitspraak weergegeven in de vorm van 1 tot 5 sterren. De beoordeling van de robustheid van de uitspraak is gebaseerd op een beoordeling van de omvang en kwaliteit van de bewijslast.

In deze beoordeling worden onder meer meegewogen:

- representativiteit voor de gemiddelde Nederlandse praktijk
- kwaliteit van het onderzoek,
- direct of indirect bewijs
- aantal en eenduidigheid van verschillende bronnen,
- grootte van het verschil en variatie binnen en tussen bronnen.

Representativiteit voor de Nederlandse situatie is zwaar meegewogen. De beoordeling van de robustheid wordt zoveel mogelijk onderbouwd door de aangegeven literatuur en databronnen maar blijft niettemin een deels subjectieve weging die gebaseerd is op expert kennis.

- \* Uitspraak weinig robuust: bronnen weinig representatief, anekdotisch, indirect bewijs, bronnen in tegenspraak, weinig betrouwbare verschillen, etc.
- \*\*\*\*\* Uitspraak robuust: bronnen representatief, grote bewijslast, direct bewijs, grote eenduidigheid in bronnen, etc.

In de hoofdstukken 3 t/m 9 worden de onderbouwingen van de milieucclaims beschreven voor de thema's bestrijdingsmiddelen (3), mineralen en mest (4), eindige/schaarse bronnen (5), broeikasgasemissies en koolstof opslag (6), watergebruik (7), zware metalen (8).

Elk hoofdstuk begint met een of meerdere uitspraken over prestaties van biologische landbouw. Hierop volgt een meer algemene inleiding over effecten op het betreffende thema en eindigt met een opsomming en korte bespreking van de verschillen data en literatuurbronnen.

Voor de plantaardige productie is bij de bespreking van de bronnen voor een iets andere opzet gekozen dan voor de veehouderij. Voor de veehouderij wordt per literatuurreferentie een korte toelichting gegeven. Voor de plantaardige teelten is voor de Nederlandse situatie het meest gebruik gemaakt van databronnen zoals het LEI Bedrijven Informatie Net en PPO bedrijfsregistraties van bedrijven in praktijknetwerken. Hierdoor is bespreking als literatuur referentie minder geschikt.

In de bijlagen staat achtergrondinformatie over de representativiteit van de praktijkbedrijven waarvan gegevens zijn gebruikt en informatie over arealen en productie van de biologische landbouw in vergelijking met de gangbare landbouw.

## 3. Bestrijdingsmiddelen

### 3.1 Conclusies bestrijdingsmiddelen

**De milieubelasting als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen is in de biologische landbouw zeer gering en veel lager dan in de gangbare landbouw.**

\*\*\*\*\* *Er worden in de biologische landbouw geen synthetische bestrijdingsmiddelen gebruikt en er zijn diverse en eenduidige bronnen waaruit blijkt dat de milieubelasting van de gebruikte biologische bestrijdingsmiddelen minimaal is.*

- In de biologische landbouw mag geen gebruik gemaakt worden van synthetische bestrijdingsmiddelen. Het aantal toegestane niet-synthetische pesticiden in de biologische landbouw is zeer gering.
- Het gebruik van biologische middelen in hoeveelheid actieve stof is zeer klein ten opzichte van het totale gebruik van bestrijdingsmiddelen.
- Overschrijdingen van streefwaarden voor concentraties van bestrijdingsmiddelen in drinkwater, bodem of zout oppervlaktewater worden uitsluitend veroorzaakt door middelen die niet in de biologische landbouw worden toegepast.
- De milieubelasting die ontstaat door het geringe gebruik van biologische middelen op biologische praktijkbedrijven is veel lager dan op gangbare praktijkbedrijven en is beperkt tot overschrijdingen van streefwaarden voor de schade aan het waterleven, wat veroorzaakt wordt door het gebruik van piperonylbutoxine/pyrethrine.

### 3.2 Algemeen effect van bestrijdingsmiddelen op het milieu

Door toepassing van bestrijdingsmiddelen door de landbouw worden stoffen in het milieu gebracht, die schadelijk kunnen zijn voor de volksgezondheid, het water- en bodemleven en zich kunnen ophopen in de bodem. Met betrekking tot de volksgezondheid kunnen bestrijdingsmiddelen een gevaar vormen bij toepassing van bestrijdingsmiddelen (giftigheid, schadelijkheid, irritatie), bij consumptie van voedingsmiddelen door mogelijke residuen van pesticiden en door verontreiniging van het drinkwater. In dit hoofdstuk komen uitsluitend effecten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen op het milieu aan bod en worden residuen op voedingsmiddelen en gevaren voor degene die de middelen toepast (de boer of tuinder) buiten beschouwing gelaten. Door toepassing van bestrijdingsmiddelen wordt het water en de bodem belast. Bestrijdingsmiddelen in het milieu kunnen een negatief effect hebben op het water- en bodemleven. Te hoge concentraties van bestrijdingsmiddelen in het water maken het ongeschikt voor gebruik als drinkwater. Er moeten dan speciale zuiveringstechnieken worden toegepast om het water alsnog geschikt te maken voor consumptie. Bestrijdingsmiddelen zijn moeilijk te signaleren in het water, en de kosten die gemoeid gaan met monitoring en zuivering zijn hoog. Vaak gaan daar 15 - 20% van de bereidingskosten voor drinkwater in zitten (Nederlandse Staatscourant, 15-4-03). Sommige bestrijdingsmiddelen breken moeilijk af en kunnen zich daardoor in de bodem ophopen. Het Milieu Natuur Plan bureau rapporteert regelmatig over de algemene situatie met betrekking tot de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen in Nederland.

#### *Afzet van bestrijdingsmiddelen in de landbouw*

In het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw is de totale afzet van chemische bestrijdingsmiddelen fors afgenomen. Dit komt vooral door de gebruiksreductie van grondontsmettingsmiddelen. Deze daling heeft zich de laatste tien jaar niet duidelijk voortgezet. In 2005 is de totale afzet weer iets hoger dan in 2004. Fluctuaties in de afzetcijfers worden, afgezien van seizoensinvloeden, de laatste jaren meer bepaald door wijzigingen in de toelating van enkele stoffen dan door een structurele wijziging in het gebruik.

Tabel 1. Afzet van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw, 1985-2005. (Bron: Nefyto)

	1 000 kg actieve stof
1985	21.003
1990	18.837
1995	10.922
2000	9.644
2003	7.868
2004	9.071
2005	9.309

#### *Bestrijdingsmiddelen in drinkwater*

De concentraties van bestrijdingsmiddelen in drinkwater zijn zo laag dat er geen gevaar is voor de volksgezondheid. Slechts incidenteel overschrijden de concentraties de drinkwaternorm van 0,1 µg/l, waardoor er extra zuiverings-technieken worden toegepast. Het betreft hierbij in de jaren 1995-2003 de middelen Bromacil, Bentazon, 1,2 Dichloorpropan, DNOC, Dinoterb, Fosfamidon, Azinfos-metyl, Diuron, Simazin en MCP. P.

#### *Bestrijdingsmiddelen in de bodem*

De gehalten van een aantal inmiddels verboden persistente (langzaam afbreekbare) bestrijdingsmiddelen in de bodem liggen in een groot deel van Nederland boven de streefwaarde. Dit geldt vooral voor Drins, DDT, HCB, γ-HCH en β-hepta-chloor-epoxide. De hoge gehalten zijn een erfenis uit het verleden toen de betreffende middelen nog gebruikt mochten worden. Hoewel de middelen nu in Nederland niet meer gebruikt mogen worden zullen de gehalten in de bodem slechts langzaam afnemen omdat ze in de bodem slecht afbreekbaar zijn. Ook is het mogelijk dat een aantal middelen nog steeds via atmosferische depositie wordt aangevoerd, omdat sommige middelen elders in Europa nog wel zijn toegelaten.

#### *Bestrijdingsmiddelen in zout oppervlaktewater*

De concentraties van bestrijdingsmiddelen in zout oppervlaktewater nemen over de periode 1997-2004 in het algemeen af, maar liggen in 2004 voor een kwart van de meetpunten nog boven de norm. Het betreft de middelen Atrazine, Metolachloor, Simazine, Terbutylazine, Diuron en Lindaan (gamma-HCH).

Bron: Milieu- en Natuurcompendium

<http://www.mnp.nl/mnc>

### **3.3 Gebruik van bestrijdingsmiddelen door de biologische landbouw en milieueffecten**

In de biologische landbouw mag geen gebruik gemaakt worden van synthetische middelen. Er zijn in Nederland voor de biologische open teelten slechts enkele niet synthetische pesticiden toegestaan. De belangrijkste hiervan zijn: *Bacillus thuringiensis* (o.a. Bactospeine), pyrethrine (o.a. Spruzit), zwavel en Azadirachtine (toegelaten na 2000). In Tabel 2 is de totale gebruikte hoeveelheid (input) bestrijdingsmiddelen in Nederland volgens het CBS weergegeven. Het overgrote deel van deze actieve stoffen zijn synthetische stoffen, die niet in de biologische landbouw gebruikt mogen worden. Op de schuingedrukte regels is in de tabel weergegeven welke middelen in welke hoeveelheden biologisch toepasbaar zijn. Deze middelen mogen wél door de biologische landbouw gebruikt worden, maar ze kunnen ook in de gangbare landbouw worden toegepast.

Tabel 2. Gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw in kg actieve stof. (Bron: CBS)

	1995		2000	
Insecten en mijten	253.333		133.770	
<i>w.v. Bacillus thuringiensis</i>		10.872		9.535
<i>w.v. pyrethrine</i>		?		?
Schimmelziekten	2.808.608		2.967.562	
<i>w.v. zwavel</i>		79.089		87.504
<i>w.v. koperoxychloride</i>		38.229		7.300
Onkruiden	1.460.516		1.220.241	
loofdoding	325.588		116.961	
Grondontsmetting	56.046		48.315	
Ontsmetting pootgoed	100.398		96.412	
Hulpstoffen	847.306		608.002	
Ontsmettingsmiddelen	45.787		24.298	
Overige toepassingen	84.056		130.714	
Totaal gebruik in kg actieve stof	5.981.638		5.346.275	
<i>w.v. biologisch toepasbaar</i>		128.190		104.555

Volgens deze gebruikscijfers vormen biologische middelen slechts 2 % van het totale gebruik aan actieve stof. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat koper in Nederland niet meer toegelaten is als bestrijdingsmiddel bij de plantaardige productie. Naar schatting ligt de hoeveelheid pyrethrine dat ingezet is, lager dan de hoeveelheid *Bacillus thuringiensis*. Zoals eerder werd geconstateerd kunnen biologische middelen ook binnen de gangbare landbouw toegepast worden, waardoor het percentage van middelen dat in de biologische landbouw gebruikt wordt nog lager zal zijn.

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen door gangbare en biologische bedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet. (In Bijlage I en II staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 3. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op biologische en gangbare akkerbouw, fruit- en melkveebedrijven van 1997-2000. (Bron: Bedrijven Informatienet LEI)

		Hoeveelheid werkzame stof (kg per ha)			
		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Akkerbouwbedrijven	bio	0,1	0,5	1,5	0,1
	gangbaar	10,5	9,9	10,2	8,2
Melkveebedrijven	bio	0,0	0,0	0,0	0,0
	gangbaar	0,9	0,8	0,7	0,6
Fruitbedrijven	bio	*	*	*	*
	gangbaar	32,3	35,7	29,7	31,4

\* = niet bekend



Uit de LEI cijfers blijkt dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in hoeveelheid actieve stof op biologische akkerbouw- en melkveebedrijven veel lager is dan op gangbare bedrijven. Op biologische melkveebedrijven worden zelfs helemaal geen bestrijdingsmiddelen gebruikt. Er zijn geen gegevens over gebruik van hoeveelheid werkzame stof bekend van biologische fruitbedrijven. De gebruikte hoeveelheid werkzame stof op gangbare bedrijven varieert wat tussen de betreffende jaren.

De mate van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is echter geen directe indicator voor de milieubelasting. De relatie tussen de totale gebruikte hoeveelheid actieve stof, de omvang van de emissie en de schadelijkheid voor levende organismen kan tussen verschillende pesticiden zeer sterk variëren. Sommige bestrijdingsmiddelen kunnen gemakkelijk uitspoelen naar het grondwater en zo het drinkwater verontreinigen. Andere middelen worden juist weer goed in de bodem opgeslagen en sommige middelen breken moeilijk af zodat ze in de bodem opgehoopt worden. In de vorige paragraaf werd weergegeven voor welke middelen er in dit opzicht problemen zijn. Overschrijdingen van streefwaarden voor concentraties van bestrijdingsmiddelen in drinkwater, bodem of zout oppervlaktewater worden uitsluitend veroorzaakt door middelen die niet in de biologische landbouw worden toegepast (zie hoofdstuk 3.2). Een kanttekening hierbij is dat door middel van het toelatingsbeleid bepaalde middelen verboden worden en het bestrijdingsmiddelengebruik in de gangbare landbouw verder teruggebracht wordt. De overschrijdingen van concentraties bestrijdingsmiddelen in het milieu door de gangbare landbouw zullen naar verwachting verder afnemen.

Net als synthetische gewasbeschermingsmiddelen kunnen ook de middelen die in de biologische landbouw mogen worden toegepast, milieubelasting geven en risico opleveren voor nuttige organismen of voor degene die ze toepast. De middelen die in de biologische landbouw in Nederland mogen worden toegepast zijn over het algemeen weinig belastend voor het milieu. Daarnaast worden de toegelaten middelen na toepassing vrijwel alle zeer snel afgebroken omdat ze van organische oorsprong zijn. Alleen het biologische middel piperonylbutoxine/pyrethrine is schadelijk voor het waterleven het middel Azadirachtine kan schadelijk zijn voor bijen. Gebruik van deze middelen door de biologische landbouw is echter marginaal in vergelijking met het gebruik van middelen in de gangbare landbouw die het milieu kunnen belasten.

In het landbouwkundig onderzoek worden de risico's van emissie en de resulterende risico's voor levende organismen respectievelijk uitgerekend met de Blootstellings Risico Index (BRI), die ontwikkeld is door PPO, en de Milieu Belasting Punten (MBP), die ontwikkeld is door Centrum Landbouw en Milieu (CLM). De BRI geeft het risico van milieu blootstelling (grondwater, bodem en lucht) aan pesticiden weer. MBP geven het risico van pesticiden toepassingen voor toetsorganismen in oppervlaktewater en in de bodem weer. Daarnaast wordt het uitspoelingsrisico naar het grondwater weergegeven.

PPO heeft uitgebreide bedrijfsregistraties van biologische (BIOM) en geïntegreerde (Tmt) praktijknetwerken voor de sector akkerbouw en vollegrondsgroenten. De geïntegreerde bedrijven kunnen gezien worden als voorlopers van de gangbare bedrijven. In Bijlage I vindt u meer informatie over de representativiteit van deze bedrijven. In de volgende tabel worden voor de verschillende milieuparameters de gemiddelden van deze praktijknetwerken per jaar weergegeven.

Tabel 4. *Beoordeling van projectgemiddelden van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven volgens milieuparameters voor gewasbeschermingsmiddelen. BRI = Blootstellingsrisicoindex; MBP = Milieubelastingpunten. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)*

	Kg actieve stof per ha	BRI-lucht kg a.s. per ha	BRI- grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen per ha	MBP-waterleven % toepassingen >10	MBP-bodemleven % toepassingen >100
Biologisch:						
BIOM 2000-2001	0,008	0,001	<0,01	0,033	15 %	0 %
BIOM 2003	0,3	0,03	<0,01	0,2	13 %	0 %
BIOM 2004	0,1	0,01	<0,01	0,2	5 %	0 %
BIOM 2005	0,1	0,01	<0,01	0,4	6 %	0 %
Geïntegreerd <sup>1</sup> :						
Tmt akk 2000-2001	5,1	0,85	4,20	559	33 %	12 %
Tmt akk 2003	4,3	0,68	1,99	515	27 %	3 %
Tmt akk 2004	6,3	0,49	1,49	805	33 %	4 %
Tmt akk 2005	7,2	0,45	1,98	817	34 %	2 %
Tmt vgg 2000-2001	6,1	0,90	3,95	617	29 %	17 %
Tmt vgg 2003	5,9	0,80	2,04	704	15 %	12 %
Tmt vgg 2004	6,9	0,26	0,76	439	47 %	8 %
Tmt vgg 2005	5,5	0,21	0,10	526	41 %	10 %

*ppb= parts per billion*

*akk= akkerbouw*

*vgg= vollegrondsgroenten*

<sup>1</sup> *Geïntegreerde bedrijven uit de onderzoeksprojecten kunnen gezien worden als voorlopers van de gemiddelde Nederlandse fruitteelt.*

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in hoeveelheid actieve stof is op biologische praktijkbedrijven met akkerbouw en vollegrondsgroentegewassen veel lager dan op geïntegreerde praktijkbedrijven.

Ook de milieubelasting die ontstaat door het geringe gebruik van biologische middelen op biologische praktijkbedrijven is veel lager dan op geïntegreerde praktijkbedrijven. Deze is beperkt tot overschrijdingen van streefwaarden voor de schade aan het waterleven, wat veroorzaakt wordt door het gebruik van piperonylbutoxine/pyrethrine. Biologische bedrijven voeren echter maar enkele bespuitingen uit, terwijl geïntegreerde of gangbare bedrijven tientallen keren spuiten. Een aandeel van de toepassingen bij biologische bedrijven overschrijdt dus weliswaar de MBP-waterleven score 10, maar absoluut gezien zal dit aantal overschrijdingen dus veel lager zijn dan bij geïntegreerde bedrijven.

De Tmt bedrijven zijn vaak voorlopers op het gebied van geïntegreerde gewasbescherming. Veel gangbare bedrijven zullen meer actieve stof gebruiken en het milieu zwaarder belasten dan deze groep voorlopers. Hierdoor zal het verschil tussen gangbare en biologische bedrijven groter zijn het hier weergegeven verschil tussen geïntegreerde en biologische bedrijven.

Voor de sector fruitteelt is gebruik gemaakt van gegevens van Biologica (2004) en praktijkbedrijven. Dit betreft deelnemende bedrijven aan de projecten Biofruitteelt (biologische fruitteelt) en Telen met toekomst (geïntegreerde fruitteelt), 'Schone Sloot' en gangbare bedrijven uit het Bedrijven Informatienet (BIN) van het LEI. Aan de hand van de registraties van de praktijkbedrijven zijn gemiddelde gewasbeschermingschema's opgesteld. De deelnemers aan het project Telen met toekomst zijn vaak voorlopers op het gebied van milieu en zullen wat betreft hun milieuprestaties soms beter presteren dan het gemiddelde van de fruitteelt sector. Daarnaast is het aantal Bio-fruit bedrijven erg klein. De doelen van het 'Schone Sloot project met de geïntegreerde teelt van Santana' en 'Biofruitteelt' zijn

vooruitstrevend, waarbij minder gewasbeschermingsmiddelen worden ingezet. In Bijlage III wordt nader ingegaan op de representativiteit van de bedrijven, waarvan de gegevens in dit onderzoek gebruikt zijn.

De opgestelde gewasbeschermingschema's aan de hand van de registraties van zowel de biologische als de geïntegreerde bedrijven zijn dan ook beoordeeld door een aantal gewasbeschermingadviseurs om tot een actueel 'algemeen geldend' schema te komen. Voor de biologische fruitteelt is dit door een adviseur voor de biologische fruitteelt van commentaar voorzien, voor de geïntegreerde fruitteelt is dit door twee gewasbeschermingadviseurs beoordeeld die betrokken zijn bij de uitvoering en invulling van de projecten. Aan de hand daarvan zijn definitieve schema's samengesteld. De inzet van de middelen volgens deze schema's zijn doorgerekend volgens het voorschrift over de toepassingswijze op het etiket.

*Tabel 5. Inschatting van een beoordeling van projectgemiddelden van geïntegreerde en biologische fruitbedrijven volgens milieuparameters voor gewasbeschermingsmiddelen.  
BRI = Blootstellingsrisicoindex; MBP = Milieubelastingpunten.*

		Kg actieve stof per ha	BRI-lucht kg a.s. per ha	MBP- grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen per ha	MBP-waterleven <sup>2</sup> % toepassingen >10	MBP-bodemleven % toepassingen >100
<b>Biologisch</b>							
2005	Standaard rassen	82	15	61	2	91%	0%
2005	Schurftresistent ras, zoals Santana	49	8	19	2	75%	0%
<b>Geïntegreerd<sup>1</sup></b>							
Tmt fruit 2005	Standaard rassen	65	7	1.031	798	48%	6%
2005	Schurftresistent ras, zoals Santana	13	1	339	293	33%	5%

*ppb= parts per billion*

<sup>1</sup> *Geïntegreerde bedrijven uit de onderzoeksprojecten kunnen gezien worden als voorlopers van de gemiddelde Nederlandse fruitteelt.*

<sup>2</sup> *Voor nadere uitsplitsing van deze uitkomsten wordt verwezen naar Tabel 3.*

Door de inzet van de relatief onschadelijke minerale oliën is de hoeveelheid actieve stof per hectare sterk toegenomen ten opzichte van 2000. Per toepassing wordt 30 l/ha gespoten. Dit geldt voor zowel de biologische als de geïntegreerde fruitteelt.

Bij de berekening van de biologische schema's is geen rekening gehouden met milieueffecten van kalkmelk, Isomate CLR, Quassia en kalkzwavel omdat die gegevens niet bekend zijn. In de biologische fruitteelt worden meer kilo's actieve stof gespoten dan in de geïntegreerde fruitteelt. Dit heeft te maken met de toepassingen van zwavel. Samen met de minerale oliën veroorzaken deze middelen het grootste gedeelte van de BRI lucht. Daarnaast is zwavel verantwoordelijk voor het grootste aandeel in het MBP grondwater.

Het gebruik van schurftresistente rassen, zoals Santana, verlaagt aanzienlijk de hoeveelheid de toegepaste actieve stof, BRI lucht en MBP grondwater. Dat de percentages toepassingen boven de 10 MBP-waterleven verschillen tussen het standaard biologisch schema en het biologische schema met schurftresistente rassen heeft alleen te maken met het lagere aantal toepassingen bij schurftresistente rassen zoals Santana. In het geval van de parameters MBP grondwater en BRI bodem scores de biologische schema's lager dan de geïntegreerde schema's.

Dit wordt veroorzaakt door de toepassingen van captan. Het percentage bespuitingen boven de 10 MBP-waterleven ligt bij het geïntegreerde schema voor schurftresistente rassen zoals Santana lager dan het standaard geïntegreerde schema.

Bij de teelt van schurftresistente rassen, zoals het ras Santana, zijn zowel in de biologische fruitteelt als de geïntegreerde fruitteelt minder gewasbeschermingsmiddelen nodig en resulteert dat verder in een lagere milieubelasting.

In 2006 zijn een aantal nieuwe middelen op de markt gekomen voor de geïntegreerde fruitteelt die een lagere belasting vormen voor het oppervlakte water. Wanneer de berekening gedaan zou worden met schema's van 2006, zou dit een gunstiger beeld geven.

Tabel 6. *Inschatting van een vergelijking tussen geïntegreerde en biologische appelteelt in 2002 en 2005 naar Milieu Belasting Punten per ha op jaarbasis (volgens CLM-maatlat).*

	Waterleven	Bodemleven	Grondwater	Totaal	Werkzame stof (kg/ha)
Biologisch					
2002	531	63	62	656	51
2005	1.089	151	61	1.301	82
Geïntegreerd					
2002	14.285	651	520	15.456	23
2005	3.945	1.312	1.031	6.289	65

Bron: PPO-fruit, 2002 en 2005.

