

Duurzaamheidprestaties op het gebied van Milieu

Deelstudie van duurzaamheidprestaties van de
Nederlandse biologische landbouw

bioKennis
voor biologische agroketens

Wijnand Sukkel
Kees van Wijk
Izak Vermeij



WAGENINGEN UR
For quality of life

Duurzaamheidprestaties op het gebied van milieu

Deelstudie van duurzaamheidprestaties van de Nederlandse biologische landbouw

Wijnand Sukkel (WUR-PPO)

Kees van Wijk (WUR-PPO)

Izak Vermeij (WUR Livestock Research)

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw, Groente Ruimte en Vollegrondsgroenten.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I).



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Projectnummer: 3250173510

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 291111
Fax : 0320 – 230479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoud

	pagina
1	SAMENVATTING VAN MILIEUCLAIMS PER THEMA 5
2	INLEIDING 9
2.1	Aanleiding en doel..... 9
2.2	Methode en Activiteiten 10
2.3	Afbakening 10
2.4	Leeswijzer..... 11
3	BESTRIJDINGSMIDDELEN EN ANTIBIOTICA 13
3.1	Bestrijdingsmiddelen 13
3.1.1	Conclusies bestrijdingsmiddelen 13
3.1.2	Algemeen effect van bestrijdingsmiddelen op het milieu 13
3.1.3	Gebruik van bestrijdingsmiddelen door de biologische landbouw en milieueffecten 15
3.2	Gebruik van antibiotica in de veehouderij 20
3.2.1	Conclusies antibiotica..... 20
3.2.2	Antibioticagebruik in de veehouderij algemeen 20
3.2.3	Antibioticagebruik in de biologische en gangbare veehouderij..... 21
4	MEST EN MINERALEN 25
4.1	Mest en Mineralen algemeen 25
4.2	Stikstofuitspoeling 25
4.2.1	Conclusies Stikstofuitspoeling..... 25
4.2.2	Stikstofuitspoeling algemeen 26
4.2.3	Stikstofuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten 27
4.2.4	Stikstofuitspoeling bij fruitteelt 32
4.2.5	Stikstofuitspoeling in de melkveehouderij..... 34
4.2.6	Stikstofuitspoeling in de varkenshouderij..... 39
4.2.7	Stikstofuitspoeling in de pluimveehouderij 41
4.3	Fosfaatuitspoeling (P bodemvoorraad en fosfaatoverschotten) 42
4.3.1	Conclusies fosfaatuitspoeling..... 42
4.3.2	Fosfaatuitspoeling algemeen..... 42
4.3.3	Fosfaatuitspoeling akkerbouw en vollegrondsgroenten..... 42
4.3.4	Fosfaatuitspoeling fruitteelt..... 45
4.3.5	Fosfaatuitspoeling rundveehouderij..... 46
4.3.6	Fosfaatuitspoeling pluimveehouderij en varkenshouderij 47
4.4	Ammoniakemissie 47
4.4.1	Conclusies ammoniakemissie 47
4.4.2	Ammoniakemissie algemeen..... 48
4.4.3	Ammoniakemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten 49
4.4.4	Ammoniakemissie rundveehouderij..... 50
4.4.5	Ammoniakemissie varkenshouderij 51
4.4.6	Ammoniakemissie pluimvee 52
4.5	Eutrofiëring en verzuring 53
4.5.1	Conclusies eutrofiëring en verzuring 53
4.5.2	Eutrofiëring en verzuring algemeen 53
4.5.3	Eutrofiëring en verzuring. in de melkveehouderij..... 54
4.5.4	Eutrofiëring en verzuring in de varkenshouderij..... 56

5	ZWARE METALEN	59
5.1	Conclusies zware metalen	59
5.2	Zware metalen algemeen	59
5.3	Zware metalen plantenteelt en veehouderij.....	61
6	AFVAL.....	63
6.1.1	Conclusies afval.....	63
6.1.2	Productie van afval.....	64
6.1.3	Hergebruik van afval	65
7	EINDIGE/SCHAARSE PRODUCTIEMIDDELEN.....	67
7.1	Fosfaat	67
7.1.1	Conclusies Fosfaat.....	67
7.1.2	Fosfor algemeen.....	67
7.1.3	Fosfaat akkerbouw en vollegrondsgroenten	67
7.1.4	Fosfaat grasland.....	68
7.2	Watergebruik.....	69
7.2.1	Conclusies watergebruik	69
7.2.2	Watergebruik algemeen.....	69
7.2.3	Watergebruik akkerbouw	70
7.2.4	Watergebruik melkveehouderij	70
7.3	Duurzaam bodembeheer	71
7.3.1	Conclusies duurzaam bodembeheer	71
7.3.2	Duurzaam bodembeheer algemeen	72
7.3.3	Vergelijking bodembeheer in gangbare en biologische landbouw	72

1 Samenvatting van milieclaims 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 zeer robuust: bronnen representatief voor Nederlandse situatie, grote bewijslast, direct bewijs, grote eenduidigheid in bronnen, etc.
- + Uitspraak zeer weinig robuust: bronnen weinig representatief, anekdotisch, indirect bewijs, bronnen in tegenspraak, weinig betrouwbare verschillen, etc.
- 0 Er is geen of niet aantoonbaar verschil of er is door te weinig informatie geen uitspraak te doen.

Bestrijdingsmiddelen en antibiotica

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

- ***** *Synthetische bestrijdingsmiddelen zijn voor biologische gecertificeerde productie niet toegestaan. De inzet van bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong is beperkt en de milieubelasting van de toegelaten en toegepaste bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong is minimaal.*

Antibioticagebruik is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij.

- ***** *Bij melkveehouderij is de claim goed onderbouwd, mede a.d.h.v. registratiecijfers uit de praktijk van steekproefbedrijven LEI-informatienet*
- ** *Voor de overige dierlijke sectoren is vanwege de toepassing van strikte regelgeving een lager antibioticagebruik te verwachten. Verschillen in gebruik zijn echter niet onderbouwd in de literatuur*

Mineralen en mest

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

- ***** *Voor rundveehouderij is deze claim goed onderbouwd*
- *** *Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten zijn de resultaten wat meer variabel*
- 0 *Bij pluimvee en varkens treden bij biologische bedrijven door de vrije uitloop juist meer puntbelastingen dan in de gangbare houderij, dit betreft echter een zeer beperkt oppervlak*
- 0 *Bij fruitteeltbedrijven zijn geen aanwijzingen voor verschillen tussen de gangbare en biologische bedrijfsvoering*

Fosfaatuitspoeling is bij biologische bedrijven lager dan bij conventionele bedrijven

- ** *Voor de melkveehouderij is er een indirecte aanwijzing door een lager fosfaatoverschot bij biologische bedrijven*
- 0 *bij akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitbedrijven kan ook met indirecte indicatoren geen verschil tussen gangbare en biologische bedrijven worden aangetoond;*

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

- ***** Bij melkveehouderij is de claim goed onderbouwd, mede a.d.h.v. de N-balansen in de onderzoeken.*
- 0 Voor de varkens en pluimveehouderij kan op basis van de beschikbare data geen conclusie worden getrokken over verschillen in ammoniakemissie tussen gangbare en biologische bedrijven.*
- 0 Voor akkerbouwbedrijven zijn op basis van de beschikbare data zijn geen eenduidige conclusies te trekken over verschillen in ammoniakemissie tussen gangbare en biologische bedrijven*

Het eutrofiëringpotentieel is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij

- **** Voor de melkveehouderij is een groot verschil aangetoond voor zowel praktijk als experimentele bedrijven in diverse LCA studies. Geld zowel per oppervlakte eenheid als per eenheid product*
- 0 Voor de varkenshouderij zijn op basis van de beschikbare literatuur geen conclusies te trekken over verschillen tussen biologisch en gangbaar*

Het verzuringspotentieel (in SO₄-equivalenten) is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij

- 0 Voor de Nederlandse situatie is op basis van de literatuur geen aantoonbaar verschil tussen gangbare en biologische veehouderij.*

Zware metalen

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

Afval

In de biologische landbouw wordt per oppervlakte-eenheid minder afval geproduceerd dan in de gangbare landbouw.

- ***** De biologische glastuinbouw produceert minder afval dan de gangbare glastuinbouw doordat geen gebruik gemaakt wordt van substraatteelt.*
- 0 Voor de overige sectoren is er op basis van de beschikbare informatie geen uitspraak te doen.*

In de biologische landbouw wordt per oppervlakte-eenheid meer afval verwerkt c.q. hergebruikt dan in de gangbare landbouw.

- *** De biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt verwerkt c.q. hergebruikt meer afval dan de gangbare akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt door een hogere toepassing van organische plantaardige reststromen zoals compost.*
- 0 Voor de overige sectoren is er op basis van de beschikbare informatie geen uitspraak te doen.*

Eindige of schaarse productiemiddelen

De biologische landbouw draagt minder bij aan de uitputting van fosfaatvoorraden dan de gangbare landbouw

****** Regelgeving en resultaten van bedrijfsregistraties ondersteunen deze claim*

Het gebruik van leiding- grond- en oppervlaktewater is op biologische bedrijven lager dan op gangbare bedrijven

0 Op basis van de beschikbare gegevens kan niet geconcludeerd worden dat biologische bedrijven minder water gebruiken dan gangbare bedrijven

Biologische bedrijven beheren hun bodem op een meer duurzame manier dan gangbare bedrijven

**** Er is beperkt direct bewijs, maar verschillende aspecten van het biologische management maken het zeer aannemelijk dat biologische bedrijven op een meer duurzame wijze hun bodem beheren dan gangbare bedrijven.*

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 van bioproducten te integreren. In een project over communiceerbare gezondheidsargumenten bij biologische producten werden op basis van onderbouwende literatuur door het Louis Bolk Instituut communiceerbare 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 communiceerbare argumenten bij biologische producten' bestaat uit vijf deelprojecten/aandachtsgebieden:

- voedselkwaliteit, veiligheid en gezondheid van biologische producten
- dierenwelzijn
- energie, broeikasgassen en klimaat
- milieu
- natuur en landschap
- verbindingen
- profit (in 2011)

In 2006 werd de kennis op het gebied van milieueffecten geactualiseerd (Sukkel et al, 2007) als aanvulling op de studie uit 2003/2004 (Spruijt - Verkerke et al, 2004). In 2009/2010 werden de gegevens opnieuw geactualiseerd. Het onderdeel klimaat, broeikasgassen en energieverbruik werd als aparte studie opgenomen vanwege de actualiteit van het onderwerp en vanwege de snelle ontwikkelingen in de kennis op dit terrein. De overige milieueffecten zijn meegenomen in voorliggend rapport.