Indien in het onderzoek in 2002 de inzet van de bladmeststof koperoxychloride in de biologische fruitteelt was meegerekend, was het MBP waterleven 200 punten hoger geweest. De inzet van bladmeststoffen was in het onderzoek in 2002 niet meegenomen, nu in geval van koperoxychloride echter wel omdat het enig effect op het milieu heeft. De stijging van het MBP waterleven voor de biologische fruitteelt ten opzichte van 2002 is voornamelijk toe te schrijven aan de vrijstelling voor piperonylbutoxine/pyrethrine. Piperonylbutoxine/pyrethrine wordt echter slechts door een klein gedeelte van de telers toegepast wanneer er sprake is van het bestrijden van de appelbloesemkever.

De reden voor de verhoging van de MBP voor bodemleven bij zowel de biologische fruitteelt als de geïntegreerde fruitteelt is de inzet van minerale oliën. Verhoging van de MBP voor bodemleven bij de geïntegreerde fruitteelt komt voornamelijk door het meer toepassen van Pirimor, waarschijnlijk vanwege toegenomen problemen met bloedluis.

De verhoging van MBP voor grondwater in de geïntegreerde fruitteelt wordt voornamelijk veroorzaakt door een frequentere inzet van captan, een hogere dosering MCPA en een toepassing van Eupareen in september.

De totale milieubelasting is voor de geïntegreerde fruitteelt sterk afgenomen. Dit heeft vooral te maken met de daling van de milieubelasting van het waterleven. Door de toepassing van diverse emissie beperkende maatregelen, komt er minder middel in het oppervlakte water.

Het aantal overschrijdingen boven de 10 MBP-waterleven is bij biologische fruitteelt hoger dan bij de geïntegreerde fruitteelt (Tabel 2), het totaal aantal MBP voor waterleven is bij de biologische fruitteelt echter lager (Tabel 3).

**Conclusies:**

1. Biologische fruitteelt geeft een lagere milieubelasting dan geïntegreerde fruitteelt.
2. De totale milieubelasting is voor de geïntegreerde fruitteelt sterk afgenomen ten opzichte van 2002.
3. Het verschil in milieubelasting tussen biologische fruitteelt en geïntegreerde fruitteelt is verkleind ten opzichte van 2002.
4. Bij de teelt van schurftresistente rassen, zoals het ras Santana, zijn zowel in de biologische fruitteelt als de geïntegreerde fruitteelt minder gewasbeschermingsmiddelen nodig en resulteert dat verder in lagere milieubelasting.

**Internationale bevindingen**

Volgens Stolze *et al.* (2000) bedraagt de jaarlijkse afzet aan pesticiden in de EU 4,2 kg/ha. De biologische landbouw gebruikt ook in andere landen binnen Europa helemaal geen synthetische pesticiden, waardoor het in tegenstelling tot de gangbare landbouw in dit kader een bijna volledige bescherming van het milieu biedt. Risico's met bestrijdingsmiddelen die in de biologische landbouw worden gebruikt zijn nauwelijks onderzocht. De meeste bestrijdingsmiddelen die internationaal zijn toegestaan zijn van natuurlijke oorsprong. Met betrekking tot actieve stoffen zijn alleen rotenone, pyrethroïden en koper toegestaan. Het risico op waterverontreiniging door rotenone en pyrethroïden is klein. Wat betreft het gebruik van koper is er een risico op bodemverontreiniging op de langere termijn en een marginaal risico op waterverontreiniging door misbruik of incidentele overdoseringen. Samenvattend scoort de biologische landbouw op het milieuthema bestrijdingsmiddelen veel beter dan de gangbare landbouw.

(Bron: Stolze *et al.*, 2000. The environmental impacts of organic farming in Europe; Organic farming in Europe: Economics and policy, Volume 6.)

## 4. Mest en mineralen

### 4.1 Algemeen

Door het intensieve mestgebruik in Nederland hebben wij te maken met veel uitstoot van milieuvervuilende fosfaten, nitraten, verzurende stoffen, stikstofoxiden, ammoniak en het broeikasgas distikstofoxide.

In dit hoofdstuk wordt stikstofuitspoeling, fosfaatuitspoeling, ammoniak emissie en effecten op verzuring en eutrofiëring behandeld. In hoofdstuk 6 wordt de uitstoot van broeikasgassen behandeld.

De bodem kan mest in principe goed verwerken, maar als de grond grote hoeveelheden mest te verwerken krijgt, heeft elk van deze stoffen specifieke, meestal schadelijke gevolgen voor het milieu. Zo spoelt nitraat meteen door naar oppervlakte- en grondwater, maar fosfaat spoelt pas door als de grond verzadigd is. Dit heeft als gevolg dat het erg lang kan duren voordat fosfaten uit de bodem verdwijnen (Milieuloket). Voor de nutriënten stikstof en fosfor is de bijdrage vanuit de landbouw aan de landelijke belasting in 2004 bijna 60% (Milieu- en Natuurcompendium). Een teveel aan ammoniak schaadt het milieu op twee manieren. Het leidt tot verzuring van de bodem en tot een overmaat aan voedingsstoffen (eutrofiëring). De huidige overmaat aan ammoniak in het milieu is voor 90 procent uit de landbouw afkomstig (Wikipedia).

### 4.2 Stikstofuitspoeling

#### 4.2.1 Conclusies stikstofuitspoeling

#### **Stikstofuitspoeling per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\*\*\*\*\* *Bij rundveehouderij is betrouwbaarheid van de claims hoog, omdat meerdere onderzoeken, zowel in Nederland als Denemarken (vergelijkbare houderij) dezelfde resultaten geven.*

\*\*\* *Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten zijn de resultaten wat variabel, de tendens is een lagere uitspoeling of een lager uitspoelingsrisico bij biologische bedrijven*

\* *Bij pluimvee en varkens treden bij biologische bedrijven meer puntbelastingen op in de uitloop.*

#### **Akkerbouw en vollegrondsgroenten**

Stikstofuitspoeling per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.

\*\*\* Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten zijn de resultaten voor de Nederlandse situatie variabel en afhankelijk van omstandigheden. De tendens bij zowel de directe metingen als indirecte indicatoren is echter een lagere uitspoeling of een lager uitspoelingsrisico bij biologische bedrijven.

#### **Fruitteelt**

Er zijn geen aanwijzingen voor verschillen in stikstof- of fosfaatuitspoeling tussen gangbare en biologische fruitteelt. De N-aanvoer en de P-aanvoer in de gangbare en biologische fruitteelt komen overeen. De toepassing van mineralen bij zowel gangbaar als biologische teelt ligt ruim onder de toegestane norm, waardoor de milieubelasting voor beide sectoren beperkt is.

### Rundveehouderij

Het nitraatgehalte in grondwater is gemiddeld op biologische rundveebedrijven zo'n 25% lager dan op conventionele bedrijven en voldoet aan de EU-richtlijn van 50 mg/l.

Dit is een resultante van de volgende parameters:

- de uitspoeling van nitraat per ha is in de biologische veehouderij lager
- het overschot van stikstof per ha is beduidend lager in de biologische rundveehouderij
- de N-efficiëntie op het veld is op biologische rundveebedrijven hoger.

\*\*\*\*\* De betrouwbaarheid van de claims is hoog, omdat meerdere onderzoeken, zowel in Nederland als Denemarken (vergelijkbare houderij) dezelfde resultaten geven.

### Varkens

N-verliezen zijn bij biologische varkens per dier wel hoger dan bij conventioneel gehouden varkens.

\*\* Metingen beperkt van omvang, maar het is wel heel aannemelijk dat via piekbelasting in de uitloop verliezen optreden.

### Pluimvee

Mineralenbelasting is erg hoog in uitloop van leghennen.

\*\* Metingen beperkt van omvang, maar het is wel heel aannemelijk dat via piekbelasting in de uitloop verliezen optreden

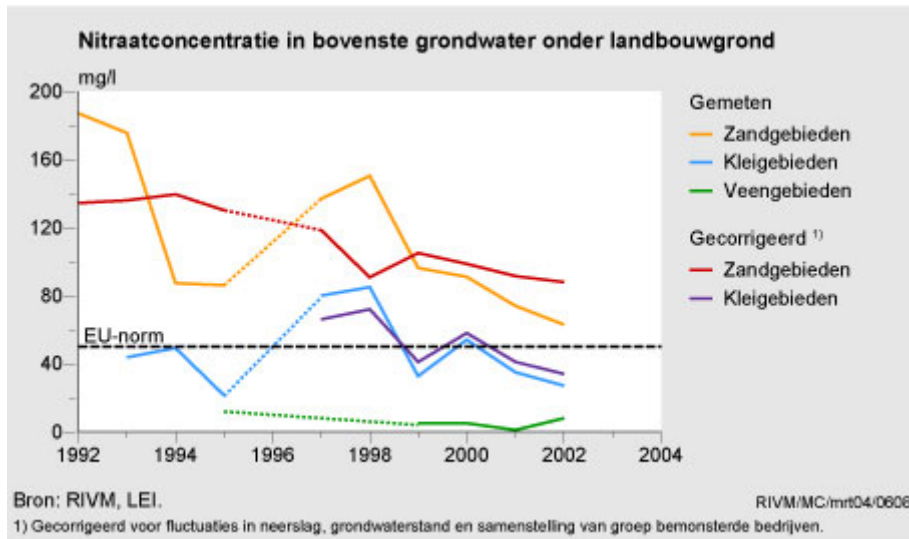
## 4.2.2 Stikstofuitspoeling algemeen

De afgelopen decennia zijn door het gebruik van nitratrijke mest in de landbouw grote hoeveelheden nitraat door de bodem naar het grondwater en via de drain naar het oppervlaktewater doorgesijpeld. Nitraatverontreiniging zorgt - vooral voor de waterwinbedrijven - voor erg ongunstige effecten, onder andere het inmengen van zware metalen in het water. Vermesting is nog steeds het grootste probleem voor de drinkwaterbereiding. Er moest al een locatie voor drinkwaterwinning sluiten, omdat het water niet meer tot onder de Nederlandse nitraatnorm te zuiveren was. Zuiveren kost erg veel geld en de kosten zullen steeds hoger worden (Nederlandse Staatscourant 15-4-03). De Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) en daarna de EU (Drinkwaterrichtlijn in 1980) en de Nederlandse overheid (Waterleidingwet) hebben voor nitraat een waarde van 50 mg/l vastgesteld als Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)-waarde voor water voor menselijke consumptie.

In Nederland liggen de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater onder landbouw op zand op grote schaal boven de norm van 50 mg/l. De nitraatconcentraties in de zandgebieden vertonen de laatste jaren wel een dalende trend. Door verschillen in neerslag komen tussen de jaren grote verschillen voor. De hiervoor gecorrigeerde nitraatconcentratie geeft in de periode 1992-2002 een licht dalende tendens te zien.

Nitraatconcentraties in de kleigebieden zijn duidelijk lager dan die bij zandgronden hoewel ook in kleigebieden vaak concentraties van 50 mg/l voorkomen. In veengebieden blijven de concentraties het laagst.

Naast uitspoeling van nitraat naar het grondwater vindt via de drains en door afspoeling ook emissie naar het oppervlaktewater plaats. Dit draagt bij aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater.



Bron: *Milieu- en Natuurcompendium*  
<http://www.mnp.nl/mnc>

Om de milieubelasting door nitraatuitspoeling te bepalen worden bij voorkeur directe maatstaven gebruikt. De meest geschikte indicator is een meting aan de nitraatconcentratie in drain- of grondwater. Een parameter die ook een indicatie geeft over de mate van stikstofuitspoeling is de bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. Aangezien er niet altijd metingen naar de stikstofconcentratie of N-mineraal bepalingen worden uitgevoerd, wordt ook wel gebruik gemaakt van een indirecte indicator: de stikstofbalans. In een stikstofbalans wordt de aanvoer en de afvoer in kilogrammen per hectare berekend. Het stikstofoverschot is dan een indirecte indicator voor mogelijke stikstofuitspoeling.

#### 4.2.3 Stikstofuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten

PPO heeft uitgebreide bedrijfsregistraties van biologische (BIOM) en geïntegreerde (Tmt) praktijknetwerken voor de sector akkerbouw en vollegrondsgroenten. In Bijlage I vindt u meer informatie over de representativiteit van deze bedrijven. In de volgende tabel worden de gemiddelde stikstofconcentraties in drainwater van de bedrijven per grondsoort weergegeven.



Tabel 7. Stikstofconcentraties in drainwater (mg/l NO<sub>3</sub>) op bedrijfsniveau van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)

Project	Jaar	Grondsoort	N in drain (mg/l NO <sub>3</sub> )	Laagste waarde		Hoogste waarde	Aantal bedrijven
Biologisch:							
BIOM	1999	klei	27	19	-	37	n = 12
	2000	klei	22	10	-	27	n = 9
	2001	klei	25	9	-	48	n = 10
	2003	klei	53	29	-	125	n = 19
	2004	klei	43	22	-	66	n = 10
	2005	klei	33	12	-	63	n = 7
Geïntegreerd:							
Verbreding BSO	1996	klei	26	0	-	68	n = 10
	1997	klei	58	4	-	134	n = 10
	1998	klei	33	0	-	89	n = 10
Telen met	2002	klei	35	28	-	43	n = 5
Toekomst	2003	klei	34	21	-	54	n = 5
	2004	klei	63	43	-	89	n = 5

De vetgedrukte waarden zijn hoger dan de EU-norm van 50 mg/l.

Uit Tabel 7 blijkt dat zowel bij biologische als bij geïntegreerde praktijkbedrijven op klei stikstofconcentraties in het drainwater worden gemeten die vaak lager zijn dan de EU norm voor drinkwater.

Op basis van deze gegevens zijn echter geen duidelijke conclusies te trekken t.a.v. verschillen tussen biologische en geïntegreerde bedrijven.

Het aantal bedrijven waar deze waarnemingen zijn gedaan is beperkt en de Tmt bedrijven zijn vaak voorlopers op het gebied van beperking van nitraatuitspoeling.

Er is ook een 'Landelijk meetnet effecten mestbeleid' waarin op een groot aantal landbouwbedrijven regelmatig de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater of in de drainafvoer wordt gemeten. Omdat dit vrijwel allemaal gangbare bedrijven zijn is het goed om de BIOM bedrijven met deze bedrijven te vergelijken.

Tabel 8. Vergelijking van landelijke metingen m.b.t. nitraat in het bovenste grondwater onder landbouwgebieden op kleigrond met metingen op biologische praktijkbedrijven op kleigrond.

Nitraatconcentratie in bovenste grondwater (mg/l)			
	Landelijk meetnet	Landelijk meetnet (gecorr.)	BIOM
1999	33	41	27
2000	54	58	22
2001	35	41	25
2002	38	34	-
2003	60	-	53
2004	43	-	43
2005	-	-	33

(Bron: LMM RIVM ([www.mnp.nl](http://www.mnp.nl)), (cijfers voor 2003 en 2004 zijn voorlopige waarden) en PPO bedrijfsregistraties)  
gecorr. = gecorrigeerd voor fluctuaties in neerslag, grondwaterstand en samenstelling van groep bemonsterde bedrijven

De gemiddelde nitraatconcentraties op biologische praktijkbedrijven op kleigrond waren in de jaren 1999-2001 en 2003 lager dan de landelijke metingen op kleigrond, zo blijkt uit Tabel 8. Het aantal biologische bedrijven waar gemeten is, is echter beperkt.

Bovengenoemde resultaten betreffen allemaal praktijkbedrijven. Er zijn ook gegevens beschikbaar van proefbedrijven. Ondermeer uit het bedrijfssystemen onderzoek van PPO, zie Tabel 9. Het proefbedrijf op klei scoort biologisch niet beter of slechter dan geïntegreerd, maar op het bedrijf op zand worden sinds 2002 wel betere resultaten gehaald in het biologische systeem. Het gaat hier echter om experimentele bedrijfssystemen. Deze systemen geven eerder de potentie aan dan de gemiddelde praktijksituatie.

*Tabel 9. Stikstofconcentraties in drainwater (mg/l NO<sub>3</sub>) op bedrijfsniveau van geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven. (Bron: PPO Bedrijfssystemen onderzoek)*

Proefbedrijf	Jaar	Sector	Grondsoort	N in drain (mg/l NO <sub>3</sub> )	
				biologisch	geïntegreerd
OBS-Nagele	1991-2000	akk	klei	42	31
	2001	akk	klei	29	37
	2002	akk	klei	19	-
	2003	akk	Klei	70	-
Vredepeel	1997-2000	akk	zand	72	66
	2001	akk	zand	34	-
	2002	akk	zand	40	99
	2003	akk	zand	47	105
	2004	akk	zand	-	103
	2005	akk	zand	48	134

Ook op het ecologisch proefbedrijf Lovinkhoeve (op klei) was het vijfjarig gemiddelde (1997-2001) van de nitraatconcentraties in drainwater met ca. 30 mg/l lager dan de EU-norm. (Te Berge en Hack-ten Broeke, 2004). Een parameter die ook een indicatie geeft over de mate van stikstofuitspoeling is de bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. Uit onderzoek blijkt dat met een maximum van 70 kg minerale stikstof per ha aan het begin van het uitspoelingsseizoen op kleigrond over het algemeen aan de EU-norm voor nitraat voldaan kan worden. Voor zandgrond is een streefwaarde van 45 kg N per ha vastgesteld (Rovers, Embrechts, 2000; Telen met toekomst, 2000; Wijnands, Holwerda, 2003). In Tabel 10 worden N-mineraalbepalingen bij biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven weergegeven.

Tabel 10. Hoeveelheid minerale stikstof in de laag 0-90 cm in het najaar bij geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)

Project	Jaar	Grondsoort	N-mineraal najaar (kg/ha)	Aantal bedrijven
<b>Biologisch</b>				
BIOM	2000-2001	klei	36	n = 14
	2003	klei	<b>80</b>	n = 25
	2004	klei	70	n = 16
	2005	klei	<b>85</b>	n = 15
	2000-2001	zand	<b>59</b>	n = 10
	2003	zand	<b>99</b>	n = 11
	2004	zand	<b>75</b>	n = 7
	2005	zand	<b>110</b>	n = 7
<b>geïntegreerd</b>				
Telen met toekomst	2000-2001	klei	<b>105</b>	n = 5
	2002	klei	<b>101</b>	n = 5
	2003	klei	<b>143</b>	n = 5
	2004	klei	<b>162</b>	n = 5
	2000-2001	zand	<b>104</b>	n = 18
	2002	zand	<b>121</b>	n = 18
	2003	zand	<b>140</b>	n = 18

*Vetgedrukte waarden komen boven de streefwaarden.*

Uit Tabel 10 blijkt dat de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem op kleigronden bij het gemiddelde van biologische praktijkbedrijven sommige jaren lager is dan de streefwaarde. De gemiddelden van geïntegreerde bedrijven halen deze streefwaarde niet.

Op zandgronden halen zowel biologische als geïntegreerde bedrijven gemiddeld genomen de streefwaarde niet. Zowel op kleigronden als op zandgronden is de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij biologische praktijkbedrijven over meerdere jaren lager dan bij geïntegreerde bedrijven. Op zandgronden geldt hetzelfde voor één periode.

Tmt bedrijven zijn vaak voorlopers op het gebied van beperking van mineralenverliezen, het verschil tussen biologische en gangbare bedrijven zal dus groter zijn.

Er zijn ook N-mineraal bepalingen bij proefbedrijven gedaan. Evenals bij de metingen aan stikstof-concentraties aan het drainwater in Tabel 9, gaat het om resultaten van onderzoek aan experimentele bedrijfssystemen.

Tabel 11. Hoeveelheid minerale stikstof in de laag 0-90 cm in het najaar bij geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven.

Proefbedrijf	Jaar	Sector	Grondsoort	N-mineraal najaar(kg/ha)	
				biologisch	geïntegreerd
OBS-Nagele	1991-2000	akk	klei	43	32
	2001	akk	klei	23	30
	2002	akk	klei	22	-
	2003	akk	Klei	47	-
Vredepeel	1997-2000	akk	zand	41	46
	2001	akk	zand	44	44
	2002	akk	zand	36	40
	2003	akk	zand	38	48
	2004	akk	zand	55	47
	2005	akk	zand	35	59
Kooijenburg	1997-2000	akk	zand en dal	18	75
Westmaas	1997-2000	akk/vgg	klei	36	49
Meterik	1997-2000	vgg	zand	77	102
	2001	vgg	zand	43	58
	2002	vgg	zand	89	89

Bron: PPO Bedrijfssystemen onderzoek.

Uit deze resultaten van experimentele bedrijfssystemen blijkt dat de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bij biologische systemen meestal lager is dan bij geïntegreerde systemen. Deze systemen geven echter eerder de potentie aan dan de gemiddelde praktijksituatie.

Omdat het aantal metingen aan de hoeveelheid stikstof in water of de bodem beperkt is, wordt ook gebruik gemaakt van een indirecte indicator: de stikstofbalans. In de stikstofbalans wordt de aanvoer en de afvoer in kilogrammen per hectare berekend. Het stikstofoverschot is dan een indirecte indicator voor mogelijke stikstofuitspoeling.

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over de stikstofaanvoer en -afvoer door gangbare en biologische akkerbouwbedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet, zie Tabel 12. (In Bijlage I en II staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 12. Stikstofbalans van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000.  
(Bron: Bedrijven Informatienet LEI)

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
N – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	178	138	150	138
	gangbaar	263	263	267	253
N - Afvoer (kg/ha)	bio	98	93	69	83
	gangbaar	138	136	113	124
N – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	81	45	81	55
	gangbaar	124	128	154	130

*N – Aanvoer (excl.) is stikstofaanvoer zonder N-binding, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

Tabel 12 blijkt dat het stikstofoverschot bij gangbare bedrijven groter is dan bij biologische bedrijven.

Er zijn ook recentere gegevens over stikstofoverschotten bekend binnen de PPO bedrijfsregistraties, deze betreffen biologische en geïntegreerde bedrijven, maar geen gangbare bedrijven, zie Tabel 13.

Tabel 13. Stikstofbalans van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)

		2003	2004	2005
N – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	BIOM	186	189	180
	Telen met toekomst	216	250	248
N – Aanvoer (incl.) (kg/ha)	BIOM	262	262	253
	Telen met toekomst	266	290	289
N - Afvoer (kg/ha)	BIOM	103	108	100
	Telen met toekomst	107	129	120
N – Overschot (excl.) (kg/ha)	BIOM	83	81	80
	Telen met toekomst	114	129	128
N – Overschot (incl.) (kg/ha)	BIOM	159	154	153
	Telen met toekomst	163	168	168

*N – Aanvoer (incl.) is stikstofaanvoer via mest, N-binding, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

*N – Aanvoer (excl.) is stikstofaanvoer zonder N-binding, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

Ook uit deze tabel blijkt dat het stikstofoverschot bij geïntegreerde bedrijven hoger is dan bij biologische bedrijven. Wanneer de stikstofaanvoer inclusief N-binding, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie wordt berekend is het N-overschot bij geïntegreerde bedrijven nog steeds hoger, maar is het verschil met biologische bedrijven minder groot. Deze geïntegreerde bedrijven zijn voorlopers bij het beperken van mineralenverliezen, waardoor het verschil tussen biologische en gangbare bedrijven groter zal zijn.

#### 4.2.4 Stikstofuitspoeling bij fruitteelt

Bemesting in de fruitteelt is geen milieukundig probleem omdat overbemesting slecht is voor de kwaliteit van het fruit. Ook voor regulering van de vegetatieve groei is een nauwkeurige bemesting belangrijk. In de fruitteelt is in het algemeen het mineralen overschot dan ook niet hoog. De stikstofbemesting tijdens het groeiseizoen leidt over het algemeen niet tot onaanvaardbare overschotten in de gangbare appelteelt. In de biologische appelteelt is de stikstofvoorziening en vooral de beschikbaarheid van stikstof op het juiste tijdstip een probleem (Hietbrink *et al.*, 2001).

Teeltgebonden aspecten ten aanzien van de bemesting in de fruitteelt worden in

Tabel 14 weergegeven waarbij de verschillen tussen biologisch ten opzichte van gangbaar genoemd worden.

*Tabel 14. Teeltgebonden aspecten van appel.*

Aspect	Verskil biologisch t.o.v. gangbaar
Soort mest	Meer stikstofbinding door vlinderbloemigen i.p.v. kunstmest Meer gebruik dierlijke mest, geen gebruik van dierlijke mest uit de gangbare intensieve veehouderij (varkens, kippen) Meer gebruik gecomposteerde mest Meer gebruik compost Gebruik afval destructiebedrijven, vooral bloedmeel, maar ook haren/verenmeel en hoornmeel Gebruik zeewier en –producten
Fertigatie	Geen fertigatie met kunstmest
Bladbemesting	Met organische mest in koud voorjaar

*Bron: Van Wolfswinkel et al, 2001.*

Tabel 15 geeft een schatting van de meststoffenaanvoer bij de biologische appelteelt en de gangbaar/Milieukeurteelt.

*Tabel 15. Schatting van de meststoffenaanvoer in gangbaar/Milieukeur fruitteelt en biologische fruitteelt.*

	Totale N-aanvoer (kg/ha):	Totale P-aanvoer (kg/ha)
Gangbaar/Milieukeur	61	19
Biologisch	60	24

*Bron: Besseling, 2000.*

#### Aanvoer

In de gangbare appelteelt wordt 61 kg N toegediend waarvan 41 kg door middel van kalkammonsalpeter. In de gangbare fruitteelt wordt weinig dierlijke mest gebruikt (Hietbrink, 2001). De P aanvoer geschiedt voor bijna de helft uit tripelsuperfosfaat. In de biologische appelteelt bestaat de 60 kg N- aanvoer uit 42 kg via stalmest. De P-aanvoer wordt in de biologische appelteelt grotendeels toegediend in de vorm van kippenmest en stalmest (Besseling, 2000).

## Afvoer

De afvoer van N in biologische teelt via de vruchten varieert van 10 tot 20 kg per ha bij een productie van 15 tot 30 ton per ha bij een appelboomgaard met 2500 bomen/ ha op onderstam M9 en 50% rijstrook met grasklaver (Bloksma, 2003). Tabel 10 geeft een vergelijking met de afvoer van N via de vruchten in de gangbare teelt waarbij de producties als uitgangspunt dienen. De afvoer van P via de vruchten varieert tussen de 4 en 8 kg per ha (Bloksma, 2003).

## N-balans

Tabel 16. *Overzicht van aanvoer en afvoer van N via de vruchten bij biologische en gangbare appelteelt.*

Teeltsysteem	Productie in ton	Gemiddeld N-gehalte per 100 gram vrucht (in mg) over meerdere rassen	N-afvoer via de vruchten in kg/ha	N-aanvoer	N overschot
Gangbaar	42	50	21	61	40
Biologisch	20	65	13	60	47

*Bronnen: Groot et al., 1996, Van Velzen, 2004, Kodde et al., 1993 en Bloksma, 2003.*

Zoals uit de laatste kolom blijkt blijft in de biologische teelt aan het eind van het seizoen meer N over vanwege de lagere afvoer via de vruchten als gevolg van een lagere productie. Voor het inzichtelijk maken van de totale mineralenbalans moet naast de aanvoer en afvoer van mineralen onder andere rekening gehouden worden met opname en vastlegging in de boom (knoppen, hout, wortels) en graszoden, mineralisatie en uitspoeling door neerslag. Van dit totale proces is niet inzichtelijk wat de verschillen zijn tussen de biologische en gangbare appelteelt.

### 4.2.5 Stikstofuitspoeling in de rundveehouderij

Het verschil in aanvoerhoeveelheid van stikstof en fosfaat tussen gangbare en biologische rundveebedrijven zit in de kunstmestgift die alleen op gangbare bedrijven plaatsvindt. Hierdoor zijn de overschotten en daarmee de verliezen op gangbare bedrijven ook veel hoger (circa 75 kg per ha). Het grootste deel verdwijnt via ammoniakemissie, vervolgens uitspoeling en een deel denitrificatie.

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over de aanvoer en het gebruik per mestsoort door gangbare en biologische melkveebedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatie Net. (In Bijlage II staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 17. Stikstofaanvoer via diverse mestvormen van biologische en gangbare melkveebedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI.

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Totale N – Aanvoer (kg/ha)	bio		101	95	106
	gangbaar	442	436	404	390
w.v. organische mest (in kg N/ha)	bio		21	17	19
	gangbaar	20	20	14	15
w.v. kunstmest (in kg N/ha)	bio		0	0	0
	gangbaar	244	249	222	210

### Conclusie

- Gangbare melkveebedrijven gebruiken een vergelijkbare hoeveelheid stikstof via organische mest als biologische bedrijven, maar gebruiken ook nog stikstof uit kunstmest, waardoor de N-overschotten hoger zijn bij gangbare melkveebedrijven.

Tabel 18. Stikstofbalans van biologische en gangbare melkveebedrijven van 2002-2004- uit het Bedrijven Informatienet LEI.

		2002	2003	2004
N – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	76	91	70
	gangbaar	302	298	304
N - Afvoer (kg/ha)	bio	83	79	63
	gangbaar	114	124	124
N – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	-7	12	6
	gangbaar	187	175	180

*N – Aanvoer (excl.) is stikstofaanvoer zonder N-binding, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

### Schils en Kasper 2005; Nitraatgehalte in het grondwater van biologische bedrijven

**Methode:** Metingen in 2002 en 2003 op 8 Bioveebedrijven op zandgrond. Op elk bedrijf 32 meetpunten geselecteerd volgens de RIVM-methode (evenredig verdeeld over het bedrijf).

**Resultaat:** In 2002 voldeden 7 en in 2003 5 bedrijven aan de nitraatdoelstelling voor grondwater van maximaal 50 mg/l. Het gemiddelde nitraatgehalte in 2002 was 35 mg/l en in 2003 42 mg/l, hetgeen 25% lager is dan de groep melkveebedrijven op zandgrond in het landelijk meetnet. Een hoger aandeel voedergewassen verhoogt het nitraatgehalte.

**Validiteit:** goed, betrouwbare meetmethode, redelijk aantal bedrijven.

### Pinxterhuis, 2001; Nitrate in groundwater during conversion to organic farming

#### In: Grassland Science in Europe, Vol. 6

**Methode:** Tijdens omschakeling van conventionele naar biologische bedrijfsvoering is de nitraatconcentratie gemeten in 1998-2000 op 48-64 locaties op 24-30 percelen.

**Resultaat:** Het nitraatgehalte is na omschakeling naar biologische bedrijfsvoering fors lager, van gemiddeld 108 naar 49 gram per liter grondwater.



Tabel 19. Gemiddelde nitraatconcentratie in grondwater van Aver Heino (mg per liter).

	areaal (ha)	1998	1999	2000
Voedergewassen	5,5	299	147	116
Rotatie	7,9	236	120	70
Gras	29,1	38	29	25
Nieuw*	12,5		74	61
	gemiddeld	108	64	49

\* Nieuw land was grasland en is nu in gebruik voer voedergewassen of grasland voor maaien.

Validiteit: betrouwbaar onderzoek vanwege vele meetpunten en gemeten op bedrijf dat bedrijfsvoering verandert.

#### **Kristensen en Knudsen 2004; Impact of Organic farming on aquatic environment**

*Presentation in Lenice*

Methode: Op basis van statistieken over 1999 is het N- en P-overschot tussen conventionele en biologische rundveebedrijven in Denemarken vergeleken. Verliezen zijn vervolgens modelmatig benaderd.

Resultaat: Op conventionele melkveebedrijven is de input van N jaarlijks 238 kg per ha tegen 144 kg N op biologische melkveebedrijven. De overschotten bedragen respectievelijk 181 en 105 kg N per ha. Het overschot gaat als volgt verloren: ammoniakemissie respectievelijk 36 en 25 kg, denitrificatie zowel conventioneel als biologisch 26 kg en uitspoeling resp. 119 en 54 kg per ha.

Validiteit: goed; de data representeren 85% van de gemengde melkveebedrijven in Denemarken.

#### **Knudsen 2006; Estimated N leaching losses for organic and conventional farming in Denmark**

Methode: Op basis van databases van de Deense landbouw in 1999 zijn classificaties gemaakt en geanalyseerd. In de dataset zitten 149 biologische en 350 conventionele gemengde melkveebedrijven. Om de N-balans op te stellen, is gebruik gemaakt van de methode beschreven in Watson *et al.* (2002). De som van de N-uitspoeling en de mogelijke verandering van N in de bodem is berekend door de vervluchtiging via denitrificatie en ammoniak emissie van de veldbalans af te trekken.

Resultaat: Op conventionele melkveebedrijven is de input van N jaarlijks 238 kg per ha tegen 155 kg N op biologische melkveebedrijven. Het verschil zit vooral in de hoge aanvoer met kunstmest (95 kg N/ha) op conventionele bedrijven. De overschotten bedragen respectievelijk 183 en 119 kg N per ha. Het verschil tussen de verliezen zit vooral in de uitspoeling en bodem stikstofveranderingen: 124 kg per ha bij conventioneel en 74 kg bij biologisch. De N-efficiëntie van N op het veld is respectievelijk 0,45 en 0,55.

Validiteit: goed; de data representeren 85% van de gemengde melkveebedrijven in Denemarken. Studie gebaseerd op Kristensen *et al.*, 2004 en Berntsen *et al.*, 2004.

Tabel 20. Eenvoudige N balans op representatieve gemengde melkveebedrijven in Denemarken, 1999 (kg N/ha/jaar).

	Biologisch	Gangbaar
Input		
Minerale meststof	0	95
Organische meststof en dieren	8	1
Voer	48	90
Strooisel	7	6
Fixatie	76	29
Depositie	<u>16</u>	<u>16</u>
Totaal input	155	238
Output	-36	-55
N-balans bedrijf	119	183
N-verlies, stal en opslag	-18	-22
N-balans veld	101	160
N-efficiëntie veld	0,55	0,45
N-verliezen veld		
bemestingsverlies	-11	-15
Gewassen	-2	-4
Denitrificatie	-14	-17
Uitspoeling en bodem N verandering	-74	-124

#### **Lynch *et al.*, 2006; Sustainability of organic dairying in Canada**

**Methode:** Onderzoek op 15 bedrijven in Canada die langer dan 10 jaar biologisch zijn. Nutriëntbalans is gebaseerd op data van bodemvruchtbaarheid afkomstig van 80% van de percelen (n = 225). Data van 2003-2005 zijn gebruikt.

**Resultaat:** De gemiddelde overschotten aan N, P en K waren van 2003-2005 respectievelijk 52, 1 en 11 kg per ha. Dit is sterk contrast met grote nutriënten overschotten op intensieve melkveebedrijven in N-Amerika.

**Validiteit:** er is een redelijke steekproefomvang van bedrijven die al vele jaren biologisch zijn. De variatie tussen bedrijven is niet heel groot.

#### **Scheringer en Isselstein, 2001; Nitrogen budgets of organic and conventional dairy farms in North-West Germany**

**In: Grassland Science in Europe, Vol. 6**

**Methode:** In een veldstudie zijn gedetailleerde data van 3 jaar (1995/96-97/98) van 45 melkveebedrijven (6 biologische en 39 conventionele) geanalyseerd. Voor een deel zijn gegevens met behulp van een model berekend op basis van de aangeleverde data.

**Resultaat:** Het N-overschot op biologische melkveebedrijven bedraagt 64 kg per ha tegen 145 kg op conventionele bedrijven. De 25% gangbare bedrijven met laagste N-overschot (en hoogste N-efficiëntie) realiseren met 76 kg per ha slechts een licht hoger overschot dan het gemiddelde van biologische bedrijven. De N-efficiëntie op biologische bedrijven is 31% tegen 25% op conventionele bedrijven. De 25% 'beste' gangbare bedrijven realiseren een hogere N-efficiëntie, n.l. 33%.

Tabel 21. Gemiddelde N budgetten van biologische en conventionele melkveebedrijven (in kg N per ha per ha).

	Biologisch	Gangbaar	
	gemiddelde (SD) n = 6	25% beste (SD) n = 10	gemiddelde (SD) n = 39
Inputs			
Krachtvoer	17 (13)	32 (20)	54 (27)
Minerale meststof	0 (0)	72 (26)	122 (43)
Overige	2 (2)	3 (4)	7 (7)
N <sub>2</sub> -fixatie	68 (29)	7 (9)	9 (9)
Totaal	87 (37)	114 (22)	192 (62)
Output	23 (6)	38 (15)	46 (14)
N-overschot	64 (27)	76 (17)	145 (55)
N-efficiëntie (%)*	31 (18)	33 (12)	25 (8)

\* Gemiddelde berekend als resultaat van de individuele bedrijven.

Validiteit: Het aantal biologische bedrijven in de analyse is klein, maar er zijn wel data gedurende 3 jaar verzameld.

#### **Schröder *et al.*, 2006; De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken**

Methode: Aan de hand van een stroomschema zijn de nutriëntenstromen in kaart gebracht. Op basis van de actuele situatie zijn enkele scenario's voor de toekomst berekend.

Resultaat: Zonder mestafvoer is de fosfaat- en kaliaanvoer in de huidige situatie maar net in evenwicht. Mestafvoer op het bedrijf zal de NPK-voorziening verslechteren. Voor P en K ontstaan tekorten. De aanvoer van fosfaat en kali via geïmporteerd voer overtreft de afvoer via melk en vlees niet.

Validiteit: Metingen zijn slechts op 1 bedrijf gedaan en verder zijn de afvoerscenario's fictief.

#### **Taube and Pötsch, 2001; On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms**

##### **In: Grassland Science in Europe, Vol. 6**

Methode: Case studie van nutriëntenbalansen van melkveebedrijven. Totaal zijn 157 bedrijven in Oostenrijk en Duitsland meegenomen.

Resultaat:

Tabel 22. N-balans op melkveebedrijven in de 'Man and Biosphere – Project region' (kg N per jaar).

	Biologisch (n=40)	Geïntegreerd (n = 51)	Gangbaar (n =66)
N-input			
Minerale meststof	0	0	420
Instrooi materiaal	21	12	27
Krachtvoer	80	108	423
Overig voer	8	19	70
Dierlijke input	12	3	8
Biologische N-fixatie	763	678	586
N-depositie	200	178	235
	1.084	998	1.769
N-output			
Dierlijke output	111	127	232
Melk	300	241	420
Plantaardige productie	0	7	22
Onvermijdelijk N-verlies	388	339	691
	798	715	1.365
N-balans per bedrijf	+286	+283	+404
ha per bedrijf	20,0	17,8	23,4
N-balans per ha (zonder onvermijdelijk verliezen)	+34	+35	+47
N-balans per ha (incl. onvermijdelijk verliezen)	+14	+16	+17

Validiteit: Data van groot aantal bedrijven (157).

**Wetterich and Haas, 2001; Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany**

**In: Grassland Science in Europe, Vol. 6**

Methode: Toepassing van LCA om milieu-impact op bedrijfsniveau te evalueren in een case studie op 18 melkveebedrijven; 6 intensieve, 6 extensieve en 6 biologische bedrijven.

Resultaat: N-balans was 80, 31 en 31 kg N per ha en P-balans 5,3, 4,5 en -2,3 kg P per ha.

Validiteit: steekproefomvang is klein, maar resultaten komen wel overeen met andere bronnen.

#### 4.2.6 Stikstofuitspoeling in de varkenshouderij

In onverharde uitlopen in de biologische varkenshouderij is duidelijk sprake van forse overbemesting. Met name in de nabije omgeving van de stal. Deze overbemesting leidt tot forse verliezen door uitspoeling van nitraat.

**Eriksen *et al.*, 2002; The fate of nitrogen in outdoor pig production**

In: Agronomie

Methode: Metingen van ammoniak emissie, denitrificatie en nitraatuitspoeling op 3 commerciële varkensbedrijven met uitloop in Denemarken in de periode 1997-2000. Elk van de parameters is op een ander bedrijf bepaald.

Resultaat: nitraatuitspoeling bij grazende zeugen bedroeg gemiddeld 141-308 kg N per ha gedurende de graasperiode en het daaropvolgende jaar. (zie ook Tabel 23).

De combinatie van zandgrond en regenval in de winter zorgden voor een grote hoeveelheid N-uitspoeling.

Tabel 23. N-balans open lucht varkenshouderij Denemarken.

	kg N per ha	Output (% van input met voer)
Input Voer	880	
Output Varkens	390	44
Ammoniak vervluchtiging	114	13
Denitrificatie	69	8
Nitraat uitspoeling	141-308	16-35
Totaal	714-881	81-100

Validiteit: Meting per kenmerk slechts op 1 bedrijf. Elke parameter op ander bedrijf bepaald, dus dubieus, relaties mogen niet worden gelegd.

### **Eriksen, 2001; Implications of grazing sows for nitrate leaching from grassland and the succeeding cereal crop**

In: *Grass and Forage Science*

Methode: Metingen op een commerciële 'free range' varkensbedrijf op zandgrond in Denemarken.

Resultaat: verliezen door uitspoeling bedragen 500 en 330 kg per ha op respectievelijk 10 en 16 meter afstand van de voederplaats. Op 22 en 28 m vanaf de voederplaats bedragen de verliezen 200 kg N per ha.

Validiteit: meting op slechts 1 bedrijf.

### **Aarnink et al., 2005; Ammoniak- en mineralenverliezen in de biologische varkenshouderij Ivanova-Peneva et al., 2006; Ammonia and Mineral Losses on Dutch Organic Farms with Pregnant sows In: Biosystems Engineering**

**Ivanova-Peneva and Aarnink, 2004; Reducing ammonia and mineral losses in organic pig production  
In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> SAFO Workshop, Witzenhausen, Germany**

Methode: Metingen van ammoniakemissie en mineralenbelasting op drie varkensbedrijven (zeugen en vleesvarkens) met een verharde uitloop. De zeugen hadden ook toegang tot een onverharde uitloop van respectievelijk 88, 288 en 65 m<sup>2</sup> per zeug. De metingen zijn gedaan bij twee groepen vleesvarkens (ca 45 en 80 kg) en bij één groep dragende zeugen op twee meetdagen, in de lente en in de herfst

Resultaat: De bemestingsnormen voor N en P werden door mesten en urineren van zeugen in de onverharde uitloop fors overschreden. Op twee bedrijven was de bemesting gemiddeld een factor 2-4 hoger dan de norm. Genoemde getallen: 407,5, 63,3 en 522,7 kg N per ha en 113,0, 19,5 en 163,7 kg P per ha, terwijl de maximum standaardwaarden 170 kg N per ha en 44 kg P per ha zijn. Door de onevenredige verdeling is dit dicht bij de stal hoger dan gemiddeld. De minimaal benodigde oppervlakte om onder de bemestingsnorm te blijven ligt op 200 m<sup>2</sup> per zeug.

Validiteit: goede proefopzet, metingen echter slechts op twee dagen.

### **Wachenfelt en Knut-Håkan, 2006; Nitrogen losses from Organic Housing Systems for fattening pigs Workshop on Agricultural Air Quality**

Methode: Op een onderzoeksbedrijf in Zweden zijn 4 alternatieve huisvestingssystemen voor biologische vleesvarkens. De stal bestaat uit 8 hokken, 2 hokken per systeem met 16 vleesvarkens per hok. Metingen gedurende twee rondes, een zomer- en winterperiode. In de winterperiode had elk hok een verharde uitloop. In de zomerperiode had de helft van de hokken een verharde uitloop en de helft een onverharde uitloop van 96 m<sup>2</sup>. Er zijn nutriëntenbalansen opgesteld en geanalyseerd.

Resultaat: Het N-verlies is hoog met 40-50 kg N per hok van 16 vleesvarkens: 2,5-3,0 kg N per varken.

Validiteit: Nutriëntenbalans NPK goed onderbouwd. Deel van verliezen is op basis van metingen, deel berekende waarden.

*De mestproductie van een regulier vleesvarken is ca 14,5 kg N per jaar. De forfaitaire productienorm is 7,9 kg N per jaar, zodat er verlies is van 6,6 kg. Biologische varkens komen op 7,5-9 kg N-verlies per jaar op basis van bovenstaande.*

**Mheen, 2004; Stikstofuitspoeling van onverharde uitlopen in de varkenshouderij**

**Methode:** Metingen op 8 biologische en 5 scharrelbedrijven met onverharde uitloop, variërend van 10 tot 450 m<sup>2</sup> per zeug. Voor de berekening van de totale stikstofbelasting zijn vijf aannames gemaakt: 1. stikstofuitscheiding, 2. oppervlakte urineplek, 3. aantal uren weidegang, 4. hoeveelheid mest en urine per tijdseenheid, 5. evenredige verdeling over iedere plaats van het perceel.

**Resultaat:** De hoeveelheid stikstof die met zeugenmest en urine op de percelen terecht komt, ligt bij drie bedrijven erg hoog (>500 kg N/ha/jaar); bij de overige 10 bedrijven is dit minder dan 350 kg. Boven 300 kg N per ha stijgt de uitspoeling op zandgronden. Het probleem is vooral dat er piekbelastingen ontstaan vanwege urineplekken. Omdat op veel bedrijven de grasmat ook nog eens onvoldoende is om de uitspoeling te verminderen, gaat er veel N verloren.

**Validiteit:** er worden aannames gedaan, maar desondanks geeft de uitkomst wel een indicatie van het overschot.

## 4.2.7 Stikstofuitspoeling in de pluimveehouderij

**Aarnink et al., 2005; Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen****Aarnink et al., 2005; Ammonia emission and mineral load on outdoor yards of laying hens. Paper, poster Workshop 'Should hens be kept outside?'**

**Methode:** Metingen van ammoniakemissie en mineralenbelasting op twee leghenbedrijven (praktijkbedrijf en proefbedrijf). Op het proefbedrijf zijn uitlopen bij zowel grondhuisvesting als volièrehuisvesting gemeten. Met behulp van meetrasters zijn meetlocaties willekeurig over de uitloop verdeeld. Op het praktijkbedrijf 50 locaties op vijf verschillende afstanden van de stal (5, 10, 15, 20 en 30 m). Op het proefbedrijf waren per uitloop acht meetlocaties. Het aantal keutels, de spreiding en de samenstelling ervan per oppervlakte-eenheid vormt een maat voor de lokale bemestingsdruk. De emissiemetingen werden uitgevoerd met een meetdoos. Deze meet de relatieve emissie van ammoniak van verschillende bronnen onder standaard omstandigheden.

**Resultaat:** De berekende mineralenbelasting van de eerste 20 m van de uitloop (vanaf de stal) staat in tabel.

Tabel 24. Mineralenbelasting in uitloop van biologische leghennen (kg per ha per jaar).

		Mineralenbelasting, kg/(jaar.ha)		
		N	P	K
Praktijklocatie		2.845 (199)	709 (50)	1.074 (75)
Proeflocatie	grondhuisvesting	2.637 (461)	597 (104)	1.562 (273)
	volièrehuisvesting	2.412 (408)	552 (93)	1.530 (259)

**Validiteit:**

Metingen zijn op beperkt aantal bedrijven verricht, maar daarbij is wel sprake van gedegen onderzoeksopzet.