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.

Deze 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.

Er wordt aandacht besteedt aan milieuverontreiniging (accumulatie en emissie) door nutriënten, zware metalen en pesticiden aan de productie van afval en aan eindige of (potentieel) schaarse productiemiddelen. In deze laatste categorie zijn Fosfor, water en bodem meegenomen.

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 onderzoeksopzet in de gebruikte onderzoeksgegevens 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 de situatie. In een enkel geval moesten data uit de literatuur voor een goede vergelijking bewerkt worden. Verder is er veel informatie voor de Nederlandse situatie 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 WUR-PPO gebruikt wordt.

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 en aangevuld

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

Eindrapportage

Rapport met onderbouwde uitspraken en achtergrondgegevens over milieuprestaties van de biologische landbouw in vergelijking met de gangbare 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.

Het onderzoek is uitgevoerd voor de sectoren melkveehouderij, varkenshouderij, (leg)pluimveehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, glasgroenteteelt (alleen afval) en fruitteelt.

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.

In de meeste gevallen is alleen de milieubelasting van het primaire productieproces tot aan de bedrijfspoot is in kaart gebracht. De voedselketen vanaf het moment dat het product het primaire productiebedrijf verlaat (logistiek, verwerking, vermarkting etc.) is meestal niet meegenomen.

Voor alle milieuaspecten in dit onderzoek worden feitelijke prestaties van de biologische landbouw vergeleken met die van de gangbare landbouw. Hierbij wordt bij voorkeur uitgegaan van gegevens van representatieve groepen Nederlandse praktijkbedrijven. Deze zijn echter beperkt voorhanden. Daarom wordt veel gebruik gemaakt van rapportages van experimentele systemen of van 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.

Er is informatie over de volgende parameters verzameld:

Bestrijdingsmiddelen en antibiotica

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

Mineralen en mest

- Stikstofconcentratie in oppervlakte- drain- of grondwater (*emissie*)
- N-mineraal concentratie in de bodem in het najaar (*emissie risico*)
- Pw bodemvoorraad (*emissie risico*)
- Ammoniak (NH₃) emissies (*emissie*)
- Werkelijke mineralenoverschotten (N en P₂O₅) (*emissie risico*)
- Aanvoer hoeveelheid stikstof en fosfaat (*input*)
- Eutrofiering en verzuring

Zware metalen

- Aanvoer hoeveelheden zware metalen naar de bodem

Afval

- Hoeveelheid geproduceerd afval
- Hoeveelheid verwerkt afval

Gebruik eindige/schaarse productiemiddelen

- Aanvoerhoeveelheid fosfaat onderscheiden in hergebruik en kunstmest
- Duurzaam bodembeheer (zie ook rapportage energie en klimaat, Sukkel, 2010)
- Watergebruik

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 'robuustheid' van de uitspraak weergegeven in de vorm van 1 tot 5 sterren. De beoordeling van de robuustheid van de uitspraak is gebaseerd op een beoordeling van de omvang en kwaliteit van de bewijslast.

- ***** Uitspraak robuust: bronnen representatief, grote bewijslast, direct bewijs, grote eenduidigheid in bronnen, etc.
- * Uitspraak weinig robuust: bronnen weinig representatief, anekdotisch, indirect bewijs, bronnen in tegenspraak, weinig betrouwbare verschillen, etc.
- 0 Er is geen of niet aantoonbaar verschil of er is door te weinig informatie geen uitspraak te doen.

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 (betrouwbaarheid verschil).

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

In de hoofdstukken 3 t/m 7 worden de onderbouwingen van de milieucclaims beschreven voor de thema's: bestrijdingsmiddelen en antibiotica (3), mineralen en mest (4), zware metalen (5), afval (6) en eindige/schaarse productiemiddelen (7).

Elk (sub)hoofdstuk begint met een samenvatting van de eventuele milieucclaims die de biologische landbouw kan leggen en een algemene introductie op het thema. Vervolgens wordt per thema en per sector de informatie besproken die leidt tot de diverse milieucclaims.

3 Bestrijdingsmiddelen en antibiotica

3.1 Bestrijdingsmiddelen

3.1.1 Conclusies bestrijdingsmiddelen

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

******** Synthetische bestrijdingsmiddelen zijn voor biologische gecertificeerde productie niet toegestaan. De inzet van bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong is beperkt en de milieubelasting van de toegelaten en toegepaste bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong is minimaal.***

Alle sectoren

- In de biologische landbouw mag geen gebruik gemaakt worden van chemische bestrijdingsmiddelen. Het aantal toegestane bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong in de biologische landbouw is zeer gering.
- Overschrijdingen van streefwaarden voor concentraties van bestrijdingsmiddelen in drinkwater, bodem of oppervlaktewater worden uitsluitend veroorzaakt door middelen die niet in de biologische landbouw worden toegepast.
- Het gebruik van in de biologische landbouw toegelaten bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong in hoeveelheid actieve stof is voor de meeste sectoren (uitgezonderd de fruitteelt) zeer klein ten opzichte van het totale gebruik van bestrijdingsmiddelen.
- De milieubelasting die ontstaat door het gebruik van in de biologische landbouw toegelaten bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong op biologische praktijkbedrijven is veel lager dan op geïntegreerde praktijkbedrijven.

3.1.2 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 extreem 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. Na 2005 is de afzet gestegen tot boven de 10 miljoen kg actieve stof.

Tabel 3.1: Afzet van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw, 1985-2008 (bron: Nefyto, www.mnp.nl)

	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
2006	9.409
2007	10.739
2008	10.251

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 zuiveringstechnieken worden toegepast. Het betreft hierbij in de jaren 1995-2008 de middelen Bromacil, Bentazon, 1,2 Dichloorpropan, DNOC, Dinoterb, Fosfamidon, Azinfos-metyl, Diuron, Simazin en MCPP.

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

Geen van deze aangetoonde bestrijdingsmiddelen worden toegepast in de biologische landbouw.

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.

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

Geen van de gevonden bestrijdingsmiddelen wordt toegepast in de biologische landbouw.

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>

Geen van de genoemde bestrijdingsmiddelen wordt toegepast in de biologische landbouw.

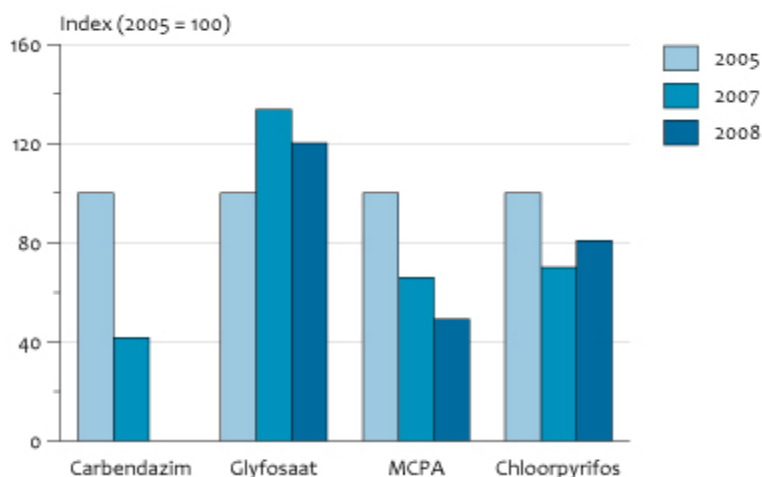
Belasting van het oppervlaktewater door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw, 2005-2008

De belasting van het oppervlaktewater door landbouwkundig gebruik van de gewasbeschermingsmiddelen carbendazim, glyfosaat, MCPA en chloorpyrifos schommelt van jaar tot jaar. Deze schommeling kan

veroorzaakt worden door weersomstandigheden, verschuiving naar andere, minder milieuschadelijke, stoffen of verschuivingen in het areaal van de gewassen.

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

Geen van de in oppervlaktewater gevonden bestrijdingsmiddelen wordt toegepast in de biologische landbouw.



Bron: Emissieregistratie.

CBS/sep10/0518
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Grafiek 3.1. Belasting oppervlaktewater door gebruik gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw

3.1.3 Gebruik van bestrijdingsmiddelen door de biologische landbouw en milieueffecten

In de biologische landbouw mag geen gebruik gemaakt worden van synthetische middelen. Er waren tot 2006 in Nederland voor de biologische open teelten slechts enkele niet synthetische bestrijdingsmiddelen toegestaan. Deze stoffen zijn: *Bacillus thuringiensis* (o.a. Bactospeine), pyrethrine, zwavel, ijzerfosfaat en *Nemaslug* als biologische slakkenbestrijder, *Neem-Azal* (*Azadirachtin*) tegen coloradokever, *Constans WG* tegen *sclerotinia*-soorten, *Bio 1020* tegen lapsnuitkever of taxuskever, *Mycostop* tegen bodemschimmels en *Cydia pomonella granulose*. Daarnaast zijn diverse feromonen als lokstof toegestaan in signaleringsvallen voor plaaginsecten, diverse plantaardige oliën (als fungicide, acaricide en insecticide) en *Karvon* als kiemremmer bij aardappel. Enkele kopermiddelen als bestrijdingsmiddel tegen schimmelziekten zijn binnen de EU toegestaan, maar in Nederland zijn deze stoffen niet toegelaten.

Bron: Buizer, B, 2006. *Handleiding beheersing schade door schimmels. Insecten en slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt DLV en PPO-AGV*, 157 p.

In 2008 zijn vier nieuwe middelen toegelaten in de biologische teelt in Nederland:

- Spinosad (*Tracer*) een insecticide dat gebruikt kan worden in de teelt van sluitkool en bloemkool ter beheersing van rupsen en in de teelt van zaauien 1^e en 2^e jaars plantuien, bosuien, zilveruien, sjalotten en prei ter bestrijding van trips.
- Kaliumbicarbonaat is tijdelijk als fungicide toegelaten in de biologische perenteelt tegen schurft tot 1 oktober 2008.
- *Pseudomonas chlororaphis*, (*Cerall*) een fungicide ter behandeling van zaaizaad van wintertarwe,

zomertarwe, winterrogge en zomerrogge tegen sneeuwschimmel (*Fusarium nivale*). In zomer- en wintertarwe is het middel ook werkzaam tegen Steenbrand (*Tilletia caries*) en kafjesbruin (*Septoria nodorum*).