## 4.3 Fosfaatuitspoeling

### 4.3.1 Conclusies fosfaatuitspoeling

#### **Fosfaatuitspoeling is op biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\* *Voor akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt is op basis van literatuur geen uitspraak mogelijk. Bij veehouderij is de claim is gebaseerd op indirecte indicatoren bij rundveehouderij.*

#### **Akkerbouw en vollegrondsgroenten**

Voor deze sector is op basis van het beschikbare materiaal geen uitspraak te doen over verschillen in fosfaatuitspoeling tussen gangbare en biologische bedrijven.

#### **Fruitteelt**

Er is op basis van het beschikbare materiaal geen aanleiding om te veronderstellen dat er verschillen zijn in fosfaatuitspoeling tussen biologische en gangbare fruitteelt.

#### **Rundveehouderij**

Op biologische bedrijven zijn er nauwelijks fosfaatoverschotten, terwijl die op gangbare bedrijven rond de 30 kg per ha liggen.

\*\* Bronnen zijn over P uitspoeling beperkter en minder duidelijk dan voor N-uitspoeling. De lagere fosfaatoverschotten bij biologisch zijn duidelijk. Het fosfaatoverschot is echter een indirecte indicator.

### 4.3.2 Fosfaatuitspoeling algemeen

De problemen met nitraat in grond- en oppervlaktewater als gevolg van bemesting zijn beduidend groter dan de problemen met fosfaat. De oorzaak hiervan is het verschil in mobiliteit tussen de verschillende stoffen. Fosfaat is minder mobiel in de bodem, doordat het vaak aan bodemdeeltjes bindt. Hierdoor spoelt het veel minder snel uit naar grondwater dan nitraat.

Maar ook fosfaten kunnen in drink- en oppervlaktewater terecht komen, doordat de bodem verzadigd raakt met fosfaten. Wanneer meer fosfaat in de bodem aanwezig is, dan aan bodemdeeltjes gebonden kan worden, spoelt fosfaat alsnog uit naar het grondwater. Dit is op veel landbouwgronden in Nederland het geval, als gevolg van overbemesting (Peereboom, 1994).

### 4.3.3 Fosfaatuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten

Gegevens over fosfaatuitspoeling zijn niet beschikbaar. Een indirecte indicator voor de mate van fosfaatuitspoeling is de P-bodemreserve, die de fosfaatvoorraad in de bodem aangeeft. Zowel van biologische als van geïntegreerde bedrijven zijn hiervan meetresultaten op praktijkbedrijven (Tabel 25).

Tabel 25. *P-bodemreserve in de laag 0-30 cm bij geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)*

Proefbedrijf	Jaar	Pw (0-30 cm)		Aantal bedrijven
		Zand	Klei	
BIOM	2003	82		n = 13
			48	n = 24
Telen met toekomst	2000	66		n = 18
			47	n = 5

Uit deze tabel blijkt op zand een hogere Pw bij de biologische bedrijven. Op klei is er geen verschil.

Een andere, nog minder directe indicator voor fosfaatuitspoeling is het fosfaatoverschot. Een fosfaatoverschot zal op de lange termijn leiden tot fosfaatuitspoeling.

Ook hiervan zijn gegevens van biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven, zoals weergegeven in de volgende tabellen.

Tabel 26. *Fosfaatbalans van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven in PPO-agv projecten.*

		2003	2004	2005
P205 – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	BIOM	94	99	101
	Telen met toekomst	84	82	73
P205 – Aanvoer (incl.) (kg/ha)	BIOM	96	102	103
	Telen met toekomst	87	85	77
P205 - Afvoer (kg/ha)	BIOM	37	38	37
	Telen met toekomst	39	46	44
P205 – Overschot (excl.) (kg/ha)	BIOM	57	61	64
	Telen met toekomst	46	39	29
P205 – Overschot (incl.) (kg/ha)	BIOM	59	64	67
	Telen met toekomst	50	42	32

*P205 – Aanvoer (incl.) is fosfaataanvoer via mest, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

*P205 – Aanvoer (excl.) is fosfaataanvoer zonder gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over de fosfaatbalansen van gangbare en biologische bedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet. (In Bijlage I en II staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)



Tabel 27. Fosfaatbalans van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI.

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
P205 – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	93	67	74	65
	gangbaar	104	95	103	100
P205 - Afvoer (kg/ha)	bio	38	37	27	33
	gangbaar	55	54	45	50
P205 – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	55	30	47	33
	gangbaar	48	41	57	50

*P205 – Aanvoer (excl.) is fosfaataanvoer zonder gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie*

Het fosfaatoverschot van biologische bedrijven t.o.v. geïntegreerde bedrijven geeft een wisselend beeld: soms is dit op biologische bedrijven groter dan op gangbare bedrijven (BIOM en Tmt), soms lager (LEI-BIN).

De resultaten met betrekking tot het fosfaatoverschot geven dus geen duidelijke conclusie over de verschillen tussen biologisch dan gangbaar in fosfaatuitspoeling.

Gezien het wisselende beeld bij de indirecte indicatoren en de afwezigheid van directe metingen wordt geconcludeerd dat er geen uitspraak gedaan kan worden over de verschillen in fosfaatuitspoeling tussen biologische en gangbare akkerbouw en vollegrondsgroentebedrijven.

#### 4.3.4 Fosfaatuitspoeling fruitteelt

De N-aanvoer en de P-aanvoer in de gangbare en biologische fruitteelt komen overeen (zie hoofdstuk 4.2.4.). De toepassing van mineralen bij zowel gangbaar als biologische teelt ligt duidelijk onder de toegestane norm, waardoor de milieubelasting beperkt is. Er is geen aanleiding om te veronderstellen dat er verschillen zijn in fosfaatuitspoeling tussen biologische en gangbare fruitteelt.

#### 4.3.5 Fosfaatuitspoeling rundveehouderij

##### LEI Bedrijven Informatie Net

Tabel 28. Fosfaatbalans van biologische en gangbare melkveebedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI.

		2002	2003	2004
P205 – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	32	40	29
	gangbaar	81	82	80
P205 - Afvoer (kg/ha)	bio	35	34	27
	gangbaar	47	52	48
P205 – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	-2	6	2
	gangbaar	34	30	32

*P205 – Aanvoer (excl.) is fosfaataanvoer zonder gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie.*

### **Kristensen en Knudsen 2004; Impact of Organic farming on aquatic environment**

*Presentation in Lenice*

**Methode:** Op basis van statistieken is het N- en P-overschot tussen conventionele en biologische rundveebedrijven in Denemarken vergeleken.

**Resultaat:** Wat betreft P is de aanvoer op conventionele bedrijven 34 kg per ha en op biologische bedrijven 16 kg. Dit resulteert in overschotten van respectievelijk 17 en 8 kg per ha.

**Validiteit:** afwijkende resultaten t.o.v. Knudsen *et al.*, 2006. Waarschijnlijk voorlopige resultaten weergegeven.

### **Løes 2003; Studies of the availability of soil phosphorus (P) and potassium (K) in organic farming systems, and of plant adaptations to low P- and K-availability**

Doctor Scientiarum Thesis.

**Methode:** op 5 melkveebedrijven in Noorwegen zijn bodemmonsters uit de periode 1983-1990 vergeleken met bodemmonsters uit 1996 tot 1998. Deze zijn geanalyseerd voor ammonium-acetaat lactaat (AL)- oplosbaar P en K. De nutriënt balans van de bedrijven is gebaseerd op jaarrapporten.

**Resultaat:** Nutriëntenbalansen op bedrijfsniveau laten zien dat er een tekort is aan P en K op veldniveau. Op bedrijfsniveau is dit niet zozeer het geval.

**Validiteit:** Beperkt aantal bedrijven, wel data van diverse jaren.

### **Eekeren *et al.*, 2005; Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven**

**Methode:** Op basis van bemestingsadvies, bemestingsproeven en huidige bemesting op melkveebedrijven wordt de K-toestand in beeld gebracht.

**Resultaat:** Met de gebruiksnorm van 170 kg N per ha wordt ook de aanvoer van kali uit dierlijke mest beperkt en dit resulteert in kalitekorten van 86-231 kg K<sub>2</sub>O per ha op ecologische bedrijven met grasklaver en 178-323 kg K<sub>2</sub>O per ha op BD-bedrijven.

**Validiteit:** theoretische benadering op basis van bemestingsadvies.

## **4.4 Ammoniakemissie**

### **4.4.1 Conclusies ammoniakemissie**

**Ammoniakemissie per ha is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij.**

\*\*\*\* *Bij rundveehouderij is de claim goed onderbouwd, resultaat literatuur meestal gebaseerd op indirecte maatstaf van stikstofoverschot.*

\*\* *Bij varkens- en pluimveehouderij gaat het om metingen van beperkte omvang.*

### **Akkerbouw en vollegrondsgroenten**

Er zijn onvoldoende betrouwbare gegevens of literatuurbronnen beschikbaar om een uitspraak te doen over verschillen in ammoniakemissie tussen biologisch en gangbaar.

### **Rundveehouderij**

De ammoniakemissie per ha is in de biologische rundveehouderij beduidend lager dan in de gangbare veehouderij.

\*\*\*\*\* De claim is goed onderbouwd, mede aan de hand van de N-balansen in de onderzoeken en bedrijfsregistraties. Lagere N-overschotten leiden tot lagere hoeveelheden die kunnen emitteren.

### Varkenshouderij

Als de mest in de uitloop frequent verwijderd wordt, kan de ammoniakemissie redelijk beperkt blijven, maar is hoger dan de norm die vanaf 2010 geldt voor gangbare varkens.

\*\* Metingen zijn enigszins beperkt van omvang

### Pluimveehouderij

De ammoniak emissie op biologische leghenbedrijven is vergelijkbaar met die op Freilandbedrijven. De emissie in de uitloop is relatief laag ten opzichte van de emissie in de stal.

\*\* Metingen zijn op beperkt aantal bedrijven verricht, maar daarbij is wel sprake van gedegen onderzoeksopzet.

## 4.4.2 Ammoniakemissie algemeen

Een teveel aan ammoniak schaadt het milieu op twee manieren. In de bodem wordt ammoniak omgezet in salpeterzuur. Deze verzuring is schadelijk voor bos- en natuurgebieden. Meer dan helft van de verzuring in Nederland komt door de uitstoot van ammoniak. Ten tweede kan ammoniak een overmaat aan voedingsstoffen veroorzaken, waardoor bijvoorbeeld de algengroei in het water explosief toeneemt (vermesting of eutrofiëring wat weer tot hypoxie kan leiden). De huidige overmaat aan ammoniak in het milieu is voor 90 procent uit de landbouw afkomstig. De ammoniak ontsnapt uit de stallen of komt in de lucht terecht na bemesting van het land (emissie). Via de lucht komt het ammoniak in de bodem of het water terecht (depositie).

De afgelopen decennia heeft de landbouw in Nederland inspanningen geleverd om de milieubelasting terug te dringen. Zo wordt de lucht in de stallen gezuiverd en wordt drijfmest op sommige plaatsen niet langer oppervlakkig uitgereden maar geïnjecteerd in de bodem. Ook door het afdekken van mestsilos of het bouwen van emissiearme stallen kan de emissie worden beperkt. Door deze en andere maatregelen is de ammoniakemissie uit dierlijke mest sinds 1980 tot 2003 gedaald met ruim een kwart. Verder is het zo dat bedrijven die dicht bij een bos of natuurgebied liggen, een veel grotere ammoniakbelasting op dit natuurgebied of bos veroorzaken dan bedrijven die verder weg liggen. Daarom worden boeren in de omgeving van dergelijke kwetsbare gebieden gestimuleerd om hun bedrijf te verplaatsen. (<http://nl.wikipedia.org>)

De landelijk gemiddeld berekende ammoniakconcentratie in 2004 was  $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In 1995 was dit nog  $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De hoogste concentraties zijn te vinden in de zogenaamde emissiegebieden, voornamelijk de gebieden met intensieve veehouderij zoals de Gelderse Vallei, De Peel en De Achterhoek. De landbouw is met een bijdrage van 90% de belangrijkste bron voor ammoniakemissie. (Milieu- en natuurcompendium).

Tabel 29. Ammoniakemissie door de land- en tuinbouw (Bron: Milieu- en Natuurcompendium).

	1980	1990	1995	2000	2002	2003	2004*
	<i>miljoen kg</i>						
Totaal	220	237	179	139	123	117	121
Dierlijke mest	204	210	166	128	114	108	111
w.v. stal en mestopslag	77	89	89	73	63	59	60
uitrijden van mest	114	119	62	45	43	41	43
beweiding	14	16	14	10	8	9	9
Kunstmest	15	13	13	11	9	9	9
	%						
Percentage van 1980-emissie	100	108	81	63	56	53	55

\* Voorlopige cijfers.

De ammoniakuitstoot door de landbouw wordt voor het overgrote deel veroorzaakt door dierlijke mest. Sinds 1980 is de ammoniakuitstoot in de landbouw vrijwel gehalveerd. De ammoniakemissie nam tot 2000 af doordat steeds meer dierlijke mest emissiearm werd uitgereden. De afname na 2000 is te danken aan de krimpende veestapel en de bouw van emissiearme stallen. Na 2002 trad stabiliteit op vanwege het gelijk blijven van het aantal dieren, en de afwezigheid van een verdere prikkel om de emissie te verlagen. Het gevoerde mestbeleid heeft ertoe geleid dat in de concentratiegebieden minder dierlijke mest per hectare werd gebruikt en in combinatie met emissiearme mestaanwending zijn de lokale hoge emissies sterk verminderd.

Bron: Milieu- en Natuurcompendium  
<http://www.mnp.nl/mnc>

#### 4.4.3 Ammoniakemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten

Uit Tabel 29 blijkt dat de meeste ammoniakuitstoot ontstaat in de stallen en vervolgens door respectievelijk de aanwending van dierlijke mest en van kunstmest. Ammoniakuitstoot bij aanwending van mest is afhankelijk van het type mest, de samenstelling, de wijze van toediening, het tijdstip van toediening en de weersomstandigheden. Bij gebruik van kunstmest is er gemiddeld 2-2,7 % ammoniakvervluchtiging, bij gebruik van dierlijke mest bij bouwland-injectie 10 %, bij onderwerken van de mest 23-52 % afhankelijk van het aantal werkgangen en het tijdsbestek waarin dit gebeurt. (Bron: Van der Hoek, 2002)

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over de stikstofaanvoer via diverse mestvormen door gangbare en biologische akkerbouwbedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet, zie Tabel 30. (In Bijlage I en II staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

*Tabel 30. Stikstofaanvoer via diverse mestvormen van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000. (Bron: Bedrijven Informatienet LEI)*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Totale N – Aanvoer (kg/ha)	bio	178	138	150	138
	gangbaar	263	263	267	253
w.v. organische mest (in kg N/ha)	bio	151	107	118	117
	gangbaar	104	107	112	116
w.v. kunstmest (in kg N/ha)	bio	6	13	8	6
	gangbaar	140	142	140	127

De conclusie uit deze tabel is dat gangbare akkerbouwbedrijven een vergelijkbare hoeveelheid stikstof via organische mest gebruiken als biologische bedrijven, maar daarbovenop meer stikstof uit kunstmest gebruiken, waardoor de ammoniakuitstoot hoger zal zijn bij gangbare akkerbouwbedrijven. Een kanttekening hierbij is dat het hier gaat om een theoretische benadering, niet om ammoniakmetingen.

Van biologische en geïntegreerde bedrijven in de akkerbouw en groenteteelt zijn recentere gegevens beschikbaar. Uit Tabel 12 en 13 blijkt dat biologische akkerbouw- en groentebedrijven minder stikstof aanvoeren dan hun geïntegreerde collega's.

Geïntegreerde akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven gebruiken minder dierlijke mest (met een hoge ammoniakvervluchtigingsfactor) en plantaardige mest dan biologische bedrijven, maar meer stikstof uit kunstmest (met een lage ammoniakvervluchtigingsfactor). Totaalverschillen in ammoniakuitstoot zijn daardoor onduidelijk. Hierbij moet opgemerkt worden dat het verschil tussen biologische en gangbare bedrijven groter kan zijn doordat deze Tmt

bedrijven voorlopers zijn op milieugebied. Verder geldt ook weer de kanttekening dat het gaat om een theoretische benadering, niet om ammoniakmetingen.

Tabel 31. Stikstofaanvoer via diverse mestvormen van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven (Bron: PPO bedrijfsregistraties).

	N-aanvoer in kg/ha					
	2003		2004		2005	
	BIOM	Tmt	BIOM	Tmt	BIOM	Tmt
Dierlijke Organische mest	154	87	154	77	137	66
Plantaardige org. mest	32	25	35	22	42	23
Totaal organische mest	186	112	189	99	179	89
Kunstmest / Kalkmeststoffen	0	104	0	150	0	159
Totale N – Aanvoer	186	216	189	250	180	248

#### 4.4.4 Ammoniakemissie rundveehouderij

Zie ook hoofdstuk 4.2.5. Hier wordt een veel lagere stikstofaanvoer en stikstofoverschot geconstateerd voor biologisch ten opzichte van gangbaar. De LEI BIN registratie geeft een vergelijkbare aanvoer van dierlijke mest op biologische en gangbare bedrijven van ca 20 kg/ha maar daarnaast ruim 200 kg/ha extra stikstofaanvoer via kunstmest op gangbare bedrijven (Tabel 17). Uitgaande van 2,5% ammoniakvervluchtiging bij de toepassing van kunstmest, zou de ammoniak emissie op de gangbare bedrijven 5 kg per ha hoger zijn dan op biologische bedrijven. Zie voor verschillen in stikstofoverschotten ook de literatuurreferenties in hoofdstuk 4.2.5.

##### **Kristensen en Knudsen 2004; Impact of Organic farming on aquatic environment**

**Methode:** Op basis van statistieken over 1999 is het N- en P-overschot tussen gangbare en biologische rundveebedrijven in Denemarken vergeleken. Verliezen zijn vervolgens modelmatig benaderd.

**Resultaat:** Op gangbare melkveebedrijven is de ammoniakemissie 36 kg N per ha, op biologische melkveebedrijven 25 kg N per ha.

**Validiteit:** goed; de data representeren 85% van de gemengde melkveebedrijven in Denemarken.

#### 4.4.5 Ammoniakemissie varkenshouderij

##### **Eriksen et al., 2002; The fate of nitrogen in outdoor pig production**

In: Agronomie

**Methode:** Metingen van ammoniak emissie, denitrificatie en nitraatuitspoeling op 3 commerciële varkensbedrijven met uitloop in Denemarken in de periode 1997-2000. Elk van de parameters is op een ander bedrijf bepaald.

**Resultaat:** de berekende ammoniakvervluchtiging bedraagt 114 kg N per ha. Dit komt overeen met 13% van de totale input met voer. Totale NH<sub>3</sub>-emissie is 4,8 kg N per zeug per jaar (inclusief biggen).

**Validiteit:** Meting per kenmerk slechts op 1 bedrijf. Elke parameter op ander bedrijf bepaald, dus dubieus, relaties mogen niet worden gelegd.

##### **Regeling ammoniak en veehouderij**

Maximale emissiewaarde voor kraamzeugen met biggen is 2,9 kg NH<sub>3</sub> per jaar. Vanaf 1 januari 2010 moeten alle gangbare varkensbedrijven aan deze norm voldoen.

##### **Aarnink et al., 2005; Ammoniak- en mineralenverliezen in de biologische varkenshouderij**

**Ivanova-Peneva *et al.*, 2006; Ammonia and Mineral Losses on Dutch Organic Farms with Pregnant sows  
In: Biosystems Engineering**

**Ivanova-Peneva and Aarnink, 2004; Reducing ammonia and mineral losses in organic pig production  
In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> SAFO Workshop, Witzenhausen, Germany**

Methode: zie par. 3.2.4

Resultaat: Ammoniakemissies waren zeer verschillend tussen bedrijven. De omgerekende emissies op de bedrijven (stal en uitloop) waren voor de vleesvarkens 7,4, 3,2 en 2,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar, terwijl de standaardemissie van vleesvarkens 3,5 kg per dierplaats per jaar bedraagt. Voor de zeugen waren de omgerekende emissies 7,4, 4,4 en 4,6 kg per zeug per jaar, terwijl de standaardemissie 4,2 kg per dierplaats per jaar is.

Validiteit: goede profopzet, metingen echter slechts op twee dagen.

**Wachenfelt en Knut-Håkan, 2006; Nitrogen losses from Organic Housing Systems for fattening pigs  
Workshop on Agricultural Air Quality**

Methode: Op een onderzoeksbedrijf in Zweden zijn 4 alternatieve huisvestingssystemen voor biologische vleesvarkens. De stal bestaat uit 8 hokken, 2 hokken per systeem met 16 vleesvarkens per hok. Metingen gedurende twee rondes, een zomer- en winterperiode. In de winterperiode had elk hok een verharde uitloop. In de zomerperiode had de helft van de hokken een verharde uitloop en de helft een onverharde uitloop van 96 m<sup>2</sup>. Er zijn nutriëntenbalansen opgesteld en geanalyseerd.

Resultaat: De ammoniakemissie van 10-12 g/dag/m<sup>2</sup> is vergelijkbaar met de ammoniakemissie gevonden door Ivanova-Peneva en Aarnink (2005) op bevuild oppervlak.

Validiteit: Nutriëntenbalans NPK goed onderbouwd. Deel van verliezen is op basis van metingen, deel berekende waarden.

#### 4.4.6 Ammoniakemissie pluimvee

**Aarnink *et al.*, 2005; Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen**

**Aarnink *et al.*, 2005; Ammonia emission and mineral load on outdoor yards of laying hens. Paper, poster  
Workshop 'Should hens be kept outside?'**

Methode: Metingen van ammoniakemissie en mineralenbelasting op twee leghenbedrijven (praktijkbedrijf en proefbedrijf). Op het proefbedrijf zijn uitlopen bij zowel grondhuisvesting als volièrehuisvesting gemeten. Met behulp van meetrasters zijn meetlocaties willekeurig over de uitloop verdeeld. Op het praktijkbedrijf 50 locaties op vijf verschillende afstanden van de stal (5, 10, 15, 20 en 30 m). Op het proefbedrijf waren per uitloop acht meetlocaties. Het aantal keutels, de spreiding en de samenstelling ervan per oppervlakte-eenheid vormt een maat voor de lokale bemestingsdruk. De emissiemetingen werden uitgevoerd met een meetdoos. Deze meet de relatieve emissie van ammoniak van verschillende bronnen onder standaard omstandigheden.

Resultaat: Omgerekend op jaarbasis was de ammoniakemissies voor de praktijklocatie 17,5 g per kip, voor de proeflocatie met grondhuisvesting 8,3 g per kip en voor de proeflocatie met volièrehuisvesting 7,6 g per kip. Ter vergelijking: een stal met grondhuisvesting heeft een emissiefactor van 315 g per kip per jaar.

Validiteit: Metingen zijn op beperkt aantal bedrijven verricht, maar daarbij is wel sprake van gedegen onderzoeksopzet.

## 4.5 Eutrofiëring en verzuring

### 4.5.1 Conclusies eutrofiëring en verzuring

#### **De bijdrage aan eutrofiering is in de biologische melkveehouderij per ha lager dan die in de gangbare melkveehouderij**

\*\*\* *LCA op basis van experimentele bedrijven, per type 1 bedrijf; echter deze claim is wel goed te beredeneren vanwege de geconcludeerde lagere nitraat en ammoniakemissies in de biologische veehouderij*

#### **Het verzuringspotentieel (in SO<sub>4</sub>-equivalenten) op biologische melkveebedrijven valt per hectare lager uit dan op gangbare melkveebedrijven**

\*\* *Voor Nederland komt dit niet uit de beschikbare studie, voor Duitsland, Denemarken en Zweden wel. Op basis van de geconcludeerde lagere ammoniak emissie in de biologische melkveehouderij kan een lager verzuringspotentieel verwacht worden.*

#### **Akkerbouw, groenteteelt fruitteelt**

Voor plantaardige productie zijn er geen specifieke data of publicaties gevonden over eutrofiering en verzuring. Eutrofiering is in feite een gebaseerd op een combinatie van effecten van ammoniak, nitraat, fosfaat en gasvormige NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> emissies. Om deze reden wordt verwezen naar de hoofdstukken over deze emissies.

#### **Rundveehouderij**

Het aantal gevonden referenties is beperkt tot twee. Deze geven beiden een lagere eutrofiëringspotentieel voor biologisch ten opzichte van gangbaar en voor verzuring geen verschil. De elders in dit rapport geconcludeerde lagere uitstoot van nitraat en ammoniak in de biologische landbouw, versterken de stelling van een lager eutrofiëring/ en verzuringspotentieel van de biologische landbouw ten opzichte van de gangbare landbouw.

### 4.5.2 Eutrofiëring en verzuring algemeen

Door de te overvloedige uitstoot van mest neemt de concentratie van mineralen in grond- en oppervlaktewater aanzienlijk toe. Dit proces, dat ook wel eutrofiëring wordt genoemd, draagt daarnaast voor een groot deel bij aan de verzuring van water en bodem. Vermesting van oppervlaktewater heeft de afgelopen tientallen jaren gezorgd voor uitbundige kroos- en algengroei. De algen ontnemen veel zuurstof aan het water, waardoor veel plant- en diersoorten verdwijnen. Door de gezamenlijke effecten van verdroging, verzuring en vermesting is in Nederland tussen 1950 en 1995 de helft van de plantensoorten verdwenen of bedreigd.

Zure regen zorgt ervoor dat de bodem verzadigd raakt met een grote hoeveelheid schadelijke stoffen, waardoor bomen en planten niet goed meer kunnen groeien. Dit zorgt er weer voor dat het voor sommige dieren steeds lastiger wordt te overleven. Daarnaast worden oude boeken en monumenten door verzuring aangetast.

Verzuring wordt veroorzaakt door een combinatie van stoffen, die uit diverse bronnen afkomstig zijn. De stoffen die het meest bijdragen aan verzuring zijn:

- Ammoniak (NH<sub>3</sub>): vormt salpeterzuur en is vrijwel volledig afkomstig van de landbouw (mest). Ammoniak veroorzaakt circa 55 procent van de Nederlandse verzuring (2000).
- Zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), vormt zwavelzuur en is o.a. afkomstig van raffinaderijen en elektriciteitscentrales. SO<sub>2</sub> veroorzaakt 20 procent van de verzuring (2000).

- Stikstofoxiden: (NO en NO<sub>2</sub>, samen NO<sub>x</sub> genoemd): vormen salpeterzuur. Het wegverkeer is verantwoordelijk voor meer dan 50 procent van de uitstoot van stikstofoxiden. NO<sub>x</sub> is verantwoordelijk voor ongeveer 25 procent van de verzuring (2000).
- Vluchtige Organische Stoffen (VOS): veroorzaken smog en zijn o.a. afkomstig van oplosmiddelen, verf, lijm, cosmetica en ruitenreinigingsvloeistof.
- Fijn Stof (PM 10, PM 2,5 en PM 0,1): luchtvervuilend, o.a. afkomstig uit het wegverkeer.

### 4.5.3 Eutrofiëring en verzuring in de melkveehouderij

Wat verzuring betreft is dit voor biologische melkveebedrijven in Duitsland eenvijfde lager dan voor conventionele bedrijven en in Denemarken tweevijfde. Voor Zweden is dit zelfs 60%, maar voor Nederland weer 0.

Wat betreft eutrofiëring is de bijdrage per ha van biologische melkveebedrijven in vergelijking met conventionele melkveebedrijven in Duitsland een kwart, in Zweden en Nederland de helft en in Denemarken tweevijfde.

#### **Wetterich and Haas, 2001; Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany**

##### **In: Grassland Science in Europe, Vol. 6**

Methode: Toepassing van LCA om milieu-impact op bedrijfsniveau te evalueren in een case studie op 18 melkveebedrijven; 6 intensieve, 6 extensieve en 6 biologische bedrijven.

Resultaat: Verzuring was 136, 119 en 107 kg SO<sub>2</sub> per ha. Eutrofiëringpotentieel was 54, 31 en 14 kg PO<sub>4</sub> per ha.

Validiteit: steekproefomvang is klein, maar resultaten komen wel overeen met andere bronnen: er is een sterke koppeling aan de bedrijfsintensiteit.

#### **Boer, deli., 2003; Environmental impact assessment of conventional and organic milk production; in: Livestock Production Science**

Methode: LCA op basis van literatuurgegevens. Voor Zweden en Nederland worden experimentele bedrijven met elkaar vergeleken (van elk bedrijfstype 1). Voor Duitsland worden 18 praktijkbedrijven met elkaar vergeleken (van elk bedrijfstype 6).

Resultaat:

Tabel 32. *Verzuring- en eutrofiëring potentieel van diverse melkvee productiesystemen.*  
FE = functionele eenheid = ton melk of hectare.

	Productie systeem	Verzuringpotentieel SO <sub>2</sub> -equivalenten/FE					Eutrofiëring potentieel (NO <sub>3</sub> <sup>a</sup> of PO <sub>4</sub> <sup>b</sup> equivalenten/FE)					
		FE		Bijdrage (%)			FE		Bijdrage (%)			
		t melk	ha	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	t melk	ha	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>
Zweden	Conv	18	131	3	7	90	58	433	4	53	41	2
	Biologisch	16	52	1,5	9,5	89	66	218	5	41	52	2
Neder-land	Conv	10	116	12	10	78	69	820	3	21	15	61
	Milieuvr.	6	82	11	9	80	20	271	5	47	48	0
Duits-land	Biologisch	10	115	9	12	79	34	396	7	44	24	25
	Conv int.	19	136	1	4	95	7,5	54				
	Conv ext.	17	119	1	4	95	4,5	31				
	Biologisch	22	107	0,5	2,5	97	2,8	14				

<sup>a</sup> Eutrofiëringpotentieel uitgedrukt in NO<sub>3</sub> equivalenten per FE (functionele eenheid).

<sup>b</sup> Eutrofiëringpotentieel uitgedrukt in PO<sub>4</sub> equivalenten per FE. De bijdrage van NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>; PO<sub>4</sub> daarvoor zijn niet aanwezig.



Validiteit: LCA is een betrouwbare methode; voor twee landen zijn echter alleen experimentele bedrijven vergeleken.

**Halberg *et al.*, 2005; Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems**

In: Livestock Production Science.

Methode: literatuurstudie

Resultaat:

*Tabel 33. Environmental impacts expressed per tonne milk produced or per hectare farm area for contrasting dairy production systems<sup>a</sup>.*

Case study	Productie systeem	Verzuring potentieel (%) <sup>b</sup>		Eutroficatie potentieel (%) <sup>b</sup>	
		t melk	ha	t melk	ha
Duitsland	Gangbaar	100	100	100	100
	Biologisch	116	79	37	26
Zweden	Gangbaar	100	100	100	100
	Biologisch	89	40	113	50
Nederland	Gangbaar	100	100	100	100
	Biologisch	100	99	49	48
Denemarken	Gangbaar	100	100	100	100
	Biologisch	90	62	56	40

*Relative numbers, Conventional system = 100 for each country.*

<sup>a</sup> *Generated from De Boer, 2003 (LCA) and Dalgaard *et al.*, 2004.*

<sup>b</sup> *For each case study the organic system is expressed relative to the conventional system.*

Validiteit: getallen gebaseerd op andere bronnen, zie o.a. Boer, de.

**Gravendijk, L, 2006; Environmental impact assessment of Dutch commercial organic farms**

**MSc-thesis**

Methode: LCA-methode; vergelijking tussen 11 commerciële biologische bedrijven (ORG; uit BIOVEEM) en 10 conventionele (CON; uit Ben & Jerry's) en 12 conventioneel milieuvriendelijke (EFC; uit Cows & Opportunities) melkveebedrijven.

Resultaat: Verzuringspotentieel was respectievelijk 10, 11 en 12 g SO<sub>2</sub>-eq/kg FPCM en 70, 88 en 62 kg SO<sub>2</sub>-eq/ha totale oppervlakte.

Eutrofiëring potentieel was respectievelijk 140, 110 en 85 g NO<sub>3</sub>-eq/kg FPCM en 950, 900 en 450 kg NO<sub>3</sub>-eq/ha totale oppervlakte.

Biologische melkveebedrijven hebben een lagere milieu impact in de categorieën energiegebruik en eutrofiëring.

Validiteit: De berekende waarden voor conventionele en conventioneel milieuvriendelijke melkveebedrijven zijn volgens eenzelfde LCA-methodiek tot stand gekomen, maar in een rapport door een andere auteur beschreven (beide onder supervisie van Dr. ir. I.J.M. de Boer). De bedrijven zijn niet representatief voor de sector, maar alle voorloperbedrijven. De gebruikte data waren verzameld voor economisch onderzoek en niet voor LCA-onderzoek, waardoor sommige data geconverteerd moesten worden van euro's naar een technische eenheid.

## 5. Eindige/schaarse bronnen (Energie en fosfaat)

### 5.1 Energieverbruik

#### 5.1.1 Conclusies energieverbruik

**Het energieverbruik per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\*\*\*\* *Onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie voor akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en voor rundveehouderij. Internationale literatuur wijst in dezelfde richting.*

**Het energieverbruik per ton product bij biologische bedrijven is lager dan bij gangbare bedrijven**

\*\*\*\* *Voor rundveehouderij onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie, bevestigd door internationale bronnen.*

\* *Voor plantaardige sectoren geen verschillen of biologische landbouw gebruikt per ton product meer energie dan gangbaar.*

#### **Akkerbouw en vollegrondsgroenten**

Het energieverbruik door biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven is per ha lager, maar per ton product gelijk of hoger.

\*\* De claim per ha wordt door de meeste bronnen bevestigd, de conclusie per ton product is uitsluitend gebaseerd op berekeningen van modelbedrijven.

#### **Rundveehouderij**

Het directe energieverbruik per ha is in biologische melkveehouderij lager dan in de gangbare melkveehouderij, en wordt veroorzaakt door de lagere intensiteit van deze bedrijven.

Inclusief het indirecte energieverbruik verbruikt de biologische melkveehouderij minder energie per eenheid product dan de gangbare melkveehouderij

\*\*\*\* Gebaseerd op een betrouwbare modelstudie voor de Nederlandse situatie. Ook diverse internationale literatuurbronnen bevestigen deze claim.

#### **Varkenshouderij**

Het energieverbruik per ha is in de biologische varkenshouderij lager dan in de gangbare varkenshouderij. Per kg product is dit niet aangetoond.

- Per kg product is het in de literatuur gevonden verschil in energieverbruik tussen biologische en gangbare varkenshouderijen wisselend.

### Pluimveehouderij

Slechts een Engelse studie beschikbaar. Deze geeft een hoger energieverbruik voor biologisch pluimveevlees en eieren dan voor gangbaar. Er kunnen op basis van de beschikbare gegevens geen uitspraken worden gedaan over verschillen tussen de biologische en gangbare pluimveehouderij in Nederland

## 5.1.2 Energieverbruik algemeen

Het directe energieverbruik in de primaire landbouwproductie neemt de laatste jaren licht af en is met 5% (157 PJ; CBS 2002) van het totale energieverbruik in Nederland (3.141 PJ), relatief klein. De energie nodig voor de productie van landbouwproductiemiddelen (stikstof, machines, zaden, bestrijdingsmiddelen), de bewerking en verwerking van landbouwproducten en de logistiek van het voedselcomplex zijn hierin echter niet meegerekend. In de landbouw wordt de meeste directe energie verbruikt voor verwarming, zie Tabel 34.

Tabel 34. *Energieverbruik door de land- en tuinbouw in PJ (CBS).*

	Totaal energieverbruik	Energie voor verwarming	Elektriciteit	Motorbrandstoffen
1994	174	151	11	13
1995	176	151	11	14
1996	194	170	11	13
1997	172	148	12	12
1998	174	150	12	12
1999	169	142	13	14
2000	169	142	13	14
2001	165	137	14	14
2002	157	130	14	14

De glastuinbouw neemt 76% van het directe energieverbruik in de primaire productie voor haar rekening, zie de volgende tabel.

Tabel 35. *Energieverbruik door de land- en tuinbouw in PJ per sector (CBS).*

	Alle sectoren	Akkerbouw	Glastuinbouw	Overige tuinbouw	Rundveehouderij	Intensieve veehouderij
1994	174	5	137	11	9	12
1995	176	6	137	12	9	12
1996	194	5	155	13	9	13
1997	172	4	136	12	8	12
1998	174	4	138	12	9	12
1999	169	8	134	10	9	8
2000	169	8	131	12	9	10
2001	165	8	126	12	9	10
2002	157	8	119	12	9	9

### 5.1.3 Energieverbruik akkerbouw en vollegrondsgroenten

**(CLM, 2004; Momberg *et al.*, 2004)**

Het CLM heeft van 3 BIOM bedrijven en 6 Telen met toekomst bedrijven het directe en indirecte energieverbruik bepaald met behulp van de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat (CLM, 2004; Momberg *et al.*, 2004). De onderzochte BIOM bedrijven telen zowel akkerbouw- als vollegrondsgroentegewassen, de Telen met toekomst bedrijven bestaan voor de helft uit akkerbouwbedrijven en voor de helft uit vollegrondsgroentebedrijven.

*Tabel 36. Direct, indirect en totaal energieverbruik in MJ per ha van akkerbouw en vollegrondsgroentebedrijven volgens de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat (Spruijt-Verkerke *et al.*, 2004).*

Project	Bedrijf	Bedrijfstype	Energieverbruik		
			direct	indirect	totaal
BIOM	1	akk+vgg	971	1.320	2.291
	2	akk+vgg	1.622	8.117	9.740
	3	akk+vgg	2.241	1.265	3.507
	gemiddeld		1.611	3.567	5.179
Tmt	1	vgg	1.605	8.014	9.620
	2	vgg	828	11.560	12.388
	3	vgg	2.526	12.553	15.079
	4	akk	2.274	6.321	8.595
	5	akk	2.143	8.576	10.719
	6	akk	1.865	9.215	11.080
	gemiddeld		1.874	9.373	11.247

Uit Tabel 36 blijkt dat de biologische bedrijven met akkerbouw en vollegrondsgroenten gemiddeld minder energie verbruiken dan hun geïntegreerde collega's. Het directe energieverbruik is iets lager en het indirecte energieverbruik is fors lager.

Kanttekeningen hierbij zijn dat het aantal bedrijven beperkt is en dat de bedrijven niet zijn geselecteerd op basis van representativiteit wat betreft bouwplan en systeembegrenzing. Berekeningen per ton product zijn niet uitgevoerd. Omdat de biologische sector gemiddeld per hectare een lagere productie oplevert dan gangbaar, zullen de verschillen anders uitpakken.

#### **LEI Bedrijven Informatie Net**

Van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven uit het Bedrijven Informatie Net van het LEI is tot 2000 een energieboekhouding beschikbaar, zie de volgende tabel. Informatie over de representativiteit van deze bedrijven is te vinden in de bijlage.

Tabel 37. *Direct energieverbruik op bedrijfsniveau op biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000. (Bron: Bedrijven Informatienet LEI)*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Direct energieverbruik (GJ)	bio	450	460	480	560
	gangbaar	350	330	360	390
w.v. diesel	bio	230	250	250	350
	gangbaar	250	250	270	320
w.v. elektriciteit	bio	100	110	120	120
	gangbaar	40	50	50	50
w.v. overig	bio	120	110	100	90
	gangbaar	50	30	30	30

Biologische akkerbouwbedrijven verbruiken volgens deze cijfers meer directe energie dan gangbare akkerbouwbedrijven. Het verbruik van diesel van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven is vergelijkbaar. Het verbruik van elektriciteit en overige energie is op biologische akkerbouwbedrijven groter dan op gangbare bedrijven.

Deze cijfers betreffen het energieverbruik per bedrijf. De gangbare bedrijven uit het BIN hebben een groter oppervlakte dan de biologische bedrijven, waardoor het verschil in energieverbruik per ha tussen biologische en gangbare bedrijven nog groter is. Berekeningen per ton product zullen nog minder gunstig uitpakken voor de biologische landbouw, omdat gemiddeld een lagere productie per hectare wordt gehaald op biologische bedrijven. Indirecte energie is in deze cijfers niet meegenomen. Vanwege het indirecte energiegebruik door inzet van kunstmeststof is gebruikt gangbare landbouw vaak meer indirecte energie dan biologisch. Hoe het totaal energieverbruik op basis van de LEI BIN cijfers uitpakt, is niet bekend.

#### **Bos, de Haan en Sukkel 2007. Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken.**

Om nader inzicht te krijgen in het energieverbruik op biologische en gangbare bedrijven per ha en per ton product is in 2006 een modelstudie uitgevoerd. Voor de open teelten zijn 4 modelbedrijven gedefinieerd: een biologisch en een gangbaar akkerbouwbedrijf op klei en een biologisch en een gangbaar vollegrondsgroentenbedrijf op zand. Voor de gangbare bedrijven is zowel een situatie met alleen kunstmest als een situatie met ook gebruik van dierlijke mest doorgerekend. Bij de klei bedrijven is ook het energieverbruik in de bewaring meegerekend.

Tabel 38. *Berekende totale energieverbruik (direct en indirect) voor biologische en gangbare modelbedrijven in GJ per ha. (Bron: Bos et al., 2006)*

			Energieverbruik (GJ/ ha)
Klei akkerbouw	gangbaar	kunstmest	43
	gangbaar	dierlijke mest	42
	biologisch		28
Zand groenten	gangbaar	kunstmest	38
	gangbaar	dierlijke mest	36
	biologisch		32

Uit deze resultaten blijkt het energieverbruik per ha op het biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijf lager te zijn dan op het gangbare bedrijf. Verdere conclusies uit de modelstudie zijn dat het energieverbruik per ton

product op het biologische akkerbouwbedrijf ongeveer gelijk is met de gangbare akkerbouwbedrijven en op het biologische vollegrondsgroentenbedrijf 30-40 % hoger is dan de gangbare varianten. De verschillen tussen gewassen zijn groot. De samenstelling van het bouwplan is sterk bepalend voor de resultaten.

In de studie zijn de resultaten met de internationale literatuur vergeleken. De conclusies over het energieverbruik per hectare worden bevestigd in de literatuur. Het energieverbruik per kg product verschilt in de literatuurbronnen. Meestal zijn de verschillen tussen biologisch en gangbaar in de literatuur groter ten gunste van de biologische landbouw.

#### 5.1.4 Energieverbruik glastuinbouw

**Bos, de Haan en Sukkel 2007. Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken**

**Van Woerden, S., 2001. Biologische glasgroenteteelt. Rapportage bedrijfseconomische en milieukundige aspecten 1999-2000**

In de glastuinbouw is het energieverbruik voor verwarming veruit de meest dominante energiepost. De mogelijke verschillen tussen gangbaar en biologisch hangen dus sterk samen met de keuze of een kas volledig, een deel van het jaar of vrijwel niet verwarmd wordt. In de praktijk komen alle situaties voor. De overige verschillen in management zoals organische bemesting en het in de grond telen hebben ten opzichte van de stookkosten zeer weinig invloed op het energieverbruik en op de broeikasgasemissies. De opbrengsten tussen gangbaar en biologische kunnen echter wel sterk verschillen. Hierdoor komt het energieverbruik per ton product voor biologisch hoger uit dan voor gangbaar.

#### 5.1.5 Energieverbruik melkveehouderij

Van biologische en gangbare melkveebedrijven uit het Bedrijven Informatienet van het LEI is tot 2000 een energieboekhouding beschikbaar, zie de volgende tabel. Informatie over de representativiteit van deze bedrijven is te vinden in de bijlage.

*Tabel 39. Direct energieverbruik op bedrijfsniveau op biologische en gangbare melkveebedrijven uit het Bedrijven Informatienet LEI.*

		2002	2003	2004
Direct energieverbruik (GJ)	bio	320	320	250
	gangbaar	320	330	330
w.v. aardgas	bio	60	60	20
	gangbaar	40	50	40
w.v. diesel	bio	170	150	130
	gangbaar	180	170	180
w.v. elektriciteit	bio	80	90	80
	gangbaar	90	90	100
w.v. overig	bio	10	10	20
	gangbaar	20	20	10

## Conclusies

Biologische melkveebedrijven verbruiken dezelfde hoeveelheid directe energie als gangbare melkveebedrijven.

## Kanttekeningen

Dit betreft het energieverbruik per bedrijf. De gangbare bedrijven uit het BIN zijn zo'n 10% in nge's groter dan de biologische bedrijven, maar hebben ruim 15% minder areaal. Het directe energieverbruik per ha van biologische melkveebedrijven is wel lager dan van gangbare melkveebedrijven, maar per eenheid product geldt dit niet.

### **Bos, de Haan en Sukkel 2007. Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken**

Methode: Energieverbruik en broeikasgasemissies in biologische en gangbare landbouw zijn in deze studie vergeleken aan de hand van modelbedrijven. Voor de melkveehouderij zijn 8 biologische modelbedrijven gedefinieerd en 6 gangbare. De structuurkenmerken van de modelbedrijven zijn mede op basis van bestaande scenariostudies vastgesteld. Berekeningen zijn uitgevoerd met het Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR).

Resultaat: Het totale (directe plus indirecte) *energieverbruik per ha* op de 8 biologische modelbedrijven loopt uiteen van 37 tot 67 GJ per ha. Voor de 6 gangbare bedrijven varieert dit tussen 58 en 159 GJ per ha.

De intensiteit en daarmee het energieverbruik per ha van de gemiddelde en intensieve gangbare modelbedrijven is (aanzienlijk) hoger dan die van de intensieve biologische bedrijven.

Het energieverbruik per ton melk op de 8 biologische modelbedrijven loopt uiteen van 4,4 tot 5,5 GJ per ton melk. Voor de gangbare bedrijven varieert dit tussen de 5,8 en 7,6 GJ per ton melk.

Validiteit: berekeningen zijn resultaat van modelstudie. Gebruikte model en gebruikte uitgangspunten zijn betrouwbaar en representatief. Literatuurreferenties in de studie bevestigen de resultaten.

### **Pimentel, 2006; Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture Pimentel *et al.*, 2005; Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems**

#### **In: BioScience**

Methode: Literatuurvermelding en 22 jaar durend onderzoek op biologisch onderzoeksinstituut.

Resultaat: In Zweden is het fossiele energieverbruik per kg melk op biologische melkveebedrijven 29% lager dan op conventionele melkveebedrijven. In Denemarken is dit 35%. Aangenomen dat in de VS dezelfde reducties gehaald worden, is het energieverbruik voor biologische melk 1.400 kcal per liter tegen 2.000 voor conventionele melk.

Het achterwege late van gebruik van synthetische herbiciden en pesticiden verbetert de energie efficiency in biologische systemen. Over het algemeen wordt in biologische systemen 1,8 keer zoveel zonne-energie vastgelegd dan in conventionele systemen.