- *Pseudomonas* sp. stam Proradix, (Proradix Agro) een fungicide, toegelaten ter bestrijding van *Rhizoctonia solani* van pootgoed voor de teelt van poot-, consumptie- en zetmeelaardappelen.

Bron; Broek, R. vd 2008, *Nieuwe middelen voor de biologische landbouw, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bioconnect verslag 3250122808*

Vaststelling: De beschikbaarheid van bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong neemt vanaf 2006 voor zowel de biologische als gangbare sector toe. De milieukundige consequenties voor toepassing in de gangbare sector zijn vaak positief, omdat ze vaak in de plaats komen van oude, meer milieubelastende synthetische middelen, die verboden worden. De forse daling in de totale afzet van bestrijdingsmiddelen tot 2004 zet de laatste jaren niet meer door. Er is zelf sprake van een lichte toename. (zie tabel 1)

Naar verwachting van insiders (onderzoekers biologische landbouw en DLV) blijft de *zeer lage milieubelasting* door bestrijdingsmiddelen van de biologische sector onveranderd overeind ondanks de ruimere beschikbaarheid van bio-middelen. Dit omdat door de biologische sector vaak uit principe niet gespoten wordt en er vooral preventieve maatregelen worden toegepast. Dit kan helaas niet onderbouwd worden, omdat de laatste jaren geen monitoring daarvan heeft plaatsgevonden en de Nefyto-afzet cijfers van biologische middelen geen uitsplitsing geven naar gangbare en biologisch gebruik.

Het LEI heeft tot 2008 (www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/) gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen door een steekproef vanuit gangbare en biologische bedrijven verzamelt binnen het Bedrijven Informatienet.

Tabel 1.2: Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op biologische en gangbare akkerbouw, fruit- en melkveebedrijven van 2005-2008 (bron: Bedrijven Informatienet LEI)

		Hoeveelheid werkzame stof (kg per ha)			
		2005	2006	2007	2008 (v)
Akkerbouwbedrijven	bio	*	*	*	*
	gangbaar	3,10	2,39	2,79	3,10
melkveebedrijven	bio	0,0	0,0	0,0	0,0
	gangbaar	0,6	0,9		0,7
	w.v. gras	0,35	0,34	0,24	0,30
	snijmaïs	1,13	1,12	1,07	1,08

* Niet bekend

Uit de LEI cijfers blijkt dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in hoeveelheid actieve stof op biologische melkveebedrijven veel lager is dan op gangbare bedrijven. Voor akkerbouw bedrijven zijn geen recente gegevens over bestrijdingsmiddelengebruik beschikbaar. In de jaren 1996-2000 was het door LEI-BIN geregistreerde verbruik van bestrijdingsmiddelen van natuurlijke oorsprong op biologische akkerbouwbedrijven ca. 0,4 kg per ha.

Op biologische melkveebedrijven worden volgens de LEI-BIN cijfers zelfs helemaal geen bestrijdingsmiddelen gebruikt. Er zijn geen gegevens over gebruik van hoeveelheid werkzame stof bekend van biologische fruitbedrijven.

De mate van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is echter geen erg goede indicator voor de milieubelasting. Bij pesticiden bestaat er namelijk geen goede relatie tussen de totale gebruikte hoeveelheid actieve stof, de omvang van de emissie en de schadelijkheid voor levende organismen. De milieueffecten van actieve stoffen zijn per stof totaal verschillend. 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.

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. Overschrijdingen vinden dus uitsluitend plaats door het gebruik van bestrijdingsmiddelen door de gangbare landbouw. Een kanttekening hierbij is dat door middel van het toelatingsbeleid bepaalde middelen verboden worden en het bestrijdingsmiddelengebruik verder teruggebracht wordt, waardoor de overschrijdingen van concentraties bestrijdingsmiddelen in het milieu door de gangbare landbouw naar verwachting steeds meer zullen afnemen.

Net als synthetische gewasbeschermingsmiddelen kunnen ook de gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong 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 leveren over het algemeen weinig milieuschade op. Vrijwel alle gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong worden snel afgebroken en de acute toxiciteit voor niet doelorganismen is over het algemeen laag (van de Broek 2009 en Sukkel en Garcia Diaz 2002). Voor de middelen spinosad en piperonylbutoxide/pyrethrine is er kans op schade bij niet doel organismen. Het middel piperonylbutoxide/pyrethrine is schadelijk voor het waterleven. Inmiddels is de combinatie met piperonylbutoxide niet meer toegelaten en is hiermee de milieubelasting naar verwachting verlaagd. Het nieuw toegelaten middel Spinosad is wel zeer toxisch voor bijen, hommels, sluipwespen, mieren en oorwormen wanneer zij direct in contact komen met het middel. Het is dus niet te gebruiken wanneer bijen en hommels actief zijn of op het moment waarop gewassen in bloei staan. Deze schadelijkheid geldt vooral bij de directe contactwerking, kort na spuiten. Gebruik van de middelen spinosad en pyrethrine door de biologische landbouw is echter marginaal in vergelijking met het gebruik van middelen in de gangbare landbouw die het milieu kunnen belasten. Daarnaast is ook het milieuprofiel van deze middelen relatief gunstig t.o.v. de meeste toegepaste synthetische bestrijdingsmiddelen.

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.

Tabel 3.3: Beoordeling van projectgemiddelden van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven volgens milieuparameters voor gewasbeschermingsmiddelen. BRI = Blootstellingsrisicoindex; MBP = Milieubelastingspunten (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
<i>streefwaarde</i>	<i>ALARA</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	<i>200</i>	<i>0 %</i>	<i>0 %</i>
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 %
geïntegreerd¹:						
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; ALARA= As Low As Reasonably Acceptable (zo laag mogelijk); akk= akkerbouw; vgg= vollegrondsgroenten

BIOM: registraties van 24 bedrijven (200-2001) en 39 bedrijven (2003-2005); TMT: registraties van 23 (2001-2003) en 17 (2004 en 2005) bedrijven.

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 (deze combinatie is momenteel niet meer toegelaten in de biologische akkerbouw en groenteteelt). Biologische akkerbouw- en groenteteeltbedrijven voeren echter maar enkele bespuitingen uit, terwijl geïntegreerde of gangbare bedrijven tientallen keren spuiten. Het aandeel van de toepassingen bij biologische bedrijven dat de score 10 overschrijdt is dus weliswaar relatief hoog 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.

Na 2005 zijn geen TmT en BIOM registratiegegevens meer vastgelegd.

Voor de sector fruitteelt is gebruik gemaakt van gegevens van de rapportage van Sukkel et al (2007). Er zijn geen nieuwe literatuurgegevens gevonden over de vergelijking van de milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen tussen biologische en gangbare fruitteeltbedrijven.

Sukkel et al (2007) geven de volgende resultaten voor de milieubelasting punten in de biologische en geïntegreerde fruitteelt (tabel 3.4. en tabel 3.5)

Tabel 3.4: Inschatting van een beoordeling van projectgemiddelden van geïntegreerde en biologische

¹ Geïntegreerde bedrijven kunnen gezien worden als voorlopers van gangbare bedrijven

fruitbedrijven volgens milieuparameters voor gewasbeschermingsmiddelen. BRI = Blootstellingsrisicoindex; MBP = Milieubelastingspunten

		kg actieve stof per ha	BRI-lucht kg a.s. per ha	MBP- grondwater ppb	BRI-bodem kg dagen per ha
biologisch:					
2005	Standaard rassen	82	15	61	2
2005	Schurftresistent ras zoals Santana	49	8	19	2
geïntegreerd²³					
:					
TmT fruit 2005	Standaard rassen	65	7	1.031	798
2005	Schurftresistent ras zoals Santana	13	1	339	293

ppb= parts per billion

Voor nadere uitsplitsing van deze uitkomsten wordt verwezen naar Tabel 3.

Tabel 3.5. Inschatting van een vergelijking tussen geïntegreerde en biologische appelteelt in 2002 en 2005 naar Milieu Belastings 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

De belangrijkste verandering in de toepassingen van bestrijdingsmiddelen in de biologische fruitteelt sinds 2006 is de toelating en toepassing van Kaliumbicarbonaat. Dit middel vervangt de toepassing van koperoxychloride (toegediend als bladbemesting). Kaliumbicarbonaat heeft een beduidend lagere milieubelasting dan koperoxychloride.

Ook de gangbare fruitteelt heeft sinds 2006 haar milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen mogelijk verlaagd. Veranderingen in milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen zijn echter niet beschikbaar.

In zowel de gangbare als de biologische fruitteelt is er een tendens naar de teelt van meer schurftresistente rassen. Dit levert voor beide sectoren een lagere milieubelasting op.

Naar verwachting zal de biologische fruitteelt ook anno 2010 een lagere milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen hebben dan de gangbare fruitteelt op basis van de volgende overwegingen:

- Er ware grote verschillen in milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen in 2005 tussen biologische en geïntegreerde fruitteelt.
- Geïntegreerde fruitteelt mag als voorloper mag beschouwd worden van de gangbare fruitteelt, de cijfers van 2005 (tabel 3.4 en 3.5) geven daardoor een gunstiger beeld dan de gemiddelde gangbare praktijk
- De veranderingen in het middelenpakket in de biologische fruitteelt geven naar verwachting een lager milieubelasting
- De huidige toegepaste middelen in de biologische fruitteelt geven een relatief lage milieubelasting

³ Geïntegreerde bedrijven uit de onderzoeksprojecten kunnen gezien worden als voorlopers van de gemiddelde Nederlandse fruitteelt.

3.2 Gebruik van antibiotica in de veehouderij

3.2.1 Conclusies antibiotica

Antibioticagebruik is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij.

****** Bij melkveehouderij is de claim goed onderbouwd, mede a.d.h.v. registratiecijfers uit de praktijk van steekproefbedrijven LEI-informatienet**
**** Voor de overige dierlijke sectoren is vanwege de toepassing van strikte regelgeving een lager antibioticagebruik te verwachten. Verschillen in gebruik zijn echter niet onderbouwd in de literatuur**

Melkvee

Het antibioticagebruik is in de biologische melkveehouderij beduidend lager dan in de gangbare rundveehouderij. Het niveau is circa een derde van het gebruik in de gangbare melkveehouderij. De claim is goed onderbouwd door beschikbare registratiegegevens. Voor de overige veehouderij sectoren is geen (formeel) informatie beschikbaar

Pluimveehouderij en varkenshouderij

Door de toepassing van strikte regelgeving is in de biologische veehouderij een lager antibioticagebruik te verwachten dan in de gangbare veehouderij. In de biologische varkens en pluimveehouderij worden verder minder antibioticaresistente bacteriën aangetroffen dan in de gangbare houderij en werden bij steekproeven in de nieren van varkens en runderen geen antibiotica aangetroffen.