Validiteit: niet alles wordt onderbouwd met harde cijfers en het is onderzoek op een proefbedrijf van een onderzoeksinstituut.

### **Boisdon en Benoit, 2006; Compared energy efficiency of dairy cow and meat sheep farms, in organic and in conventional farming**

Methode: Vergelijking tussen 7 biologische en 7 conventionele melkveebedrijven in Frankrijk.

Resultaat: de gemiddelde energie-efficiency op melkveebedrijven bedraagt 0,59 en is niet verschillend tussen biologische en conventionele systemen. Dit kan samenhangen met de bergachtige streek, waar beide systemen op gelijke manier functioneren. Inclusief de energieproductie in gewassen, is de energie-efficiëntie wel hoger op biologische bedrijven, n.l. 0,88 vs 0,58 op conventionele bedrijven. De energie-efficiëntie is de verhouding tussen geproduceerde energie-equivalenten en verbruikte energie-equivalenten.

Tabel 40. Hoofd items en energie balans in brandstof liter equivalent per ha.

	Conventioneel	Biologisch
Totaal energieverbruik	702	414
Meststoffen	119	5
Voer	211	48
Energieproductie gewassen	-	1465
Energieproductie dieren	401	242
Energie balans	-301	-104
Totale energie efficiëntie	0,58	0,88
EE dierlijke eenheden	0,58	0,59
EE gewassen	-	5,3

Validiteit: Redelijk aantal bedrijven. Niet erg representatief. Niet duidelijk hoe energieproductie gewassen meegerekend wordt.

**Wetterich and Haas, 2001; Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany**

In: **Grassland Science in Europe, Vol. 6**

Methode: Toepassing van LCA om milieu-impact op bedrijfsniveau te evalueren in een case studie op 18 melkveebedrijven; 6 intensieve, 6 extensieve en 6 biologische bedrijven.

Resultaat: energieverbruik per ha was 19,1, 8,7 en 5,9 GJ per ha voor respectievelijk intensief, extensief en biologisch. Per ton melk was dit 2,7, 1,3 en 1,2 GJ.

Validiteit: steekproefomvang is klein, maar resultaten komen wel overeen met andere bronnen.

**Gravendijk, L., 2006; Environmental impact assessment of Dutch commercial organic farms**

MSc-thesis.

Methode: LCA-methode; vergelijking tussen 11 commerciële biologische bedrijven (ORG; uit BIOVEEM) en 10 conventionele (CON; uit Ben & Jerry's) en 12 conventioneel milieuvriendelijke (EFC; uit Cows & Opportunities) melkveebedrijven.

Resultaat: Energiegebruik was respectievelijk 4,74, 4,38 en 2,78 MJ/kg FPCM. Biologische melkveebedrijven gebruiken minder indirecte energie voor de productie van krachtvoer en kunstmest.

Biologische melkveebedrijven hebben een lagere milieu-impact in de categorieën energiegebruik en eutrofiëring.

Validiteit: De berekende waarden voor conventionele en conventioneel milieuvriendelijke melkveebedrijven zijn volgens eenzelfde LCA-methodiek tot stand gekomen, maar in een rapport door een andere auteur beschreven (beide onder supervisie van Dr. ir. I.J.M. de Boer). De bedrijven zijn niet representatief voor de sector, maar alle voorloperbedrijven. De gebruikte data waren verzameld voor economisch onderzoek en niet voor LCA-onderzoek, waardoor sommige data geconverteerd moesten worden van euro's naar een technische eenheid.

## 5.1.6 Energieverbruik varkenshouderij

**Halberg *et al.*, 2005; Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems**

In: Livestock Production Science

**Basset-Mens, C. and Werf, H.M.G. van der (2004); Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France**

In: Agriculture, Ecosystems and Environment



**Methode:** Speciale tools voor milieu-assessment van dierlijke productiesystemen worden vergeleken en geselecteerde indicatoren voor benchmarking worden aanbevolen. Voor de varkenshouderij worden drie systemen uit Frankrijk vergeleken: Good Agricultural Practice (GAP), Red Label (RL) en biologisch (OA).

De oppervlakte per vleesvarken is respectievelijk 0,85 m<sup>2</sup>, 2,6 m<sup>2</sup> en 2,3 m<sup>2</sup> per dier. Behalve het primaire bedrijf, wordt ook het benodigde landgebruik voor voer meegerekend.

Resultaat: Per kg product is het totale energieverbruik voor RL 13% hoger dan voor GAP en voor biologisch is dit 40% hoger. Per ha land is het energieverbruik voor RL juist 3% lager dan voor GAP en voor biologisch is dit 23% lager dan voor GAP.

**Validiteit:** er worden zeer veel (gerenommeerde) literatuurbronnen gebruikt, maar bron geeft zelf aan dat onzekerheid groot is.

**Kanttekening:** Er wordt voor deze Franse situatie uitgegaan van een voederconversie van 2,7 voor GAP, 2,9 voor RL en 3,2 voor OA. Op basis van gegevens voor de Nederlandse situatie van de studieclub BIOVAR is het verschil in EW-conversie tussen gangbaar en biologisch slechts 0,10 en geen 0,50. Dit scheelt al 15% in energieverbruik via voer, waardoor het verschil met GAP groter wordt.

*Tabel 41. Vergelijking van 3 houderijsystemen voor varkens (Good Agricultural Practice (GAP), Red Label (RL) en Organic Agriculture (OA)) uitgedrukt in impact categorieën per kilogram geproduceerd varken en per hectare landgebruik, relatief t.o.v. Good Agricultural Practice (GAP). Bron: Basset-Mens and van der Werf, 2005.*

Impact categorie	Per kilogram varken, <sup>b</sup>			Per hectare, <sup>b</sup>		
	GAP	RL	OA	GAP	RL	OA
Eutroficatie (g PO <sub>4</sub> -eq)	20,8	16,6	21,6 (80%) (104%)	38,3	26,4 (69%)	21,9 (57%)
Klimaat verandering (kg CO <sub>2</sub> -eq)	2,30	3,46	3,97 (150%) (173%)	4236	5510 (130%)	4022 (95%)
Verzuring (g SO <sub>2</sub> -eq)	43,5	22,6	37,2 (52%) (86%)	80,1	36 (45%)	37,7 (47%)
Terrestriale toxiciteit (g 1.4-DCB-eq)	16,5	18,4	30,4 (112%) (184%)	30,4	29,3 (96%)	30,8 (101%)
Niet-hernieuwbare energie (MJ) [JHE1]	15,9	17,9	22,2 (113%) (140%)	29282	28503 (97%)	22492 (77%)
Land gebruik (m <sup>2</sup> per jaar)	5,43	6,28	9,87 (116%) (182%)	10000	10000 (100%)	10000 (100%)
Pesticiden gebruik (g actieve stof)	1,37	1,44	0,24 (105%) (17%)	2,5	2,3 (92%)	0,24 (10%)
Geproduceerd varken (kg)	1	1	1 (100%) (100%)	1842	1592 (86%)	1013 (55%)

*Relative aantal, GAP = 100.*

*\* RL = Frans kwaliteitsmerk 'Label Rouge'.*

*Oorspronkelijk artikel: Basset-Mens en van der Werf, 2005; Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France.*

Uit de tabel blijkt dat de impact op het milieu per kilogram varken groter is bij biologische varkenshouderij dan bij gangbare varkenshouderij (uitgezonderd verzuring en pesticidengebruik). Uitgedrukt per hectare is de impact van biologische varkenshouderij juist lager dan van de gangbare houderij.

**Hermansen *et al.*, 2004; Integration of organic animal production into land use with special reference to swine and poultry**

In: Livestock Production Science

Methode: vergelijking tussen vleesvarkens in conventioneel (ad lib), biologisch (ad lib) en biologisch (70% van ad lib) systemen. Gebaseerd op Hansen *et al.*, 2001; een intern rapport in het Deens. Op basis van een aantal uitgangspunten (groei, voederconversie) wordt het energieverbruik berekend.

Resultaat: De totale hoeveelheid verbruikte energie per kg vlees bedraagt respectievelijk 23,1; 23,9 en 22,8.

Verschillen zijn heel klein dus.

Validiteit: Het is niet duidelijk op welke cijfers de berekeningen zijn gebaseerd.

**Dijk, van, 2001; Life Cycle Assessment van de gangbare en biologische varkenshouderij in Nederland**

Methode: LCA

Resultaat: Het totale energieverbruik in de biologische varkenshouderij is 24% lager dan in de gangbare varkenshouderij. Dit is vooral een besparing op transportenergie.

Validiteit: er is geen verklaring voor de veel lagere (factor 8,6) hoeveelheid transportenergie. Zowel biologische als gangbare varkensvoerders bevatten ruim 50% granen, die in beide gevallen uit Europa komen.

### 5.1.7 Energieverbruik pluimveehouderij

**Williams *et al.*, 2006; Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Defra project report IS0205**

Methode: LCA-analyse waarbij de belangrijkste productiesystemen in Engeland en Wales modelmatig worden vergeleken.

Resultaat: De meeste biologische dierlijke productiesystemen reduceren het directe energieverbruik met 15 tot 40%, maar voor biologisch pluimveevlees en eieren neemt het energieverbruik toe met 30% en 15%, vanwege de hoge voederconversie.

Validiteit: LCA analyse, gedegen onderzoek. Alle inputs op bedrijfsniveau zijn voor elke product herleid tot primaire bronnen als steenkool, ruwe olie en erts. Alle activiteiten behorend tot de boerderijproductie, zijn meegenomen. Het is wel een theoretische studie.

## 5.2 Fosfaat

### 5.2.1 Conclusies fosfaat

**De biologische landbouw draagt niet bij aan de uitputting van minerale fosfaat-reserves.**

\*\*\* *Registraties van Nederlandse biologische bedrijven geven aan dat er ten opzichte van gangbaar veel minder mineraal fosfaat wordt aangevoerd. Kanttekening is dat er in de biologische landbouw wel sprake is van indirecte uitputting door de aanvoer van gangbare mest en mogelijk door aanvoer van (kracht)voer.*

### 5.2.2 Fosfaat algemeen

De voorraden fosfaathoudende gesteenten die worden gebruikt voor de productie van fosfaatmeststoffen zullen de eerstvolgende twee eeuwen geleidelijk uitgeput raken (Bockman *et al.*, 1990). Het gevolg is dat de prijs van fosfaatmeststoffen zal gaan stijgen en dat de energie-inzet om fosfaten te winnen moet worden vergroot. Bij de productie van kunstmestfosfaat uit minerale fosfaat en na toediening van fosfaatmeststof op het land komen elementen en metalen als cadmium vrij, die in hoge mate milieubelastend zijn. Uit- en afspoeling van fosfaat naar het oppervlakte-

water leidt tot eutrofiëring en daarmee samenhangende effecten. Er zijn derhalve meerdere redenen om zuiniger met fosfaat in de landbouw om te gaan dan tot nu toe gebeurde (Werff *et al.*, 1995).

### 5.2.3 Fosfaatgebruik akkerbouw en vollegrondsgroenten

In de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt wordt fosfaat aangevoerd via mest, gewasresten, uitgangsmateriaal, hulpmateriaal en depositie. Door de hoge aanvoer van fosfaat via mest is er geen noodzaak tot aanvoer van fosfaat via kunstmest (rotsfosfaat). Er is dus geen rechtstreekse uitputting van de fosfaatvoorraden. Indirect, via de aanvoer van (gangbare) dierlijke mest worden wel fosfaat voorraden elders uitgeput.

Uit de gegevens van BIOM bedrijven blijkt dat deze biologische bedrijven in tegenstelling tot de geïntegreerde Tmt bedrijven geen minerale fosfaat meststoffen aanvoeren (zie Tabel 42).

*Tabel 42. Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via kunstmest van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven. (Bron: PPO- bedrijfssystemen onderzoek)*

		2003	2004	2005
Totale P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Aanvoer (kg/ha)	BIOM	96	102	103
	Telen met toekomst	87	82	77
Waarvan kunstmest P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	BIOM	0	0	0
	Telen met toekomst	13	27	24

Gebruik van minerale fosfaat meststoffen door biologische bedrijven uit het LEI Bedrijven Informatienet is minimaal in vergelijking met gangbare bedrijven uit dit informatienet (zie Tabel 43).

*Tabel 43. Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via kunstmest op biologische en gangbare akkerbouw-bedrijven van 1997-2000. (Bron: Bedrijven Informatienet LEI)*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Totale P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Aanvoer (kg/ha)	bio	92	67	74	65
	gangbaar	104	95	103	100
Waarvan kunstmest P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	bio	6	8	5	4
	gangbaar	41	40	45	40

## 5.2.4 Fosfaatgebruik grasland

Tabel 44. Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via minerale meststoffen op biologische en gangbare melkveebedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI.

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Totale P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Aanvoer (kg/ha)	bio		38	35	39
	gangbaar	107	104	100	96
Waarvan voer P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	bio		28	26	30
	gangbaar	65	62	63	61
Waarvan kunstmest P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	bio		1	1	0
	gangbaar	29	31	29	26

### Conclusies:

- Op biologische melkveebedrijven wordt nauwelijks tot geen minerale fosfaat gebruikt.
- Biologische melkveebedrijven voeren per ha de helft minder fosfaat aan via voer t.o.v. gangbare melkveebedrijven.



## 6. Broeikasgassen en koolstof opslag

### 6.1 Broeikasgasemissie

#### 6.1.1 Conclusies broeikasgasemissie

**De emissie van broeikasgassen per hectare is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\*\*\*\* *Onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie voor akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en voor rundveehouderij. Bevestigd door enkele internationale bronnen.*

**De emissie van broeikasgassen per ton product is bij biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\*\*\* *Voor rundveehouderij onderbouwd in een betrouwbare studie voor de Nederlandse situatie. Bevestigd door enkele internationale bronnen.*

\* *Voor de plantaardige sectoren geen verschillen tussen biologisch en gangbaar of biologische landbouw heeft voor een aantal gewassen een hogere emissie dan gangbare landbouw.*

#### Akkerbouw en vollegrondsgroenten

De broeikasgasemissie per hectare is op biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven lager dan op gangbare bedrijven.

\*\*\*\* De claim is gebaseerd op gegevens van enkele praktijkbedrijven en op een betrouwbare modelstudie

Over de verschillen in broeikasgasemissie per ton product tussen biologische en gangbare akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven kunnen geen duidelijke conclusies worden getrokken; de verschillen hangen af van grondsoort en mestgebruik.

\* Dit is gebaseerd op gegevens van een betrouwbare modelstudie.

#### Melkveehouderij

De emissie van broeikasgassen per hectare is in de biologische melkveehouderij circa 1/3 lager dan in de gangbare melkveehouderij.

\*\*\*\* Het betreft een betrouwbare modelstudie en het grote verschil is sterk gekoppeld aan bedrijfsintensiteit en energieverbruik.

De emissie van broeikasgassen per ton melk is in de biologische melkveehouderij circa 8% lager dan in de gangbare melkveehouderij.

\* Het betreft een betrouwbare modelstudie maar het verschil is klein.

#### 6.1.2 Broeikasgasemissie algemeen

De totale broeikasgasemissies van de land- en tuinbouw zijn sinds 1990 afgenomen. Bij alle broeikasgassen is de emissie met meer dan 15% gedaald (Milieu- en Natuurcompendium, <http://www.mnp.nl/mnc> en Tabel 45).

Methaan (CH<sub>4</sub>) komt voornamelijk vrij als spijsverteringsgas bij herkauwers. Door inkrimping van de melkveestapel als gevolg van de melkquotering (Beschikking superheffing, 1984) neemt deze emissie gestaag af. Daarnaast komt methaan vrij uit de mest in stallen en opslag. Ook hier neemt de emissie gestaag af, met name door inkrimping van

de varkensstapel als gevolg van het mestbeleid. Bij mest uit stallen en opslag treden daarnaast ook distikstofoxide (N<sub>2</sub>O)-emissies naar de lucht op. Beweiding en toepassing van mest en kunstmest veroorzaken zowel directe N<sub>2</sub>O-emissies vanuit de bodem naar de lucht als indirecte N<sub>2</sub>O-emissies na uit- en afspoeling van stikstof naar grond- en oppervlaktewater. Met name het onderwerken van dierlijke mest sinds het begin van de jaren negentig (als gevolg van het ammoniakbeleid) leidde tot 1995 tot een toename van de N<sub>2</sub>O-emissie vanuit de bodem. Door verminderde toevoer van stikstof naar de bodem als gevolg van het mestbeleid zette vanaf 1995 een daling van de N<sub>2</sub>O-emissie in. Het betreft niet alleen een daling van de directe N<sub>2</sub>O-emissie uit de bodem, maar ook van de indirecte N<sub>2</sub>O-emissie ten gevolge van uit- en afspoeling van stikstof.

De emissies van kooldioxide (CO<sub>2</sub>) zijn voor circa 80% afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen in de glastuinbouw. Deze emissie is sinds 1990 gedaald als gevolg van energiebesparing in de glastuinbouw, die weer met name het gevolg was van de Meerjarenaafspraken energiebesparing 1990-2000.

Tabel 45. Emissies van broeikasgassen door de land- en tuinbouw, 1980-2004 (Milieu- en Natuurcompendium).

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004*
<i>miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten</i> <sup>1)</sup>							
Totaal	30,2	31,0	27,2	26,5	25,6	24,9	25,1
w.v. kooldioxide <sup>2)</sup>	8,4	8,3	7,4	7,2	7,2	7,1	7,1
methaan	10,3	10,1	9,1	9,1	8,7	8,5	8,5
distikstofoxide	11,6	12,7	10,7	10,2	9,7	9,4	9,6
<i>miljard kg</i>							
Kooldioxide (CO <sub>2</sub> ) <sup>2)</sup>	8,4	8,3	7,4	7,2	7,2	7,1	7,1
<i>miljoen kg</i>							
Methaan (CH <sub>4</sub> ) <sup>3)</sup>	491	480	435	434	414	405	404
w.o. Fermentatie	349	334	307	307	293	289	288
Mestopslag	141	145	127	126	120	115	116
Distikstofoxide (N <sub>2</sub> O) <sup>4)</sup>	37,3	40,8	34,4	33,1	31,2	30,2	30,8
w.o. stal en mestopslag	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	1,9	2,0
beweiding	4,2	3,8	2,7	2,7	2,2	2,2	2,1
mestaanwending	5,5	10,7	9,3	9,4	8,9	8,7	9,0
kunstmestgebruik	6,9	6,7	5,7	4,9	4,7	4,6	4,7
tgv uit/afspoelingN	12,6	12,2	10,0	9,5	8,9	8,8	9,0

<sup>1)</sup> Eén CO<sub>2</sub>-equivalent is een maat voor de potentiële broeikaswerking van de verschillende stoffen: 1 gram CO<sub>2</sub> = 1 gram CO<sub>2</sub>-equivalent, 1 gram CH<sub>4</sub> = 21 gram CO<sub>2</sub>-equivalent, en 1 gram N<sub>2</sub>O = 310 gram CO<sub>2</sub>-equivalent.

<sup>2)</sup> Actuele emissie, zie CO<sub>2</sub>-emissies verklaard, 1990-2004.

<sup>3)</sup> Exclusief methaanemissies afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen.

<sup>4)</sup> Inclusief onder andere achtergrondemissie en emissie uit stikstofbinding door vlinderbloemigen.

\* Voorlopige cijfers.

### 6.1.3 Broeikasgasemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten

Van 3 BIOM bedrijven en 6 Telen met toekomst bedrijven heeft het CLM het naast het directe en indirecte energieverbruik ook de broeikasgasemissie bepaald met behulp van de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat (CLM, 2004; Momborg *et al.*, 2004). De onderzochte BIOM bedrijven telen zowel akkerbouw- als vollegrondsgroentegewassen, de Telen met toekomst bedrijven bestaan voor de helft uit akkerbouwbedrijven en voor de helft uit vollegrondsgroentebedrijven.

Tabel 46. Broeikasgasemissie door energieverbruik en lachgas en totale emissie in kg CO<sub>2</sub> equivalenten per ha van akkerbouw en vollegrondsgroentebedrijven volgens de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat (2004).

Project	Bedrijf	Bedrijfstype	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> )		
			Emissie door energieverbruik	Lachgasemissie	Totaal
BIOM	1	akk+vgg	163	681	841
	2	akk+vgg	587	839	1.426
	3	akk+vgg	258	737	994
	gemiddeld		336	752	1.087
Tmt	1	vgg	622	963	1.585
	2	vgg	826	1.081	1.845
	3	vgg	963	1.606	2.568
	4	akk	577	1.038	1.614
	5	akk	728	1.083	1.811
	6	akk	718	1.211	1.929
	gemiddeld		739	1.164	1.892

Uit de tabel blijkt dat de emissie van broeikasgassen bij biologische akkerbouw- en vollegrondsgroententelers per hectare beduidend lager is dan bij hun geïntegreerde collega's. Dit geldt zowel voor de uitstoot per hectare van CO<sub>2</sub> als van N<sub>2</sub>O.

Kanttekeningen hierbij is dat het aantal bedrijven beperkt is en dat de bedrijven niet geselecteerd zijn op basis van representativiteit wat betreft bouwplan en systeembegrenzing.

Door lagere producties per hectare in de biologische teelten zullen de berekeningen per ton product minder gunstig uitpakken voor de biologische landbouw.

#### **Bos, de Haan en Sukkel 2007. Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken**

In 2006 is een modelstudie uitgevoerd op basis van representatieve modelbedrijven.

Hieruit bleek dat de broeikasgasemissie per ha op biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven lager is dan op de gangbare bedrijven. Dit geldt zowel voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> als van N<sub>2</sub>O, zie Tabel 47.

Tabel 47. Berekende broeikasgasemissie voor biologische en gangbare modelbedrijven in kg per ha. (Bron: Bos et al., 2006)

	Klei akkerbouw			Zand groenten		
	gangbaar kunstmest	gangbaar dierlijke mest	biologisch	gangbaar kunstmest	gangbaar dierlijke mest	biologisch
CO <sub>2</sub> (kg/ha)	3140	3041	2072	2644	2436	2230
N <sub>2</sub> O (kg/ha)	9,0	11,3	5,8	10,2	11,1	7,0
CO <sub>2</sub> -equiv. (kg/ha)	5942	6558	3844	5900	6071	4652

De broeikasgasemissie per ton product is voor vrijwel alle biologisch geteelde gewassen hoger dan voor de gangbaar geteelde gewassen.



Het gaat in studie echter niet om praktijkbedrijven, maar om modelbedrijven, die wel representatief zijn voor biologische en gangbare bedrijven.

### 6.1.4 Broeikasgasemissie melkveehouderij

De bijdrage van de biologische melkveehouderij aan de emissie van broeikasgassen is over het algemeen kleiner dan voor de conventionele melkveehouderij. Dit geldt met name voor het effect uitgedrukt per ha. Voor Duitsland en Denemarken is het opwarmeffect per ha enterde lager, voor Zweden bijna 60% lager. Voor Nederland is dat per ha 40% lager en per ton melk 10% lager.

#### **Bos, de Haan en Sukkel (2006); Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken**

**Methode:** Broeikasgasemissies (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O) in biologische en gangbare landbouw zijn in deze studie vergeleken aan de hand van modelbedrijven. Voor de melkveehouderij zijn 8 biologische modelbedrijven gedefinieerd en 6 gangbare. Berekeningen zijn uitgevoerd met het Bedrijfsbegrotingsprogramma Rundveehouderij (BBPR). De laagste en hoogste emissie per ha en per ton melk zoals berekend voor de gangbare en biologische modelbedrijven is voor elk broeikasgas weergegeven in Tabel 48. Daarnaast is in de tabel de laagste en hoogste totale broeikasgasemissie weergegeven, uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten.

**Resultaat:**

*Tabel 48. Hoogst en laagst berekende broeikasgasemissie voor de biologische en gangbare modelbedrijven, uitgedrukt per ha en per ton melk.*

	Emissie per ha (kg)		Emissie per ton melk (kg)	
	gangbaar	biologisch	gangbaar	biologisch
CO <sub>2</sub>	4 250 – 11 630	2 650 – 4 950	420 - 550	320 - 410
N <sub>2</sub> O	15,3 – 37,1	12,4 – 18,8	1,5 – 1,9	1,5 – 2,0
CH <sub>4</sub>	250 – 520	180 – 300	25 – 26	22 – 26
CO <sub>2</sub> -eq.	14 470 – 34 160	10 990 – 17 010	1 450 – 1 650	1 310 – 1 460

Net als het energieverbruik per hectare, zijn ook de broeikasgasemissies per hectare van de modelbedrijven melkveehouderij gekoppeld aan het intensiteitsniveau. Een meer intensieve bedrijfsvoering geeft een hogere broeikasgasemissie. De biologische modelbedrijven zijn extensiever dan de gangbare en hebben daarmee gemiddeld een 40% lagere broeikasgasemissie per hectare dan de gangbare bedrijven. Dit geldt vooral voor CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub>, maar in mindere mate voor N<sub>2</sub>O. De totale broeikasgasemissie per ton melk is in de biologische melkveehouderij ca. 10% lager dan gangbaar. Het verschil tussen biologisch en gangbaar is daarmee geringer dan bij het energieverbruik per ton melk. Dit kan worden verklaard doordat verschillen in emissies per ton tussen biologisch en gangbaar voor de broeikasgassen N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> gering zijn en juist deze gassen zwaar meewegen bij de omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Het afwezig zijn van grote verschillen voor deze broeikasgassen hangt samen met een intensiever gebruik van weidegang, het frequenter scheuren van grasland en het gebruik van potstallen in de biologische melkveehouderij.

Op de modelbedrijven melkveehouderij zijn CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O elk verantwoordelijk voor 30 à 40% van de totale emissie aan CO<sub>2</sub>-equivalenten. CO<sub>2</sub> is verantwoordelijk voor ca. 25-30% van de totale emissie. De CH<sub>4</sub>-emissie is voor het overgrote deel (ca. 80%) het gevolg van pensfermentatie.

**Validiteit:** Representatieve studie voor de Nederlandse situatie gebaseerd op bedrijfsmanagement in de praktijk.

**Wetterich and Haas, 2001; Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany**

**In: Grassland Science in Europe, Vol. 6**

Methode: Toepassing van LCA om milieu-impact op bedrijfsniveau te evalueren in een case studie op 18 melkveebedrijven; 6 intensieve, 6 extensieve en 6 biologische bedrijven.

Resultaat: Opwarmeffect was 9,4, 7,0 en 6,3 t CO<sub>2</sub>-eq per ha en 1,3, 1,0 en 1,3 t CO<sub>2</sub>-eq per ton melk.

Validiteit: steekproefomvang is klein, maar resultaten komen wel overeen met andere bronnen: er is een sterke koppeling aan de bedrijfsintensiteit.

**Halberg *et al.*, 2005; Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems**

**In: Livestock Production Science**

Methode: literatuurstudie

Resultaat:

*Tabel 49. Milieu impact uitgedrukt per ton geproduceerde melk en per hectare voor gangbare productiesystemen in vergelijking met biologische productiesystemen.*

Case study	Productie systeem	Opwarmings potentieel (%) <sup>b</sup>	
		t melk	ha
Duitsland	Gangbaar	100	100
	Biologisch	100	67
Zweden	Gangbaar	100	100
	Biologisch	95	42
Nederland	Gangbaar	100	100
	Biologisch	104	102
Denemarken	Gangbaar	100	100
	Biologisch	91	68

*Relatieve getallen, Gangbaar systeem = 100 voor elk land.*

<sup>a</sup> *Afkomstig van De Boer, 2003 (LCA) en Dalgaard *et al.*, 2004.*

<sup>b</sup> *Voor elke case studie is het biologische systeem relatief weergegeven ten opzichte van het gangbare systeem.*

Validiteit: getallen gebaseerd op andere bronnen, zie o.a. Boer, de.

**Gravendijk, L, 2006; Environmental impact assessment of Dutch commercial organic farms**

MSc-thesis

Methode: LCA-methode; vergelijking tussen 11 commerciële biologische bedrijven (ORG; uit BIOVEEM) en 10 conventionele (CON; uit Ben & Jerry's) en 12 conventioneel milieuvriendelijke (EFC; uit Cows & Opportunities) melkveebedrijven.

Resultaat: landgebruik voor CON, EFC en ORG was respectievelijk 1,14, 1,28 en 1,76 m<sup>2</sup>/kg FPCM.

Het broeikaspotentieel was respectievelijk 1,47, 1,41 en 1,45 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg FPCM.

Biologische melkveebedrijven hebben een lagere milieu impact in de categorieën energiegebruik en eutrofiëring

Validiteit: De berekende waarden voor conventionele en conventioneel milieuvriendelijke melkveebedrijven zijn volgens eenzelfde LCA-methodiek tot stand gekomen, maar in een rapport door een andere auteur beschreven (beide onder supervisie van Dr. ir. I.J.M. de Boer). De bedrijven zijn niet representatief voor de sector, maar alle voorloperbedrijven. De gebruikte data waren verzameld voor economisch onderzoek en niet voor LCA-onderzoek, waardoor sommige data geconverteerd moesten worden van euro's naar een technische eenheid.

## 6.2 Koolstof opslag

### 6.2.1 Conclusies koolstof opslag

**De gemiddelde aanvoer van effectieve organische stof is op biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven hoger dan op gangbare bedrijven.**

\*\*\* *gebaseerd op een vrij groot aantal Nederlandse praktijkpercelen, bevestigd in experimentele bedrijfssystemen. Kanttekening: hogere aanvoer deels gebaseerd op gangbare mest.*

**In de biologische landbouw is de hoeveelheid organische stof in de bodem hoger dan in de conventionele landbouw.**

\* *In registraties van Nederlandse akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven is geen verschil aangetoond, enkele internationale bronnen geven een hogere hoeveelheid opgeslagen koolstof in biologische systemen.*

### 6.2.2 Koolstof opslag algemeen

Vanuit milieukundig perspectief speelt organische stof in de bodem een belangrijke rol in de opslag van koolstof. Het is essentieel dat de koolstof voor langere tijd wordt vastgelegd in een stabiele voorraad bijvoorbeeld als humus in de bodem, bestaande uit afgestorven plantenresten en micro –organismen. In het kader van het Kyoto-protocol dient men de emissies van CO<sub>2</sub> te minimaliseren en de reserves en fluxen van organische stof in de bodem te kwantificeren.

### 6.2.3 Koolstof opslag akkerbouw en vollegrondsgroenten

Organische stof wordt in de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelten o.a. aangevoerd via mest, groenbemesters, uitgangsmateriaal, en gewasresten.

Uit registraties bij praktijkbedrijven (Tabel 50) en bij proefbedrijven (Tabel 51) blijkt de gemiddelde aanvoer effectieve organische stof (EOS) op biologische bedrijven hoger te zijn dan op geïntegreerde bedrijven.

Tabel 50. *Gemiddelde aanvoer effectieve organische stof van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven in PPO-agv projecten. (Bron: PPO bedrijfsregistraties)*

		2003	2004	2005
EOS Aanvoer (kg/ha)	BIOM	2925	2930	2740
	Telen met toekomst	2391	2393	2477

Een deel van deze organische stof aanvoer is echter afkomstig van gangbare mest (Bos *et al.*, 2007).

Tabel 51. *Effectieve organische stofaanvoer bij geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven. (Bron: PPO Bedrijfssystemen 2002)*

Proefbedrijf	Jaar	Sector	Grondsoort	Effectieve o.s. aanvoer (kg/ha)	
				biologisch	geïntegreerd
OBS-Nagele	1991-2000	akk	klei	2.197	1.576
Vredepeel	1997-2000	akk	zand	1.800-2.000	1.869
Kooijenburg	1997-2000	akk	zand en dal	3.379	1.907
Westmaas	1997-2000	akk/vgg	klei	3.500	2.900
Meterik	1997-2000	Vgg	zand	3.148	2.061

Van de praktijkbedrijven binnen BIOM en Tmt zijn ook de organische stof gehalten vergeleken in verschillende regio's. Uit Tabel 52 blijkt dat alleen op Centrale zeeklei het organisch stofgehalte op biologische akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven hoger is dan op geïntegreerde bedrijven. In overige regio's is het organische stofgehalte lager op biologische bedrijven.

Biologische akkerbouw en groenteteelt kunnen niet claimen dat ze meer koolstof in de bodem opgeslagen heeft dan de geïntegreerde variant.

Tabel 52. *Gemiddelde organische stofgehalten (%) van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven per regio en grondsoort in de periode 2000-2006. (Bron: Bos et al., 2007)*

Regio	Grondsoort	Project	Gemiddeld organisch stof percentage	Aantal bedrijven	Aantal percelen
Centrale zeeklei	klei	BIOM	4.0	10	69
		Telen met toekomst	3.5	18	71
Noordoost Nederland	zand	BIOM	4.5	6	40
		Telen met toekomst	6.3	19	91
Zuidoost Nederland	zand	BIOM	3.0	5	41
		Telen met toekomst	3.2	61	187
Zuidwestelijke zeeklei	klei	BIOM	2.4	8	47
		Telen met toekomst	2.6	26	126

#### **Freibauer *et al.*, 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe**

Deze studie geeft biologische landbouw als mogelijke maatregel voor koolstofvastlegging in de EU-15 waarbij tussen de 0 en 500 kg koolstof per ha per jaar meer wordt vastgelegd dan in de gangbare landbouw. In deze studie wordt een gemiddeld verschil berekend van 170 kg/ha tussen biologisch en gangbaar. Positieve neveneffecten zijn toename van biodiversiteit van flora en fauna maar een negatief effect is mogelijke toename van lachgasemissie vanuit vlinderbloemige gewasresten.

**Pimentel, *et al.*, 2005. Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems**

**Slingerland, S. en P. van der Wielen, 2005. Biologische landbouw en koolstofvastlegging. Analyse van de claims van een Amerikaans veldonderzoek**

Het onderzoek van Pimentel laat vrij grote verschillen tussen biologisch en gangbaar zien in de koolstofopslag per hectare (Tabel 53).

*Tabel 53. Opzet systemen en koolstofvastlegging Rodale-onderzoek (Slingerland en van der Wielen, 2005).*

Systeem	bemesting	Vruchtwisseling	Koolstofvastlegging (kg C per jaar)
Biologisch	rundermest	maïs-sojabonen-snijmaïs-tarwe-rode klaver/alfalfa	1,14
Biologisch	organische compost van peulvruchten	maïs/bonte wikke – rogge/sojabonen – tarwe	0,66
Gangbaar	kunstmest	maïs – sojabonen – maïs – maïs sojabonen	0,33

De uitkomsten verschillen sterk van het Rodale-onderzoek van de analyse van de Nederlandse data die suggereren dat er noch in biologische, noch in gangbare landbouw sprake is van netto koolstofopslag. Ook zijn de verschillen tussen biologisch en gangbaar kleiner dan in het Rodale onderzoek. Overigens zijn er de nodige kanttekeningen te plaatsen bij de studie van het Rodale-instituut en de beoordeling daarvan door Slingerland en van der Wielen.

De belangrijkste zijn:

- Verschillen in rotaties tussen de gangbare en biologische systemen zijn aanzienlijk. In de biologische systemen worden groenbemesters en tarwe gebruikt die sterk bijdragen aan de organische stof opbouw, in het gangbare systeem worden deze gewassen niet geteeld.
- De verschillen tussen de gewassen in de Rodale systemen en de belangrijkste gewassen in Nederland zijn groot. In Nederland worden veel meer rooivruchten geteeld (aardappel, suikerbiet).
- In de studie wordt een lineaire toename van de koolstofopslag aangenomen. C-opslag wordt dus voorgesteld als zou dit oneindig doorgaan. Dit is echter onjuist: een hogere aanvoer van organische stof leidt tot een nieuw evenwicht dat een hoger organische stofpercentage en een hogere afbraak tot gevolg heeft. Het effect van C-opslag is dus eindig.

## 6.2.4 Koolstof opslag veehouderij

**Pimentel, 2006; Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture**

**Pimentel *et al.*, 2005; Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems**

**In: BioScience**

Methode: Literatuurstudie en 22 jaar durend onderzoek op biologisch proefbedrijf van een onderzoeksinstituut.

Resultaat: In de biologische houderij is het percentage organisch materiaal in de bodem hoger dan in conventionele houderijsystemen, respectievelijk 5,2% en 3,5%. Hierdoor houdt de grond meer vocht vast en kan de productie in droge jaren hoger zijn.

Validiteit: niet alles wordt onderbouwd met harde cijfers en het is onderzoek op één proefbedrijf.

## 7. Watergebruik

### 7.1 Conclusies watergebruik

**Het gebruik van grond- en oppervlaktewater voor beregening is op biologische bedrijven lager dan bij gangbare bedrijven.**

\*\*\* *claim op basis van LEI BIN bedrijven netwerk, aantal gegevens c.q. biologische bedrijven is vrij beperkt. Na 2000 geen gegevens. Gebruik leidingwater op biologische akkerbouw en groentebedrijven is juist hoger dan gangbaar.*

### 7.2 Watergebruik algemeen

Volgens Stolze *et al.* (2000) kunnen watertekorten de mogelijkheden voor agrarisch landgebruik beperken en kunnen waterleven en wildsoorten bedreigd worden. Efficiënt watergebruik is voor bepaalde klimaatgebieden en grondsoorten van belang. Om de watervoorziening te waarborgen worden er voor de biologische landbouw nationale beperkingen voor irrigatie opgelegd. Er zijn echter nog geen internationale studies met betrekking tot efficiënt watergebruik door de biologische en de gangbare landbouw.

### 7.3 Watergebruik akkerbouw

Over watergebruik door Nederlandse biologische en gangbare bedrijven zijn alleen tot 2000 gegevens beschikbaar, zie Tabel 54 en Tabel 55.

Tabel 54. *Gebruik van water op biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI (bewerkt).*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Gebruik leidingwater (m <sup>3</sup> )	bio	350	280	340	270
	gangbaar	150	130	160	130
Gebruik beregeningswater (m <sup>3</sup> )	bio	336	323	192	304
	gangbaar	483	391	234	414
w.v. grondwater	bio	178	174	81	158
	gangbaar	237	254	110	248
w.v. oppervlaktewater	bio	138	110	92	146
	gangbaar	145	113	117	145

#### Conclusies:

- Het gebruik van leidingwater is op biologische bedrijven hoger dan bij gangbare bedrijven. Het gebruik van grond- en oppervlaktewater voor beregening is op biologische bedrijven iets lager dan bij gangbare bedrijven.

## 7.4 Watergebruik melkveehouderij

Tabel 55. *Gebruik van water op biologische en gangbare melkveebedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI.*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Gebruik leidingwater (m <sup>3</sup> )	bio		900	1.000	980
	gangbaar	1.100	1.020	940	890
Gebruik beregeningswater (m <sup>3</sup> )	bio		491	416	497
	gangbaar	4.976	2.048	1.264	1.400
w.v. grondwater	bio		96%	87%	43%
	gangbaar	64%	79%	75%	76%
w.v. oppervlaktewater	bio		4%	13%	57%
	gangbaar	27%	11%	20%	16%

### Conclusies:

- Het gebruik van leidingwater is op biologische melkveebedrijven vergelijkbaar met gangbare melkveebedrijven. Het gebruik van grond- en oppervlaktewater voor beregening is op biologische bedrijven veel lager dan bij gangbare bedrijven.

## **8. Zware metalen**

### **8.1 Conclusies zware metalen**

**De biologische landbouw kan geen lagere netto belasting met zware metalen claimen. Er zijn geen gegevens om verschillen met gangbaar te onderbouwen.**

### **8.2 Zware metalen algemeen**

In nagenoeg alle landbouwgebieden in Nederland vindt momenteel accumulatie van zware metalen in de bodem plaats. Dit komt vooral door de aanvoer van zware metalen via kunstmest en dierlijke mest (indirect dus ook via veevoer). Verwacht wordt dat in de komende tientallen jaren op een deel van het Nederlandse landbouwareaal de kritische metaalgehalten in de bodem voor gewaskwaliteit zullen worden overschreden. De jaarlijkse netto belasting (aanvoer minus afvoer) neemt wel af.



Tabel 56. *Belasting van landbouwgrond met zware metalen, 1980-2005 (Milieu- en Natuurcompendium).*

	1980	1990	2000	2002	2003	2004	2005*
<i>1 000 kg</i>							
<b>Koper (Cu)</b>							
Bruto belasting	1 360	970	780	525	505	490	495
w.v. dierlijke mest	1 050	750	700	450	430	415	415
kunstmest	150	120	50	40	35	35	40
natte en droge depositie	80	50	20	20	20	20	20
overige bronnen	80	50	10	15	20	20	20
w.o. zuiveringsslib	39	37	1	1	1	1	1
Afvoer met gewas	140	130	100	100	90	100	100
Netto belasting	1 220	840	680	425	415	390	395
<b>Zink (Zn)</b>							
Bruto belasting	2 400	2 270	2 170	1 540	1 530	1 465	1 465
w.v. dierlijke mest	1 800	1 750	1 900	1 300	1 250	1 200	1 200
kunstmest	150	140	60	50	50	45	45
natte en droge depositie	260	180	70	80	80	60	60
overige bronnen <sup>1</sup>	190	200	140	110	150	160	160
w.o. zuiveringsslib	115	114	5	5	6	4	4
Afvoer met gewas	700	690	570	580	540	570	560
Netto belasting	1 700	1 580	1 600	960	990	895	905
<b>Cadmium (Cd)</b>							
Bruto belasting	16	9	6	5	5	4	4
w.v. dierlijke mest	6	4	3	3	3	3	3
kunstmest	7	4	2	1	1	1	1
natte en droge depositie	2	1	1	1	1	1	1
overige bronnen <sup>1</sup>	1	0	0	0	0	0	0
w.o. zuiveringsslib	1	0	0	0	0	0	0
Afvoer met gewas	3	3	3	3	3	3	3
Netto belasting	12	6	3	2	2	1	1

Bron: CBS/MNC/sept06/0097.

De voornaamste aanvoer van zware metalen gebeurt via dierlijke mest. Afvoer vindt plaats via onttrekking met gewassen. Van de netto belasting van de bodem spoelt een deel uit naar het grond- en oppervlaktewater. De rest accumuleert (hoopt op) in de bodem.

Tussen 1980 en 2005 (voorlopig cijfer) is de jaarlijkse netto belasting van landbouwgrond met koper met 68% en met zink met 47% gedaald; bij cadmium bedraagt deze daling circa 90%. Deze ontwikkelingen zijn gedeeltelijk bepaald door regelgeving, waarbij de normen voor toevoeging van koper en zink in mengvoeders medio 2000 zijn verscherpt<sup>1</sup>. Ook worden bij de kunstmestproductie schonere grondstoffen toegepast.

Bron: Milieu- en Natuurcompendium

<http://www.mnp.nl/mnc>

<sup>1</sup> In de regels voor biologische voeders staan geen specifieke normen voor de biologische houderij vermeld.

## 8.3 Zware metalen plantenteelt en veehouderij

In de biologische landbouw is koper één jaar beperkte schaal als gewasbeschermingsmiddel van natuurlijke oorsprong ingezet, dergelijke middelen zijn echter vanaf medio 2000 niet meer toegestaan in Nederland. (zie ook Tabel 2).

Uit een onderzoek door het CLM en GD blijkt dat op 7 van de 30 (23%) biologische rundveebedrijven regelmatige voetbaden tegen klauwaandoeningen worden toegepast. Hierbij worden formaline, zinksulfaat of kopersulfaat gebruikt. Op gangbare rundveebedrijven past wel 85-90% van de bedrijven zulke voetbaden toe. (CLM: Gebruik van kopersulfaat in voetbaden, Dit artikel is in enigszins ingekorte en aangepaste vorm gepubliceerd in V-Focus d.d. 10 oktober 2005 door Anton Kool (CLM) en Menno Holzhaer (GD).)

### Conclusies:

- Ophoping van zware metalen in de bodem wordt vooral veroorzaakt door koper in dierlijke mest. Omdat er in de biologische rundveehouderij minder gebruik gemaakt wordt van voetbaden, mag verondersteld worden dat er minder koper in de mest terecht komt.
- In de biologische landbouw wordt relatief meer dierlijke mest (die dikwijls van gangbare oorsprong is) en in de gangbare landbouw wordt meer kunstmest gebruikt. Over het resultaat hiervan op de aanvoer van zware metalen zijn geen gegevens beschikbaar.

### Kanttekeningen:

- Harde cijfers ontbreken.



## 9. Referenties

### Literatuurlijst

- Aarnink, A.J.A., S.G. Ivanova-Peneva, W.G.P. Schouten & G.M. Nijeboer, 2005.  
Ammoniak- en mineralenverliezen in de biologische varkenshouderij. Agrotechnologie & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol, A.G.C. Beurskens & M.J.M. Wagemans, 2005.  
Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen. Agrotechnologie & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Anonymus, 2003.  
Duurzame Bedrijfssystemen Akkerbouw en Vollegroondsgroententeelt. PPO publicatie 306-1 t/m 10.
- Basset-Mens, C. & H.M.G. van der Werf, 2005.  
Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 105 (2005) 127-144.
- Berge, ten & Hack-ten Broeke, 2004.  
Eindrapportage Milieuresultaten Nitraatprojecten (1999-2003); deel I Synthese en conclusies, Plant Research International.
- Besseling, P., L. Klein Holkenborg, P. Leendertse & H. Lahaye, 2000.  
Bedrijfsmilieukeur Fruitteeltbedrijf, opzet, milieuprestatie en kosten, Expertisecentrum LNV, rapport 237, september 2000.
- Biologica, het platform voor biologische landbouw en voeding, commissie gewasbescherming biologische fruitteelt, 2004.  
Perspectief voor biologische fruitteelt - een systeembenadering -.
- Bockman, O.C., O. Kaarstad, O.H. Lie & I. Richards, 1990.  
Agriculture and fertilizers, Norsk Hydro, Oslo.
- Boer, I.J.M. de, 2003.  
Environmental impact assessment of conventional and organic milk production; In: Livestock Production Science 80 (2003) 69-77.
- Bos, J.F.F.P., J.J. de Haan & W. Sukkel, 2007.  
Energieverbruik, broeikasgas emissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken. PPO rapport in druk.
- Bloksma, J., 2003.  
Biologische appels en peren, teeltmaatregelen voor kwaliteitsfruit, Louis Bolk Instituut.
- Boersema, J.J., J.W. Copius Peereboom & W.T. de Groot, 1994. 'Basisboek Milieukunde. Boom Meppel.
- Boisdon, I. & M. Benoit, 2006.  
Compared energy efficiency of dairy cow and meat sheep farms, in organic and in conventional farming.