Er zijn echter geen onderzoek of registratiegegevens beschikbaar die verschillen in de aanwending van antibiotica tussen gangbare en biologische houderij onderbouwen. Uit de beschikbare literatuur blijkt dat ook op biologische bedrijven regelmatig gebruik gemaakt wordt van antibiotica.

3.2.2 Antibioticagebruik in de veehouderij algemeen

Uit: Kimman et al 2010. White Paper on research enabling an 'antibiotic-free' animal husbandry.

"Ziektes vormen een constant risico voor de intensieve veehouderij. Antibiotica vormden een effectieve, betrouwbare en goedkope manier om ziekte te bestrijden of te voorkomen. Dit heeft tegelijkertijd geleid tot een overmatig gebruik van antibiotica en het heeft de ontwikkeling van preventieve bestrijdingsstrategieën en van alternatieven geremd. Tot voor kort waren er weinig redenen voor veehouders om het antibioticagebruik aan banden te leggen. Nu antibioticaresistentie als onvoorzien neveneffect zich steeds verder verspreidt, zoekt de sector naar alternatieven.

Tussen 1999 en 2007 is het gebruik van antibiotica in de veehouderij toegenomen met 83%, tot 590.000 kg. Inhoudelijk: op pagina 20 staat dat het gebruik van antibiotica is toegenomen met 83%. Dit komt grotendeels doordat het gebruik van AMGB's (antimicrobiële groeibevorderaars) met 200.000 kg is afgenomen in die periode en de zijn daar de vervanging van. In 2008 is er een daling opgetreden naar 520.000 kg. Het merendeel van de antibiotica komt terecht bij varkens, kalveren en vleeskuikens. Varkens krijgen de meeste antibiotica via het voer en drinkwater toegediend, kalveren via de melk, kippen via het drinkwater. Het gebruik per veehouder loopt sterk uiteen. Een deel van de veehouders geeft zijn vee op regelmatige basis antibiotica als ziektepreventie. Anderen passen antibiotica alleen toe als ziekte of infectie is vastgesteld.

Nederland gebruikt relatief weinig antibiotica in de humane medische zorg om resistentie zoveel mogelijk te beheersen. Het therapeutisch veterinair antibioticagebruik is in Nederland echter veel hoger en ook hoger dan in andere landen. Resistente bacteriën ontstaan en verspreiden zich vooral op plaatsen waar veel antibiotica worden gebruikt, waar veel dieren dicht bij elkaar zitten en waar dieren veel worden verplaatst. Deze drie kenmerken tekenen de intensieve veehouderij.

In 2006 was dertig procent van de resistente bacteriën in pluimvee resistent tegen minimaal zes soorten antibiotica. Op 68% van de varkens- en 88% van de kalverhouderijen is de vee-gerelateerde MRSA-bacterie gevonden.

Er komen steeds meer aanwijzingen dat er overdracht van resistente bacteriën plaatsvindt van dieren naar de mens. Omdat in de veehouderij en de humane gezondheidszorg grotendeels dezelfde antibiotica worden gebruikt, betekent dit dat resistentie die in de veehouderij ontstaat ook de humane gezondheid kan bedreigen. De antibioticaresistentie in de humane medische zorg in Nederland is laag. Hierdoor heeft resistentie in de veehouderij een relatief grote impact.

De kans is groot dat resistente bacteriën zich verder zullen verspreiden tussen dieren en naar mensen. Dit zal ernstige gevolgen hebben bij de behandeling van infecties bij zowel mensen als dieren. Het in toom houden van resistente infecties in de publieke gezondheidszorg zal bovendien hoge kosten met zich meebrengen.

3.2.3 Antibioticagebruik in de biologische en gangbare veehouderij

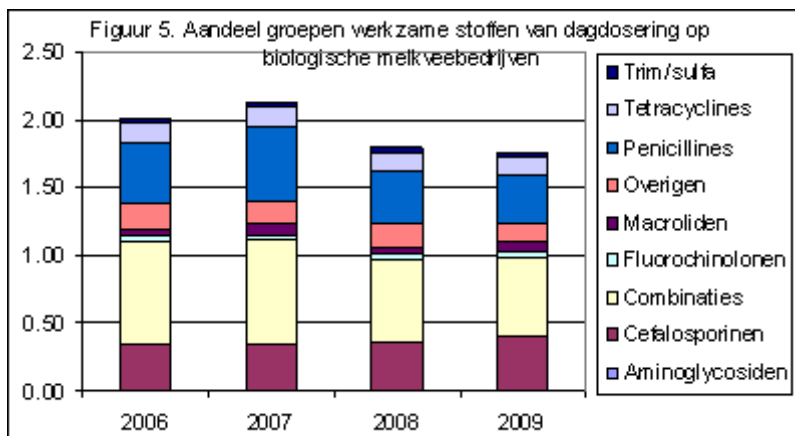
Er zijn weinig formele gegevens over het antibioticagebruik in de biologische veehouderij beschikbaar. Voor de biologische melkveehouderij werd het gebruik van antibiotica wel geregistreerd (Smolders, 2010)

Smolders, G. (2010): Dagdoseringen biomelkvee gescreend. Antibioticagebruik: meer of minder. Ecoland 11, 8-11

Maran www.maran2008.wur.nl

Methode: registratiegegevens van biologische melkveebedrijven. De indeling in de groepen is gedaan naar analogie van de in de LEI-rapportage (2009) vermelde indeling.

Resultaat: Het aandeel antibiotica in de diverse groepen van werkzame stoffen op biologische melkveebedrijven is weergegeven in figuur 5. Op gangbare melkveebedrijven lag het antibioticagebruik in de periode 2006-2009 op een dagdosering van gemiddeld 6,1 (respectievelijk 6,0, 6,27, 6, 49 en 5,82 van 2006-2009). Op de biologische melkveebedrijven lag de dagdosering in dezelfde periode gemiddeld op 1,9. De groep combinatiemiddelen blijkt op biologische bedrijven de grootste groep te zijn, gevolgd door penicillines en cefalosporiden. Het aandeel van de diverse groepen antibiotica in de opvolgende jaren is nagenoeg gelijk. Alleen het aandeel van de combinatiemiddelen is in 2009 lager dan in andere jaren. Voor de overige biologische veehouderij sectoren is geen (formele) informatie beschikbaar. Voor de gangbare veehouderij lagen de dagdoseringen in 2008 voor mestvarkens, vleeskuikens en mestkalveren op respectievelijk 17, 37 en 34 dagdoseringen



Figuur 3.2. Aandeel groepen werkzame stoffen van dagdosering antibiotica op biologische melkveebedrijven

Validiteit: betrouwbare meetmethode op basis van steekproefbedrijven LEI.

Uit de registratiecijfers blijkt het gebruik van antibiotica op biologische melkveehouderijbedrijven ongeveer een derde is van die op gangbare melkveehouderijbedrijven.

Het is dus niet zo dat biologische dieren helemaal geen antibiotica mogen hebben. Als dieren - volgens de dierenarts - antibiotica nodig hebben omdat ze anders niet herstellen of pijn leiden, mogen ze antibiotica krijgen. Het gebruik van antibiotica is wel aan strenge regels gebonden. Deze naleving van deze regels wordt door de controleorganisatie SKAL gecontroleerd.

De regels voor antibioticagebruik in de biologische veehouderij zijn als volgt:

- Preventief gebruik van antibiotica en synthetische geneesmiddelen is verboden.
- Per jaar zijn maximaal twee behandelingen met antibiotica en synthetische geneesmiddelen toegestaan. Voor dieren met een levensduur korter dan één jaar is één behandeling het maximum.
- Bij het gebruik van diergeneesmiddelen geldt twee keer de wettelijke wachttijd. Als geen wettelijke wachttijd is bepaald, geldt een wachttijd van 48 uur.
- Bij de behandeling van ziekten hebben natuurlijke (fytotherapeutische) en homeopathische middelen de voorkeur. Als deze middelen niet doeltreffend zijn en toch behandeling nodig is om pijn of lijden van een dier te voorkomen, mag onder verantwoordelijkheid van een dierenarts een gangbaar geneesmiddel gebruikt worden.

Op basis van de regelgeving in de biologische landbouw is te verwachten dat het antibioticagebruik bij de biologische veehouderij lager is dan de gangbare veehouderij. Met een maximum van twee behandelingen zoals in de biologische veehouderij toegestaan, zal het aantal dagdoseringen vrijwel nooit boven het aantal komen dat in de gangbare veehouderij (17 dd voor mestvarkens, 37 dd voor vleeskuikens) wordt behaald.

In het rapport "Voedselkwaliteit, veiligheid en gezondheid van biologische producten" (v.d. Vijver et al, 2009) wordt geconcludeerd dat het niveau van antibiotica-resistente bacteriën bij biologisch gehouden pluimvee en varkens lager ligt dan in de gangbare veehouderij.

In onderzoek van Hoogenboom et al 2008 'Contaminanten en micro-organismen in biologische producten, Vergelijking met gangbare producten' werden in de nieren en het vlees van biologische varkens geen antibiotica aangetroffen. Ook in nieren van biologisch gehouden melkkoeien konden geen antibiotica worden aangetoond.

De volgende publicaties geven verdere informatie over het gebruik van synthetische medicijnen in de biologische varkenshouderij. Op basis van onderstaande publicaties zijn geen conclusies te trekken over verschillen in antibiotica gebruik tussen de gangbare en biologische varkenshouderij.

Ruis, M. et al. (2010). Update welzijnsprestaties biologische veehouderij

Methode: algemeen beeld van de biologische varkenshouderij

Resultaat: Biologische varkens hebben een verhoogd risico op leverschade, veroorzaakt door spoelwormen. Omdat alternatieve middelen (o.a. homeopathische) nog niet goed genoeg werken, ontwormen biologische varkenshouders hun varkens steeds vaker met chemische middelen (met toestemming van Skal).

Meulen, J. van der. et al. (2003). Inventarisatie diergeneesmiddelen gebruik in de biologische varkenshouderij.

Methode: Enquête (middels bedrijfsbezoek) onder 37 biologische varkenshouders om het gebruik van reguliere diergeneesmiddelen en alternatieve middelen in Nederland te inventariseren.

Resultaat: Op bijna alle 37 biologische varkensbedrijven worden reguliere diergeneesmiddelen en vooral antibiotica en antiparasitaire middelen gebruikt. Er werden op drie bedrijven in totaal 11 homeopathische middelen gebruikt en op 15 bedrijven 25 andere alternatieve middelen. Er is dus geen sprake van een wijdverspreid gebruik van alternatieve middelen.

4 Mest en mineralen

4.1 Mest en Mineralen 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, ammoniak emissie, fosfaatuitspoeling verzuring en eutrofiëring 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 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.

4.2 Stikstofuitspoeling

4.2.1 Conclusies Stikstofuitspoeling

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

Bij rundveehouderij is deze claim goed onderbouwd

Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten zijn de resultaten variabel

0

Bij pluimvee en varkens treden bij biologische bedrijven door de vrije uitloop juist meer puntbelastingen dan in de gangbare houderij

0

Bij fruitteeltbedrijven zijn geen aanwijzingen voor verschillen tussen de gangbare en biologische bedrijfsvoering

Akkerbouw en vollegrondsgroenten

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

Voor de fruitteelt zijn geen verschillen in N uitspoeling tussen biologische en gangbare bedrijven te verwachten. De stikstofaanvoer en het stikstof overschot is op beide bedrijfstypen laag en van vergelijkbare orde van grootte. Er zijn zowel op gangbare als biologische bedrijven geen aanwijzingen voor overschrijdingen van de nitraatnormen.

Rundvee

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 ammoniakemissie bij mestaanwending is op biologische bedrijven beduidend lager
- 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 en er een onderzoek is waarbij metingen op een omschakelend bedrijf is gedaan.

Varkens

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

De metingen beperkt van omvang, maar het is wel heel aannemelijk dat via piekbelasting in de uitloop verliezen optreden. De potentiële uitspoeling betreft echter het relatief zeer klein oppervlak bestemd voor de uitloop.

Pluimvee

Mineralenbelasting is erg hoog in uitloop van leghennen.

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

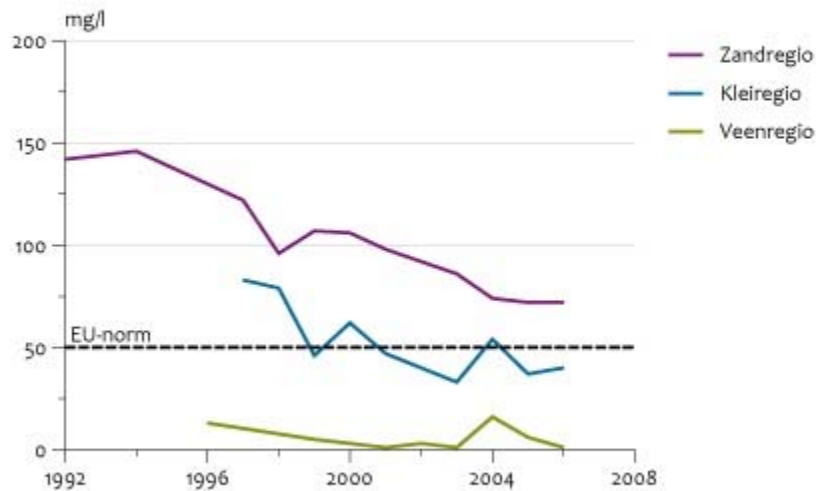
4.2.2 Stikstofuitspoeling algemeen

De afgelopen decennia zijn door het gebruik van niraatrijke mest in de landbouw grote hoeveelheden nitraat door de bodem naar het grondwater 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. 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.

Nitraat in bovenste grondwater



Bron: Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, LMM.

PBL/sep08/0271
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 4.1. Nitraatconcentratie in bovenste grondwater onder landbouwgrond

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

Conclusie akkerbouw vollegrondsgroenten: Bij akkerbouw en vollegrondsgroenten is de stikstofuitspoeling voor de Nederlandse situatie variabel en afhankelijk van omstandigheden. De tendens bij zowel de directe metingen als indirecte indicatoren is een lagere N-uitspoeling of een lager N-uitspoelingsrisico bij biologische bedrijven in vergelijking met gangbare bedrijven.

PPO heeft uitgebreide bedrijfsregistraties van biologische (BIOM) en geïntegreerde (TmT) praktijknetwerken voor de sector akkerbouw en vollegrondsgroenten. In bijlage 1 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 4.1: Stikstofconcentraties in drainwater (mg/l NO₃) op bedrijfsniveau van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven (bron: PPO bedrijfsregistraties)

Project	jaar	grondsoort	N in drain (mg/l NO ₃)	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	....	....	....	....
	2005	klei	33	10 - 68		n = 7
	2003	zand	183	181 - 185		n = 2
2004	zand	....	....	....	n = 2	
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 Toekomst	2002	klei	35	28 - 43		n = 5
	2003	klei	34	21 - 54		n = 5
	2004	klei	63	43 - 89		n = 5
	2003	zand	72	72 - 72		n = 1
	2004	zand	75	75 - 75		n = 1

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

Uit 4.1 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. Bij de enkele metingen bij bedrijven op zand werd zowel bij de biologische bedrijven als bij het geïntegreerde bedrijf de EU norm voor drinkwater overschreden.

Op basis van deze metingen 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 veelal gangbare bedrijven zijn is het goed om de BIOM bedrijven met deze bedrijven te vergelijken.

Tabel 4.2: 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 (gecorr.)	BIOM
1999	46	27
2000	62	22
2001	47	25
2002	40	-
2003	33	53
2004	54	-
2005	37	33

(Bron: Landelijk meetnet effecten mestbeleid 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 2005 lager dan de landelijke metingen op kleigrond, zo blijkt uit 4.2. Op biologische bedrijven werd de EU-norm in de jaren 1999-2001 niet overschreden, bij de landelijke metingen werd de norm in

2000 en 2004 overschreden. In 2003 werd bij BIOM bedrijven de norm overschreden. Het aantal biologische bedrijven waar gemeten is, is echter beperkt.

Bovengenoemde resultaten betreffen allemaal praktijkbedrijven. Er zijn ook gegevens beschikbaar van proefbedrijven. Onder anderen uit het bedrijfssystemen onderzoek van PPO, zie tabel 4.3. 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. En de vergelijkingen worden gedaan met een geïntegreerd systeem i.p.v. met een gangbaar systeem, waardoor de potentiële verschillen groter zullen zijn.

Tabel 4.3: Stikstofconcentraties in drainwater (mg/l NO₃) op bedrijfsniveau van geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven (Bron: PPO Bedrijfssystemen onderzoek)

Proefbedrijf	jaar	sector	grondsoort	N in drain (mg/l NO ₃)	
				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. (Ten Berge en Hack-ten Broeke, 2004)

In het bedrijfssysteem onderzoek van het project Nutriënten Waterproof (NWP) zandgrond (Haan, de, J. e.a., 2010), Blijkt uit het onderzoek op de zandgrond te Vredepeel dat de stikstofuitspoeling per hectare gemiddeld over vijf proefjaren bij biologische akkerbouw/ vollegrondsgroententeelt veel lager is dan bij gangbare bedrijven. In dit onderzoek is een gangbaar bedrijfssysteem met handhaving van de bodemmineralisatie vergeleken met een gangbaar bedrijfssysteem met verlaagde bodem mineralisatie en met een Biologisch Bedrijfssysteem. Het Biologisch Bedrijfssysteem scoorde de laagste gemiddelde nitraatgehalte, 2 tot 3 keer lager dan de andere systemen. Een lagere uitspoeling is het gevolg van een combinatie van factoren: naast de hoeveelheid meststof was het geteelde gewas en al dan niet toepassen van groenbemesters mede bepalend voor de mate van uitspoeling op deze zandlocatie.

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 uitspoeling seizoen 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 4.4 worden N-mineraalbepalingen bij biologische en geïntegreerde praktijkbedrijven weergegeven.

Tabel 4.4: 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	
Biologisch					
BIOM	2000-2001	Klei	36	n = 14	
	2003	klei	79	n = 24	
	2004	klei	70	n = 16	
	2005	klei	84	n = 14	
	2000-2001	zand	59	n = 10	
	2003	zand	104	n = 14	
	2004	zand	75	n = 8	
	2005	zand	113	n = 8	
	geïntegreerd				
	Telen met Toekomst	2000-2001	klei	105	n = 5
2002		klei	101	n = 5	
2003		klei	143	n = 5	
2004		klei	162	n = 5	
2000-2001		zand	104	n = 18	
2002		zand	121	n = 18	
2003		zand	140	n = 18	

Vetgedrukte waarden komen boven de streefwaarden

Uit tabel 4.4 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.

Op kleigronden 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 stikstofconcentraties aan het drainwater in tabel 4.3, gaat het om resultaten van bedrijfssystemen onderzoek.

Tabel 4.5: Hoeveelheid minerale stikstof in de laag 0-90 cm in het najaar bij geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven (Bron: PPO Bedrijfssystemen onderzoek)

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	-	58
	2002	Vgg	zand	-	89
	2003	Vgg	zand	-	61

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 4.6. (In bijlage 1 en 2 staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 4.6: 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

Uit Tabel 4.6 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 4.7.

Tabel 4.7: 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
 BIOM: registraties van 39 bedrijven; TMT: registraties van 23 (2003) en 17 (2004 en 2005) bedrijven.

Ook uit deze tabel blijkt dat het stikstofoverschot bij geïntegreerde bedrijven groter 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

Conclusie fruitteelt: Op basis van de gegevens in deze paragraaf zijn er voor de fruitteelt geen verschillen in N uitspoeling tussen biologische en gangbare bedrijven te verwachten. De stikstofaanvoer en het stikstof overschot is op beide bedrijfstypen laag en van vergelijkbare orde van grootte. Er zijn zowel op gangbare als biologische bedrijven geen aanwijzingen voor overschrijdingen van de nitraatnormen .

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

Tabel 4.8.: 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 4.9 geeft een schatting van de meststoffenaanvoer bij de biologische appelteelt en de gangbaar/Milieukeurteelt.

Tabel 4.9: 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 et al, 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 et al, 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 et al, 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 4.10 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 4.10: 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 dat over blijft
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.

Conclusies

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 duidelijk onder de toegestane norm, waardoor de milieubelasting beperkt is.

4.2.5 Stikstofuitspoeling in de melkveehouderij

Conclusies melkveehouderij: 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 ammoniakemissie bij mestaanwending is op biologische bedrijven beduidend lager
- 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 en er een onderzoek is waarbij metingen op een omschakelend bedrijf is gedaan.