- CLM, Onderzoek en Advies BV, 2004.  
Het energieverbruik en de broeikasgasemissie op BIOM bedrijven, rapport in opdracht van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, in voorbereiding.
- Dijk, A.F. van, 2001.  
Life Cycle Assessment van de gangbare en biologische varkenshouderij in Nederland. Afstudeerverslag leerstoelgroep Dierlijke Productie Systemen, Landbouw Universiteit Wageningen.
- Eekeren, N. van, E. Heeres, G. Iepema & H. van der Meer, 2005.  
Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven. Rapport 9 Bioveem, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Ehlert, P. & G. Koopmans, 2002.  
Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst. Een analyse van de situatie bij de start van het project. Alterra, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Plant Research International.
- Eriksen, J., S.O. Petersen & S.G. Sommer, 2002.  
The fate of nitrogen in outdoor pig production. In: *Agronomie* 22 (2002) 863-867.
- Eriksen, J., 2001.  
Implications of grazing sows for nitrate leaching from grassland and the succeeding cereal crop. In: *Grass and Forage Science*, Volume 56, Number 4, 2001, pp. 317-322.
- Freibauer, A., M.D.A. Rounsevell, P. Smith & J. Verhagen, 2004.  
Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* 122: 1 –23
- Geel, W. & C. Oele, 2005.  
Mest- en mineralenkennis voor de praktijk. Stikstofwerking van organische mestsoorten en composten. Blad 15 uit de serie Plantaardig, Programma's DWK 398-I,II,III.
- Gravendijk, L., 2006.  
Environmental impact assessment of Dutch commercial organic farms. MSc thesis, Wageningen Universiteit, Dierwetenschappen.
- Groot, M.J., M.L. Joosse, P.A.M. Besseling, Th. L.J. Janssen, 1996/1997.  
Kwantitatieve Informatie Fruitteelt, 1996/1997.
- Halberg, N., H.M.G. van der Werf, C. Basset-Mens, R. Dalgaard & I.J.M. de Boer, 2005.  
Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems. In *Livestock Production Science* 96 (2005) 33-50.
- Hermansen, J.E., K. Studsholm & K. Horsted, 2004.  
Integration of organic animal production into land use with special reference to swine and poultry. In *Livestock Production Science* 90 (2004) 11-26.
- Hietbrink, O., E. Annevelink, M.P.M. Derkx, M.J. Groot, M.H.A. de Haan, F. Mandersloot, A.J.J. van Roestel, M.N.A. Ruijs, P.H.J.M. Ruijter, H.B. Schoorlemmer & R. Schreuder, 2001.  
Ontwikkelingsperspectieven van de landbouwsectoren: wat is een bedrijf van de toekomst in 2030?, nota P 2001-95, sept. 2001.
- Hoek, K.W. van der, 2002.  
Uitgangspunten voor de mest- en ammoniakberekeningen 1997 tot en met 1999 zoals gebruikt in de Milieubalans 1999 en 2000, RIVM rapport 773004012/2002.

- Iepema, G. *et al.*, 2006.  
Vijf jaar Bioveem: 17 strategieën voor een duurzame toekomst.
- Ivanova-Peneva, S.G., A.J.A. Aarnink & M.W.A. Verstegen, 2006.  
Ammonia and Mineral Losses on Dutch Organic Farms with Pregnant sows. In: Biosystems Engineering (2006) 93, 221-235.
- Ivanova-Peneva, S.G. & A.J.A. Aarnink, 2004.  
Reducing ammonia and mineral losses in organic pig production. In: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> SAFO Workshop 223-228, Witzenhausen, Germany.
- Knudsen, M.T., I.S. Kristensen, J. Berntsen, B.M. Petersen & E.S. Kristensen, 2006.  
Estimated N leaching losses for organic and conventional farming in Denmark. In: Journal of Agricultural Science 144, 135-149.
- Kodde, J., A.J.P van de Waart & A. de Jager, 1993.  
Advisering van de bewaarduur van fruit op basis van vruchtanalyse, Info Fruitteelt 108, 1993.
- Kool, A. & M. Holzhauer, 2005.  
Gebruik van kopersulfaat in voetbaden, V-focus.
- Kristensen, E.S. & M.T. Knudsen, 2004.  
Impact of Organic farming on aquatic environment. Presentation in Lednice, 1<sup>st</sup> July 2004.
- Løes, A.K., 2003.  
Studies of the availability of soil phosphorus (P) and potassium (K) in organic farming systems, and of plant adaptations to low P- and K-availability. Doctor Scientiarum Thesis 2003:29, Department of Soil and Water Sciences, Agricultural University of Norway, Ås.
- Lynch, D.H., C. Roberts & R.P. Voroney, 2006.  
Sustainability of organic dairying in Canada. Paper presented at Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.
- Mheen, H. van der, 2004.  
Stikstofuitspoeling van onverharde uitlopen in de varkenshouderij. Rapportage opdrachtgever, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Mombarg, H.F.M. *et al.*, 2004.  
De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat, eindrapportage. CLM Onderzoek en Advies BV, Plant Research International en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Nederlandse Staatscourant, 15-4-2003.
- Pimentel, D., 2006.  
Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture. Cornell University Ithaca NY.
- Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds & R. Seidel, 2005.  
Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. In: BioScience Volume 55, Number 7, 2005, pp. 573-582.
- Pinxterhuis, 2001.  
Nitrate in groundwater during conversion to organic farming. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6.

- Regeling ammoniak en veehouderij, 2002.  
Ministerie VROM, Directoraat-Generaal Milieubeheer. Directie Bodem, Water en Landelijk, Gebied Afdeling Landbouw.
- Rovers, J.A.J.M. & A. Embrechts, 2000.  
Nitraatuitspoeling en MINAS, betekenis voor de vollegrondsgroenteteelt, PAV Bulletin Vollegrondsgroenteteelt.
- Ruijter, F.J. de & L.J.M. Boumans, 2005.  
Waterkwaliteit op open teelt bedrijven en de relatie met bodem- en bemestingsvariabelen. Resultaten van het project Telen met toekomst, 2000-2004.
- Scheringer, J. & J. Isselstein, 2001.  
Nitrogen budgets of organic and conventional dairy farms in North-West Germany. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6.
- Schils, R.L.M. & G.J. Kasper, 2005.  
Nitraatgehalte in het grondwater van biologische melkveebedrijven. Rapport 7 Bioveem, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Schröder, J., N. van Eekeren & D. Oosterhof, 2006.  
De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken.
- Slingerland, S. & P. van der Wielen, 2005.  
Biologische landbouw en koolstofvastlegging. Analyse van de claims van een Amerikaans veldonderzoek. CE, Delft. Publicatienummer 05.3786.03.
- Smit, A.L., J.J. de Haan & K.B. Zwart, 2005.  
Kan de akkerbouw en groenteteelt op zandgrond voldoen aan de nitraatnorm? Resultaten experimenteel onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. Plant Research International, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Alterra.
- Stolze *et al.*, 2000.  
The environmental impacts of organic farming in Europe; Organic farming in Europe: Economics and policy, Volume 6.
- Spruijt-Verkerke, Schoorlemmer, van Woerden, Peppelman, de Visser & Vermeij, 2004.  
Duurzaamheid van de biologische landbouw. Prestaties op milieu, dierenwelzijn en arbeidsomstandigheden. PPO 328.
- Taube, F. & E.M. Pötsch, 2001.  
On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6 pp. 225-234.
- Telen met toekomst, voor telers met toekomst, Jaaroverzichten 2000-2002.
- Velzen, V.N.H. van, 2004.  
Saldovergelijking tussen twee biologisch geteelde appelrassen, Intern PPO-fruit rapport, 2004.
- Wachenfelt, H. & K.H. Jeppsson, 2006.  
Nitrogen losses from Organic Housing Systems for fattening pigs. Workshop on Agricultural Air Quality. Workshop on Agricultural Air Quality, Bolger Conference Center Potomac, Maryland, USA.

- Werff, P.A. van der, Th.B.M. Dekkers & O. Oenema, 1995.  
Fosforkringloop en ecologische aspecten van de fosfaathuishouding. LUW-vakgroep Ecologische Landbouw, DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO).
- Wetterich, F. & G. Haas, 2001.  
Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6.
- Woerden, S. van, 2001.  
Biologische glasgroenteteelt. Rapportage bedrijfseconomische en milieukundige aspecten 1999-2000. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Sector Glastuinbouw.
- Wijnands, F.G. & J. Holwerda, 2003.  
Op weg naar een goede biologische praktijk – resultaten en ervaringen uit BIOM. PPO 317.
- Williams, A.G., E. Audsley & D.L. Sandars, 2006.  
Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Defra project report IS0205.
- Wolfswinkel, M. van, J. Leferink, R. Bok & T. Aalders, 2001.  
Voedselveiligheid van producten uit de biologische landbouw, Expertisecentrum LNV, februari 2001.

## Internet

- Bedrijven Informatienet LEI: [www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/](http://www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/)
- BIOM: [www.syscope.nl/home/project\\_item.asp?ph\\_id=72&titel=programma](http://www.syscope.nl/home/project_item.asp?ph_id=72&titel=programma)
- CBS: [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)
- CLM meetlat: [www.milieumeetlat.nl/open\\_teelten\\_meetlat.nl](http://www.milieumeetlat.nl/open_teelten_meetlat.nl)
- CTB: [www.ctb.agro.nl](http://www.ctb.agro.nl)
- Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM RIVM): [www.mnp.nl](http://www.mnp.nl)
- Milieu- en Natuurcompendium: [www.mnp.nl/mnc](http://www.mnp.nl/mnc)
- Milieuloket: [www.milieuloket.nl](http://www.milieuloket.nl)
- Nefyto: [www.mnp.nl/mnc/i-nl-0015.html](http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0015.html)
- Telen met toekomst: [www.telenmettoekomst.nl](http://www.telenmettoekomst.nl)
- Wikipedia: [www.nl.wikipedia.org/wiki/](http://www.nl.wikipedia.org/wiki/)

## Interne bronnen

- PPO bedrijfsregistraties: Interne documentatie van bedrijfsregistraties van praktijkbedrijven uit het project BIOM (1999-2005) en het project Telen met toekomst (2000-2005), Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad.
- PPO Bedrijfssystemen onderzoek: Interne documentatie van bedrijfsregistraties van PPO-proefbedrijven (1991-2005), Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad.





## Bijlage I.

# Representativiteit praktijkbedrijven akkerbouw en vollegrondsgroenten

Voor de sectoren akkerbouw en vollegrondsgroenten wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van gegevens van praktijkbedrijven. Dit betreft deelnemende bedrijven aan de projecten BIOM (biologische landbouw) en Telen met toekomst (geïntegreerde landbouw) en biologische en gangbare bedrijven uit het Bedrijven Informatienet (BIN) van het LEI. De deelnemers aan het project Telen met toekomst zijn vaak voorlopers op het gebied van milieu en zullen wat betreft hun milieuprestaties soms beter presteren dan het gemiddelde van de gangbare sector, dus niet echt representatief voor gangbare landbouw.

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de representativiteit van de bedrijven, waarvan de gegevens in dit onderzoek gebruikt zijn.

*Tabel 57. Aantallen biologische en gangbare akker- en tuinbouwbedrijven in Nederland en hun oppervlakte (CBS).*

	Project	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Aantal akkerbouw-/ tuinbouwbedrijven	bio	213	249	261	292	314	315	-
	gangbaar	27787	26781	24967	24257	23621	23057	-
Aantal akkerbouwbedrijven	bio	85	105	120	155	171	180	-
	gangbaar	13771	13644	12791	12601	12440	12447	-
Aantal tuinbouwbedrijven	bio	128	144	141	137	143	135	-
	gangbaar	14016	13137	12176	11656	11181	10610	-
Oppervlakte bedrijven (ha/bedrijf)	bio	24	26	28	32	30	32	-
	gangbaar	20	20	21	22	23	23	-

*Tabel 58. Aantallen en oppervlakte van biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven in PPO-projecten.*

	Project	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Aantal bedrijven	BIOM	24	24	24	39	39	39	39
	Tmt	-	23	23	23	23	17	17
Aantal akkerbouwbedrijven	BIOM	3	3	3	13	13	13	13
	Tmt	-	14	14	14	14	10	10
Aantal vollegrondsgroentebedrijven	BIOM	5	5	5	9	9	9	9
	Tmt	-	9	9	9	9	7	7
Aantal akkerbouw-/ vollegrondsgroentebedrijven	BIOM	16	16	16	17	17	17	17
	Tmt	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlakte bedrijven	BIOM	33	33	33	56	56	56	56
	Tmt	-	43	43	43	43	70	70

**Conclusies:**

- De verdeling over bedrijven met als hoofdactiviteit akkerbouw t.o.v. tuinbouw bedroeg in de loop der jaren grofweg 50/50.
- Bij BIOM bedrijven is vaak sprake van gecombineerde akkerbouw /vollegrondsgroentebedrijven. Bij de Tmt bedrijven wordt deze mengvorm niet apart beschreven.
- De praktijkbedrijven die in dit onderzoek gebruikt worden zijn groter dan gemiddeld in heel Nederland. Bij de gebruikte sets bedrijven zijn de geïntegreerde (=Tmt) bedrijven gemiddeld iets groter dan de biologische bedrijven, terwijl de oppervlakte van bedrijven met hoofdactiviteit akker- of tuinbouw in Nederland bij biologische bedrijven juist iets groter is dan bij gangbare bedrijven.

Tabel 59. Grondsoort en ligging van biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven in PPO-projecten.

Grondsoort	Gebied	Project	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
klei	Noordelijke Zeeklei	BIOM	4	4	4	5	5	5	5
		Tmt	-	-	-	-	-	2	2
	Centrale zeeklei	BIOM	-	-	-	5	5	5	5
		Tmt	-	-	-	-	-	2	2
	Noord Holland	BIOM	5	5	5	5	5	5	5
		Tmt	-	-	-	-	-	3	3
	Gelderland	BIOM	-	-	-	1	1	1	1
		Tmt	-	-	-	-	-	-	-
	Zuid Westelijke klei	BIOM	5	5	5	8	8	8	8
		Tmt	-	5	5	5	5	2	2
Totaal klei	BIOM	14	14	14	24	24	24	24	
	Tmt	-	5	5	5	5	9	9	
Zand	Noord Oost Nederland	BIOM	5	5	5	4	4	4	4
		Tmt	-	5	5	5	5	2	2
	Gelderland	BIOM	-	-	-	4	4	4	4
		Tmt	-	-	-	-	-	-	-
	Brabant	BIOM	-	-	-	3	3	3	3
		Tmt	-	4	4	4	4	3	3
	Zuid Oost Nederland	BIOM	5	5	5	4	4	4	4
		Tmt	-	9	9	9	9	3	3
	Totaal zand	BIOM	10	10	10	15	15	15	15
		Tmt	-	18	18	18	18	8	8

**Conclusies:**

- De steekproef van biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven waarvan de gegevens in dit onderzoek vergeleken worden zijn zowel op klei als zand goed vertegenwoordigd.
- Verder zijn de bedrijven uit beide projecten ook goed gespreid over de diverse zand- en kleiregio's.

Tabel 60. *Verdeling van alle gangbare/geïntegreerde bedrijven over de provincies en van de bedrijven in PPO-projecten.*

	Alle gangbare bedrijven	Tmt	Alle biologische bedrijven	BIOM
Groningen	6%	6%	8%	8%
Friesland	2%	6%	3%	8%
Drenthe	5%	12%	5%	5%
Overijssel	3%	0%	3%	3%
Flevoland	6%	12%	23%	13%
Gelderland	8%	0%	13%	15%
Utrecht	1%	0%	2%	0%
Noord-Holland	12%	18%	8%	10%
Zuid-Holland	21%	0%	11%	10%
Zeeland	10%	12%	8%	5%
Noord-Brabant	16%	24%	11%	13%
Limburg	9%	12%	4%	10%

**Conclusies:**

- De provinciale verdeling van de praktijkbedrijven in Tmt en BIOM komt redelijk overeen met de landelijke verdeling over de provincies van biologische en gangbare bedrijven.
- De vertegenwoordiging van bedrijven uit provincies is in Tmt en BIOM goed vergeleken met de landelijke spreiding, m.u.v. het ontbreken van Tmt bedrijven in Zuid-Holland.

Tabel 61. *Kenmerken van biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI in vergelijking met CBS.*

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Aantal akkerbouwbedrijven CBS	bio	-	88	85	105
	gangbaar	-	-	13.771	13.644
Aantal steekproef bedrijven BIN	bio	21	24	24	22
	gangbaar	263	254	228	224
Oppervlak cultuurgrond CBS (ha)	bio	-	58	56	54
	gangbaar	-	-	35	35
Oppervlak cultuurgrond BIN (ha)	bio	35	40	40	45
	gangbaar	48	47	50	50
Aandeel akkerbouw BIN (% Sbe <sup>2</sup> )	bio	49	46	48	52
	gangbaar	88	88	88	86
Aandeel tuinbouw en blijvende teelten BIN (in % Sbe)	bio	39	40	36	35
	gangbaar	4	3	4	4

<sup>2</sup> De sbe is een maat voor de gestandaardiseerde netto toegevoegde waarde per gewas of per diersoort

**Conclusies:**

- Biologische en gangbare akkerbouwbedrijven zijn goed vertegenwoordigd in het BIN.
- Biologische BIN akkerbouwbedrijven hebben een wat kleinere oppervlakte dan gemiddeld in Nederland, gangbare BIN bedrijven zijn gemiddeld juist groter dan gemiddeld in Nederland.
- De biologische BIN bedrijven zijn qua grootte wel goed vergelijkbaar met de gangbare BIN bedrijven, maar hebben relatief meer tuinbouwgewassen dan gangbare BIN bedrijven.

## Bijlage II.

### Representativiteit praktijkbedrijven melkveehouderij

Tabel 62. Kenmerken van biologische en gangbare rundveebedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI in vergelijking met CBS.

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Aantal rundveebedrijven CBS	bio graasdier	188	353	373	434
	gangbaar	54.403	52.085	49.970	47.883
Aantal steekproef bedrijven BIN	bio		22	25	31
	gangbaar	443	448	400	396
Oppervlakte cultuurgrond CBS (ha op graasdierbedrijven)	bio graasdier	37,6	31,8	34,4	37,2
	gangbaar				
Oppervlak cultuurgrond BIN (ha)	bio		40,25	45,88	43,02
	gangbaar	31,87	32,93	33,55	33,47



## Bijlage III.

### Representativiteit praktijkbedrijven fruitteelt

Tabel 63A. Aantallen en oppervlakte biologische en gangbare fruitbedrijven (appel) in Nederland (CBS).

	Project	1997	2002
Aantal fruitbedrijven	biologisch	*	35
	geïntegreerd	2.777	2.005
Oppervlakte fruitsector	biologisch	*	224
	geïntegreerd	15.191	11.176

\* = niet bekend

Tabel 63B. Kenmerken van alleen de gangbare fruitbedrijven van 1997-2000 uit het Bedrijven Informatienet LEI in vergelijking met CBS.

	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Aantal fruitbedrijven CBS	2.023	2.018	1.973	1.775
Aantal steekproef bedrijven BIN	44	44	39	42
Oppervlakte opengrond CBS (in ha)	9.75	9.80	10.40	11.34
Oppervlakte opengrond BIN (in ha)	9.65	9.71	10.32	10.72

#### Conclusies:

- Biologische fruitbedrijven zijn niet vertegenwoordigd in het BIN.
- De gangbare BIN-fruitbedrijven omvatten 2% van het totale aantal fruitbedrijven in Nederland.
- De BIN gangbare fruitbedrijven hebben een gemiddelde oppervlakte wat overeenkomt met de gemiddelde oppervlakte van alle fruitbedrijven in Nederland





## Bijlage IV.

### Arealen en productie biologische landbouw vs. gangbaar

Tabel 64. *Aantal bedrijven en oppervlakte biologische landbouw in Nederland 1986-2004 (CBS).*

	Bedrijven	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%) in totale landbouwareaal
1986	278	2.724	0,1%
1996	554	14.334	0,7%
1998	705	19.661	1,0%
2000	906	26.874	1,4%
2002	1.088	35.599	1,8%
2004	1.201	39.720	2,1%

Tabel 65. *Aantal biologische bedrijven per sector in 2004 (CBS).*

	Aantal biologische bedrijven	% per sector
Akkerbouw	180	15%
Tuinbouw	135	11%
Fruit- en boomteelt	77	6%
Graasdieren	552	46%
Pluimvee en varkens	59	5%
Gemengd	198	16%
Totaal	1.201	100%

Tabel 66. *Oppervlakte van diverse gewassen in hectare in 2004 voor de biologische en de totale sector (CBS).*

	Biologisch areaal (ha)	Gewasaandeel biologisch (%)	Totaal areaal (ha)	Gewasaandeel totaal (%)	Areaal biologisch (% van totaal)
grasland	20.566	51,8%	983.381	51,1%	2,1%
akkerbouw					
granen	5.366	13,5%	195.842	10,2%	2,7%
peulvruchten	559	1,4%	10.318	0,5%	5,4%
aardappelen	1.378	3,5%	163.905	8,5%	0,8%
suikerbieten	871	2,2%	97.736	5,1%	0,9%
groenvoedergewassen	2.357	5,9%	230.452	12,0%	1,0%
uien	733	1,8%	26.212	1,4%	2,8%
groenbemestingsgewassen	3.883	9,8%	20.420	1,1%	19,0%
overige	948	2,4%	76.059	4,0%	1,2%
totaal	16.095	40,5%	820.944	42,7%	2,0%
vollegrondsgroenten					
koolgewassen	332	0,8%	9.568	0,5%	3,5%
winterpeen	559	1,4%	5.451	0,3%	10,3%
stambonen	322	0,8%	4.404	0,2%	7,3%
bladgewassen	201	0,5%	2.522	0,1%	8,0%
witlofwortel	97	0,2%	2.937	0,2%	3,3%
prei	65	0,2%	3.038	0,2%	2,1%
overig	762	1,9%	15.085	0,8%	5,1%
totaal	2.338	5,9%	43.005	2,2%	5,4%
fruitteelt					
appels	215	0,5%	10.217	0,5%	2,1%
peren	66	0,2%	6.493	0,3%	1,0%
overig	74	0,2%	632	0,0%	11,7%
totaal	355	0,9%	17.342	0,9%	2,0%
glasgroenten					
tomaat	22	0,1%	1.352	0,1%	1,6%
paprika	14	0,0%	1.205	0,1%	1,2%
komkommer	9	0,0%	623	0,0%	1,4%
overig	42	0,1%	1.179	0,1%	3,6%
totaal	87	0,2%	4.359	0,2%	2,0%
overig tuinbouw	109	0,3%	48.062	2,5%	0,2%
braak	138	0,3%	3.164	0,2%	4,4%
snelgroeiend hout	31	0,1%	4.271	0,2%	0,7%
<b>TOTAAL</b>	<b>39.720</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.924.527</b>	<b>100,0%</b>	<b>2,1%</b>

Tabel 67. Gemiddelde opbrengst van enkele veel geteelde biologische gewassen en de opbrengstvermindering in vergelijking met gangbaar.

	Opbrengst biologisch (ton/ha)	Opbrengstvermindering t.o.v. gangbaar (%)
wintertarwe, klei	6	31%
cons. aardappelen, klei	29	44%
suikerbieten, klei	55	20%
doperwten, klei	4	31%
snijmaïs, zand	12	8%
zaaiuien, klei	35	41%
grove peen (B peen, bewaring)	55	29%
stamslabonen	9	28%
bloemkool	16.000 stuks	20%
spinazie	17	33%
prei (herfst vroeg)	22.5	44%
<i>Bron: KWIV 2006</i>		
appel	20	52%
glasgroenten		20-70%

*Bron: Spruijt-Verkerke et al., 2004)*