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

Binternet

Het LEI heeft tot 2008 gegevens over de aanvoer en het gebruik per mestsoort door gangbare en biologische melkveebedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet. (In bijlage 2 staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 4.11: Stikstofaanvoer via diverse mestvormen van biologische en gangbare melkveebedrijven van 2005-2008 uit het Bedrijven Informatienet LEI

		2005	2006	2007	2008 (v)
Totale N – Aanvoer (kg/ha)	bio	70	72	71	86
	gangbaar	298	285	294	297
w.v. organische mest (in kg N/ha)	bio	18	6	14	23
	gangbaar	27	13	14	16
w.v. kunstmest (in kg N/ha)	bio	1	0	2	1
	gangbaar	146	127	126	124

De aanvoer van stikstof ligt op gangbare bedrijven beduidend hoger dan op biologische bedrijven. Dit zit vooral in de aanvoer van stikstof middels voer en kunstmest. De aanvoer met kunstmest is op gangbare bedrijven in tien jaar tijd wel gehalveerd. In 1997/98 was dit nog circa 250 kg per ha, terwijl dit in 2006-2008 rond de 125 kg per ha lag.

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 4.12: Stikstofbalans van biologische en gangbare melkveebedrijven van 2005-2008- uit het Bedrijven Informatienet LEI

		2005	2006	2007	2008 (v)
N – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	70	72	71	86
	gangbaar	298	285	294	297
N - Afvoer (kg/ha)	bio	62	68	75	87
	gangbaar	115	120	134	139
N – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	8	4	-4	-1
	gangbaar	183	165	160	158

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

Het stikstofoverschot van zowel biologische als gangbare bedrijven neemt jaarlijks licht af. Op gangbare bedrijven gaat dit harder dan op biologische bedrijven. Was het verschil in 2004 en 2005 nog zo'n 175 kg, daarna is het afgenomen tot circa 160 kg verschil.

Thomassen, M.A. et al (2008); Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands.

Methode: Toepassing van LCA om gangbare en biologische melkveebedrijven met elkaar te vergelijken op milieuaspecten. Het onderzoek is gebaseerd op twee pilot studies uit 2003 met 10 gangbare en 11 biologische melkveebedrijven.

Resultaat:

Het N-overschot op gangbare bedrijven ligt met 222,9 kg per ha beduidend hoger dan de 103,8 kg per ha op biologische bedrijven. De vervluchtiging van ammoniak uit stal en mestopslag in nagenoeg gelijk, maar de vervluchtiging tijdens het aanwenden van mest is op gangbare bedrijven dubbel zo hoog als op biologische bedrijven, respectievelijk 19,6 en 9,4 kg per ha.

De N-uitspoelingsfactor is op gangbare bedrijven 0,37 en op biologische bedrijven 0,25. Dit komt ook tot uiting in een hogere uitspoeling op gangbare bedrijven: 64,2 kg per ha ten opzichte van 21,1 kg per ha op biologische bedrijven.

Validiteit: goed, betrouwbare meetmethode, redelijk aantal bedrijven.

Tabel 4.13: Gemiddeld (standaard deviatie) stikstofoverschot en nitraatuitspoeling op gangbare en biologische melkveebedrijven

	Gangbaar	Biologisch
N-overschot (kg/ha)	222,9 (38,9)	103,8 (59,6)
NH ₃ -vervluchtiging		
Stal, beweiden, mestopslag	20,1 (4,5)	18,8 (4,3)
Aanwending mest	19,6 (3,8)	9,4 (4,5)
N ₂ O emissie		
Stal, beweiden, mestopslag	1,3 (0,4)	1,9 (1)
Veld direct	3,6 (0,6)	1,8 (0,6)
Indirect	1,9 (0,4)	1,1 (0,9)
N-uitspoelingsfactor	0,37 (0,06)	0,25 (0,2)
Uitspoeling (kg/ha)	64,2 (16,3)	21,1 (29,6)

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

Methode: Metingen in 2002 en 2003 op 8 Bioveem bedrijven 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, wat 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 4.14: 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 voor 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 Lednice.

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 119 en 54 kg, denitrificatie zowel conventioneel als biologisch 26 kg en uitspoeling resp. 36 en 25 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 4.15: 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	16	16
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 in 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, nl. 33%.

Tabel 4.16: 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 ₂ -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 berekent 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 4.17: 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

Conclusies varkenshouderij: N-verliezen zijn bij biologische varkens per dier hoger dan bij conventioneel gehouden varkens.

De metingen zijn beperkt van omvang, maar het is wel heel aannemelijk dat via piekbelasting in de uitloop verliezen optreden. De potentiële uitspoeling betreft echter het relatief zeer klein oppervlak bestemd voor de uitloop.

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).

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

Tabel 4.18: 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 2nd SAFO Workshop, Witzhausen, 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 m² 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 m² per zeug.

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

Wachenfelt en Jeppsson, 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 m². 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 onderbouwt. 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 m² 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

Conclusies pluimveehouderij: De Mineralenbelasting is erg hoog in uitloop van leghennen.

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

Burgt et al., 2009; Mineralenbelasting van de kippenuitloop. Kippenuitloop Gezond en Groen.

Methode: metingen in de bodem op vier leghenbedrijven en opstellen mineralenbalansen op bedrijfsniveau van twee bedrijven. Op één bedrijf zijn 9 nitraatmetingen in de uitloop gedaan op drie verschillende afstanden van de stal.

Resultaat: Bij 7 van de 9 metingen was de hoeveelheid nitraat in de bodem minder dan 40 kg N per ha. Tot 20 m afstand van de stal lagen de waarden tussen de 20 en 40 kg N per ha, verder van de stal werden de waarden lager. De laatste twee metingen gaven echter hogere waarden weer, namelijk 60 en 90 kg N per ha. Ophokplicht tijdens de eerste periode en neerslag hebben grote invloed op eventuele nitraatuitspoeling.

Validiteit:

Metingen zijn slechts op één bedrijf verricht. De hoeveelheid nitraat in de bodem zegt nog niet alles over de uitspoeling en denitrificatie.

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 4.19: 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 onderzoekszet.

4.3 Fosfaatuitspoeling (P bodemvoorraad en fosfaatoverschotten)

4.3.1 Conclusies fosfaatuitspoeling

Fosfaatuitspoeling is bij biologische bedrijven lager dan bij conventionele bedrijven

****** *voor de melkveehouderij is er een indirecte aanwijzing door een lager fosfaatoverschot bij biologische bedrijven*

0 *bij akkerbouw-, vollegrondsgroenten en fruitbedrijven kan ook met indirecte indicatoren geen verschil tussen gangbare en biologische bedrijven worden aangetoond*

Akkerbouw en vollegrondsgroenten

Op basis van beschikbare gegevens over fosfaat voorraad en fosfaatoverschot op biologische en gangbare praktijk- en proefbedrijven, kan niet geconcludeerd worden dat er een verschil is in fosfaatuitspoeling tussen de gangbare en biologische productiewijze.

Fruit

Voor de fruitteelt zijn geen verschillen in P uitspoeling tussen biologische en gangbare bedrijven te verwachten. De fosfaat aanvoer is op beide bedrijfstypen laag en van vergelijkbare orde van grootte.

Melkvee

Op basis van een lager fosfaat overschot is er potentieel een lagere P uitspoeling op biologische bedrijven in vergelijking met gangbare bedrijven. Het P overschot is echter een indirecte indicator en de verschillen in P overschot tussen gangbare en biologische bedrijven zijn niet erg groot.

4.3.2 Fosfaatuitspoeling algemeen

De problemen met nitraat in grondwater 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 drinkwater terechtkomen, 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

Conclusies Akkerbouw en vollegrondsgroenten:

Op basis van beschikbare gegevens over fosfaat voorraad en fosfaatoverschot op biologische en gangbare praktijk- en proefbedrijven, kan niet eenduidig geconcludeerd worden dat er een verschil is in fosfaatuitspoeling tussen de gangbare en biologische productiewijze.

Directe gegevens over verschillen in fosfaatuitspoeling tussen biologische en gangbare teeltsystemen 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 4.20) en op proefbedrijven (4.21).

Tabel 4.20: 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	2000	64		n = 4
			35	n = 5
	2001	47		n = 2
			32	n = 4
	2002	90		n = 4
			66	n = 6
	2003	82		n = 13
			48	n = 24
Telen met Toekomst	2000	66		n = 18
			47	n = 5

Tabel 4.21: P-bodemreserve in de laag 0-30 cm bij geïntegreerde en biologische PPO proefbedrijven (bron: PPO bedrijfssystemen onderzoek)

Proefbedrijf	jaar	sector	grondsoort	Pw (0-30 cm)	
				biologisch	geïntegreerd
OBS-Nagele	1991-2000	akk	klei	20	25
	2001	akk	klei	20	30
	2002	akk	klei	35	-
	2003	akk	Klei	33	-
Vredepeel	1997-2000	akk	zand	50	45
	2001	akk	zand	40	44
	2002	akk	zand	35	38
	2003	akk	zand	55	56
	2004	akk	zand	30	32
	2005	akk	zand	46	49
NWP	2006				
	2007				
	2008				
	2009				
Kooijenburg	1997-2000	akk	zand en dal	40	37
Westmaas	1997-2000	akk/vgg	klei	28	27
Meterik	1997-2000	Vgg	zand	121	136

Uit deze tabellen blijken geen duidelijke verschillen in waarden voor de P-bodemreserve tussen biologische en geïntegreerde bedrijven.

Uit de Pw en P-AI data van het project Smaak van Morgen (2006-2009) blijken de Pw en P-AI getallen tussen de geïntegreerde bedrijfssystemen en de Biologische bedrijfssystemen onderling niet veel te verschillen. De Pw en P-AL getallen van het Biologische bedrijfssystemen zijn steeds gelijk of enkele punten hoger, maar dit valt binnen de foutenmarge. Uit deze dat blijkt niet dat de Pw en P-AI door biologische teelt verhoogd wordt. (bron: achtergronddocument Smaak van Morgen, ongepubliceerd)

Een andere, nog minder directe indicator voor fosfaatuitspoeling de fosfaatanvoer minus de fosfaatafvoer op bedrijven. Ook hiervan zijn gegevens van biologische en geïntegreerde praktijk- en proefbedrijven, zoals weergegeven in de volgende tabellen.

Tabel 4.22: 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

BIOM: registraties van 39 bedrijven; TMT: registraties van 23 (2003) en 17 (2004 en 2005) bedrijven.

Het LEI heeft tot 2000 gegevens over de fosfaatbalansen van gangbare en biologische bedrijven verzameld binnen het Bedrijven Informatienet. (In bijlage 1 en 2 staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 4.23: 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, soms lager. Ook deze resultaten met betrekking tot het fosfaatoverschot geven dus geen duidelijke conclusie of biologisch beter scoort dan gangbaar.

In project Smaak van Morgen (2005-2009), dat met name gericht was op verminderen van inzet van gewasbeschermingsmiddelen in een bedrijfsmatige biologische en geïntegreerde (gangbare) teelt, is er bemest volgens goede landbouwpraktijk van de beide systemen. Dat wil zeggen dat naar behoefte van het gewas bemest is. Conclusie: De gemiddelde fosfaatbemesting over 5 projectjaren is in het teeltsysteem Biologische Beleving 14 kg/ha lager dan in bedrijfssysteem 'Geïntegreerde Teelt Beleving' (bron: achtergronddocument Smaak van Morgen, ongepubliceerd)

In het project Nutriënten waterproof (WUR-PPO) zijn voor geïntegreerde en biologische bedrijfssystemen de fosfaatbalansen nauwkeurig geregistreerd (Achtergronddocument Nutriënten Waterproof, De Haan en Van Geel, 2009, ongepubliceerd)

Onderstaand een overzicht van de gemeten fosfaat aan- en afvoer per bedrijfssysteem in Nutriënten Waterproof (NWP) van 2005 t/m 2008. Binnen NWP zijn 3 systemen beproefd: een Geïntegreerd Systeem

met Hoge Organische Stof (OS) -aanvoer, een Geïntegreerd Systeem met Lage OS-aanvoer en een Biologisch Systeem.

In het Geïntegreerd Grootschalig Systeem met hoge OS-aanvoer en het Biologische systeem werd gestreefd naar een fosfaatevenwicht (aanvoer = afvoer). In het Geïntegreerd Grootschalig Systeem met lage OS-aanvoer was ook het streven om de hoge fosfaattoestand van de bodem versneld te doen dalen door de helft of minder aan te voeren van de hoeveelheid fosfaat die wordt afgevoerd.

Bij het opstellen van de bemestingsplannen aan het begin van het jaar is de fosfaatafvoer geschat op basis van streefopbrengsten en forfaitaire P-gehalten per gewas. Na oogst, opbrengstbepaling en analyse van gewasmonsters is de daadwerkelijke fosfaatafvoer berekend. Deze is weergegeven in het overzicht.

Tabel 4.24, Fosfaataanvoer en -afvoer in Nutriënten Waterproof (gemiddeld per systeem per jaar (kg P205 per ha)

	Geïntegreerd Systeem - Hoge OS-aanvoer					Geïntegreerd Systeem - Lage OS-aanvoer					Biologisch Systeem				
	2005	2006	2007	2008	gem.	2005	2006	2007	2008	gem.	2005	2006	2007	2008	gem.
Fosfaat-aanvoer	62	49	68	58	59	17	21	17	21	19	49	53	58	62	55
Fosfaat-afvoer	53	53	54	64	56	55	52	50	53	52	52	56	42	63	53
Fosfaat-overschot	9	-4	15	-6	3	-38	-31	-33	-33	-34	-3	-4	15	-1	2

Effect op Pw level: (Persoonlijke mededeling W. van Geel) De Pw getallen lagen bij start van NWP tussen de 50 en 60. De systemen met P-aanvoer = P-afvoer brachten gemiddeld een lichte daling van PW getallen, maar waren van jaar tot jaar wisselvallig. In het systeem met Lage OS aanvoer (met extra P-uitmijning) werd door lagere P-aanvoer dan P-afvoer, de Pw gemiddeld 4-5 punten extra verlaagd.

Effect op opbrengsten: (Persoonlijke mededeling W. van Geel) De 3 systemen van fosfaatbemesting hadden geen nadelig effect op de opbrengst. Dat was bij fosfaattoestanden tussen 50-60 ook niet de verwachting. Het Biologisch Systeem haalde wel lagere absolute opbrengsten t.o.v. de andere systemen door de biologische teeltwijze. De vooraf gestelde streefwaarden voor het Biologisch Systeem werden ruimschoots gehaald (met gemiddeld + 5 %)

Conclusies: het bewust fosfaat bemesten naar een evenwichtsbemesting is in zowel een Geïntegreerd Systeem met Hoge OS-aanvoer als een Biologisch Systeem goed mogelijk en leidt niet tot P-overschotten. Verlagende effecten op P-toestand van de grond waren er wel. Het had bij deze hoge P-toestand van de grond echter geen nadelig effect op de opbrengsten in alle systemen.

4.3.4 Fosfaatuitspoeling fruitteelt

Conclusie fruitteelt:

Voor de fruitteelt zijn geen verschillen in P uitspoeling tussen biologische en gangbare bedrijven te verwachten. De fosfaat aanvoer is op beide bedrijfstypen laag en van vergelijkbare orde van grootte.

Er zijn geen gegevens beschikbaar over verschillen in fosfaatuitspoeling tussen gangbare en biologische fruitbedrijven. Wel zijn er fosfaat-aanvoer cijfers bekend (indirecte maatstaf).

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 P-aanvoer in de gangbare en biologische fruitteelt komen overeen. De toepassing van mineralen bij zowel gangbaar als biologische teelt ligt duidelijk onder de toegestane norm, waardoor de milieubelasting beperkt is. Zie ook par. 4.2.4.

4.3.5 Fosfaatuitspoeling rundveehouderij

Conclusie rundveehouderij:

Op basis van een lager fosfaat overschot is er potentieel een lagere P uitspoeling op biologische bedrijven in vergelijking met gangbare bedrijven. Het P overschot is echter een indirecte indicator en de verschillen in P overschot tussen gangbare en biologische bedrijven zijn niet erg groot.

Er zijn geen gegevens beschikbaar over verschillen in fosfaatuitspoeling tussen gangbare en biologische rundveehouderij. Daarom is gekeken naar de fosfaatbalans en de fosfaatoverschotten als indirecte indicator voor fosfaatuitspoeling. Het LEI binternet, Thomassen et al (2008 en Kristensen en Knudsen (2004) verschaffen hierover informatie

Gegevens LEI Binternet

Tabel 4.25: Fosfaatbalans van biologische en gangbare melkveebedrijven van 2005-2008 uit het Bedrijven Informatienet LEI

		2005	2006	2007	2008 (v)
P205 – Aanvoer (excl.) (kg/ha)	bio	39	30	30	36
	gangbaar	87	75	73	73
P205 - Afvoer (kg/ha)	bio	27	29	33	41
	gangbaar	47	51	55	57
P205 – Overschot (excl.) (kg/ha)	bio	12	1	-3	-5
	gangbaar	39	25	17	16

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

Sinds 2005 zijn de fosfaatoverschotten op biologische en gangbare melkveebedrijven gedaald. Op gangbare bedrijven is de daling groter dan op biologische bedrijven. Wel zijn de overschotten op biologische bedrijven in 2007 en 2008 negatief. Het fosfaatoverschot is op gangbare bedrijven vooral gedaald door aanscherping van de mestgebruiksnormen.

Thomassen, M.A. et al (2008); Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands.

Methode: Toepassing van LCA om gangbare en biologische melkveebedrijven met elkaar te vergelijken op milieuaspecten. Het onderzoek is gebaseerd op twee pilot studies uit 2003 met 10 gangbare en 11 biologische melkveebedrijven.

Resultaat:

Het P₂O₅-overschot en daarmee de uitspoeling op gangbare bedrijven ligt met 36,1 kg per ha beduidend hoger dan de 7,0 kg per ha op biologische bedrijven.

Validiteit: goed, betrouwbare meetmethode, redelijk aantal bedrijven.

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

Presentation in Lednice.

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.

4.3.6 Fosfaatuitspoeling pluimveehouderij en varkenshouderij

Fosfaatuitspoeling in de pluimveehouderij en varkenshouderij vindt mogelijk plaats in de uitloop. Het oppervlak hiervan is echter beperkt. Er zijn geen meetcijfers beschikbaar van daadwerkelijke P uitspoeling in de uitloop van biologisch gehouden kippen en varkens. Door de potentieel hoge mestbelasting in de uitloop is er mogelijk kans op puntbelasting door uitspoeling van fosfaat. Op basis van de beschikbare publicatie van Burgt en Bestman (2009) zijn geen uitspraken te doen over fosfaatuitspoeling in de uitloop van biologisch gehouden pluimvee.

Burgt en Bestman, 2009; Mineralenbelasting van de kippenuitloop. Kippenuitloop Gezond en Groen.

Methode: metingen in de bodem op vier leghebbedrijven en opstellen mineralenbalansen op bedrijfsniveau van twee bedrijven. Op vier bedrijven zijn metingen verricht waarmee het verband tussen P-totaal en P-*Al* wordt weergegeven.

Resultaat: Vlak bij de stal (0-20 m) zijn de P-*Al* waarden het hoogst en variëren van 50 tot 225. Verder van de stal af worden lagere waarden gevonden.

Validiteit:

In twee jaar tijd kon geen toename van het fosfaatgehalte gevonden worden, terwijl dat op basis van berekeningen met aangenomen hoeveelheden fosfaat wel verwacht kon worden.

4.4 Ammoniakemissie

4.4.1 Conclusies ammoniakemissie

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

******* Bij melkveehouderij is de claim goed onderbouwd, mede op basis van de N-balansen in de onderzoeken.**

0 Voor de varkens en pluimveehouderij kan op basis van de beschikbare data geen conclusie worden getrokken over verschillen in ammoniakemissie tussen gangbare en biologische bedrijven.

0 Voor akkerbouwbedrijven zijn op basis van de beschikbare data geen eenduidige conclusies te trekken over verschillen in ammoniakemissie tussen gangbare en biologische bedrijven

Akkerbouw en vollegrondsgroenten

Er zijn geen data beschikbaar die onderbouwen dat er een verschil is in ammoniakemissie tussen de biologische en gangbare akkerbouw.

melkveehouderij

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

De claim is goed onderbouwd, mede op basis van de N-balansen in de onderzoeken. Lagere N-overschotten leidt logischerwijs tot lagere hoeveelheden die kunnen emitteren.

Varkens

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. De metingen zijn enigszins beperkt van omvang.

Pluimvee

De ammoniak emissie op biologische leghebbedrijven 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.

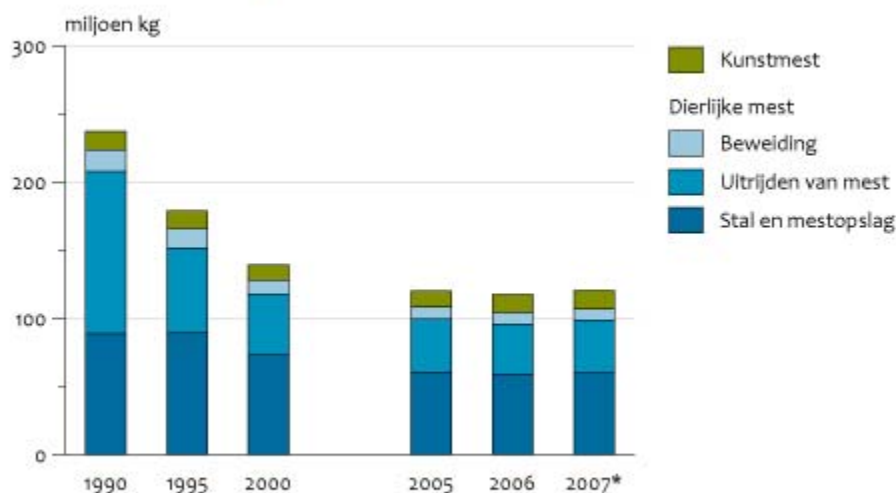
4.4.2 Ammoniakemissie algemeen

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](#)). 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.

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)

Emissie ammoniak (NH_3) land- en tuinbouw



Bron: Emissieregistratie.

PBL/julo8/0101
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 4.1.: Ammoniakemissie door de land- en tuinbouw (Bron: Milieu- en Natuurcompendium)

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.

4.4.3 Ammoniakemissie akkerbouw en vollegrondsgroenten

Conclusie gebaseerd op onderstaande gegevens: Uit de beschikbare kan geen verschil in ammoniakemissie tussen de biologische en gangbare akkerbouw onderbouwd worden.

Uit figuur 4.1 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 bouwlandinjectie 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. 4.26 (In bijlage 1 en 2 staat informatie over de representativiteit van deze bedrijven.)

Tabel 4.26: 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.

Sinds 2000 zijn de N, P en K overschotten in de landbouw als totaal licht gedaald (CBS gegevens). Er zijn geen registratiegegevens voor biologische en gangbare bedrijven apart beschikbaar.

Van biologische en geïntegreerde zijn recentere gegevens beschikbaar. Uit Tabel 4.27 blijkt dat biologische akkerbouw- en groentebedrijven minder stikstof aanvoeren dan hun geïntegreerde collega's. Geïntegreerde akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven gebruiken minder dierlijke mest (met een hoge ammoniak vervluchtigingsfactor) 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 4.27: 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 organische 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

Conclusie gebaseerd op onderstaande bronnen:

De ammoniakemissie per ha is in de biologische rundveehouderij beduidend lager dan in de gangbare rundveehouderij. De claim is goed onderbouwd, mede a.d.h.v. de N-balansen in de onderzoeken. Lagere N-overschotten leidt logischerwijs tot lagere hoeveelheden die kunnen emitteren.

Thomassen, M.A., K.J. van Calker, M.C.J. Smits, G.L. Iepema, I.J.M. de Boer. 2008
Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands

Methode:

LCA analyse en vergelijking met literatuur

Resultaat:

Thomassen et al. voerden een LCA uit op basis van gegevens van 10 gangbare en 11 biologische bedrijven. De gebruikte cijfers dateren van praktijkbedrijven projecten uit 2003. In de LCA werden onder

meer ammoniakemissie berekend. De emissie uit stal, beweiding en opslag bedraagt voor de gangbare houderij 20,1 kg N per ha per jaar en voor de biologische houderij 18,8 kg N per ha per jaar. De emissie bij mestaanwending bedraagt voor de gangbare houderij 19,6 kg N per ha per jaar en voor de biologische houderij 9,4 kg N per ha per jaar.

Validiteit:

Betrouwbare studie op basis van praktijkgegevens. De steekproefomvang is relatief groot maar niet random. De groep gangbare bedrijven lijkt wat meer een voorlopergroep dan het gemiddelde van Nederland. De veedichtheid per ha voor de gangbare groep is wat lager dan gemiddeld in Nederland. De gebruikte gegevens (2003) zijn wat gedateerd.

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 conventionele en biologische rundveebedrijven in Denemarken vergeleken. Verliezen zijn vervolgens modelmatig benaderd.

Resultaat: Op conventionele melkveebedrijven is de ammoniakemissie 119 kg N per ha, op biologische melkveebedrijven 54 kg N per ha.

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

4.4.5 Ammoniakemissie varkenshouderij

Conclusies varkenshouderij: De beschikbare data geven geen aanleiding om een verschil in ammoniakemissie tussen de gangbare en biologische houderij te vooronderstellen. 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. De metingen zijn enigszins beperkt van omvang

Ivanova-Peneva, Aarnink en Verstegen (2008). Ammonia emissions from organic housing systems with fattening pigs

In: **Biosystems engineering 99, p. 412-422**

Methode: Metingen tijdens voorjaar en najaar op 3 biologische varkensbedrijven in Nederland. Metingen zowel in de stal als in de uitloop.

Resultaat: Ammoniakemissie in g NH₃ per dier per dag weergegeven. In de stal zijn de emissies voor drie verschillende bedrijven 0,4 en 2,0 en 8,0 g per dag. In de uitloop zijn de emissies 4,7 en 3,5 en 14,5 g per dag.

Voor deze studie omgerekend betekent dit een ammoniakemissie van 1,9 en 2,0 en 8,2 kg NH₃ per dierplaats per jaar.

Validiteit: Meting op drie bedrijven met enorme variatie in uitkomsten.

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 NH₃-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 NH₃ 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 2nd 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 proefopzet, metingen echter slechts op twee dagen.

Wachenfelt en Jeppsson, 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 m². Er zijn nutriëntenbalansen opgesteld en geanalyseerd.

Resultaat: De ammoniakemissie van 10-12 g/dag/m² is vergelijkbaar met de ammoniakemissie gevonden door Ivanova-Peneva en Aarnink (2005) op bevuild oppervlak.

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

4.4.6 Ammoniakemissie pluimvee

Conclusies pluimveehouderij: De beschikbare data geven geen aanleiding om een verschil in ammoniakemissie tussen de gangbare en biologische houderij te vooronderstellen. De ammoniak emissie op biologische legghenbedrijven 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.

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 legghenbedrijven (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

Het eutrofiëringpotentieel is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij

****** Voor de melkveehouderij is een groot verschil aangetoond voor zowel praktijk als experimentele bedrijven in diverse LCA studies. Geld zowel per oppervlakte eenheid als per eenheid product**

0 Voor de varkenshouderij zijn op basis van de beschikbare literatuur geen conclusies te trekken over verschillen tussen biologisch en gangbaar

Het verzuringspotentieel (in SO₄-equivalenten) is in de biologische veehouderij lager dan in de gangbare veehouderij

0 Voor de Nederlandse situatie is op basis van de literatuur geen aantoonbaar verschil tussen gangbare en biologische veehouderij.

Melkveehouderij:

De Nederlandse biologische melkveehouderij scoort wat betreft eutrofiëring beduidend beter dan de gangbare melkveehouderij. Dit beeld wordt versterkt door buitenlandse resultaten (Denemarken, Zweden, Duitsland)

Wat verzuring betreft is er geen betrouwbaar verschil gevonden tussen gangbaar en biologisch. In de meeste buitenlandse studies heeft biologische landbouw een lager verzuringspotentieel dan gangbaar.

Varkenshouderij:

Op basis van de beschikbare literatuurbronnen zijn er geen conclusies te trekken over de verschillen in eutrofiëring en verzuringspotentieel tussen de biologische en gangbare varkenshouderij in Nederland.

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 vermisting 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 (NH₃): vormt salpeterzuur en is vrijwel volledig afkomstig van de landbouw (mest). Ammoniak veroorzaakt circa 55 procent van de Nederlandse verzuring (2000).

- Zwavedioxide (SO₂), vormt zwavelzuur en is o.a. afkomstig van raffinaderijen en elektriciteitscentrales. SO₂ veroorzaakt 20 procent van de verzuring (2000).
- Stikstofoxiden: (NO en NO₂, samen NO_x genoemd): vormen salpeterzuur. Het wegverkeer is verantwoordelijk voor meer dan 50 procent van de uitstoot van stikstofoxiden. NO_x 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

Conclusies Eutrofiëring en verzuring in de melkveehouderij:

De Nederlandse biologische melkveehouderij scoort wat betreft eutrofiëring beduidend beter dan de gangbare melkveehouderij. Dit beeld wordt versterkt door buitenlandse resultaten (Denemarken, Zweden, Duitsland)

Wat verzuring betreft is er geen betrouwbaar verschil gevonden tussen gangbaar en biologisch. In de meeste buitenlandse studies heeft biologische landbouw een lager verzuringspotentieel dan gangbaar.

Thomassen, M.A. et al (2008); Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands.

Methode: Toepassing van LCA om gangbare en biologische melkveebedrijven met elkaar te vergelijken op milieuaspecten. Het onderzoek is gebaseerd op twee pilot studies uit 2003 met 10 gangbare en 11 biologische melkveebedrijven.

Resultaat: Eutrofiëring on-farm was 0,06 en 0,04 g NO₃-eq per kg melk (FPCM) en verzuring off-farm was 0,05 en 0,03 g NO₃-eq per kg melk (FPCM). Totale eutrofiëring was 0,11 en 0,07 g NO₃-eq per kg melk (FPCM) (p<0,001). Het verschil in eutrofiëringpotentieel tussen bio en gangbaar was significant. Verzuring on-farm was 5,6 en 7,37 g SO₂-eq per kg melk (FPCM) (p<0,01) en verzuring off-farm was 3,9 en 3,45 g SO₂-eq per kg melk (FPCM). Totale verzuring was 9,5 en 10,8 g SO₂-eq per kg melk (FPCM). Het verschil in verzuringpotentieel tussen bio en gangbaar was niet significant.

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 SO₂ per ha. Eutrofiëringspotentieel was 54, 31 en 14 kg PO₄ per ha.

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

Boer, de, I.J.M, 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 4.28: Verzurings- en eutrofiëring potentieel van diverse melkvee productiesystemen. FE = functionele eenheid = ton melk per hectare.

	Productie systeem	Verzuringspotentieel SO ₂ -equivalenten/FE)					Eutrofiëring potentieel (NO ₃ ^a of PO ₄ ^b equivalenten/FE)					
		FE		Bijdrage (%)			FE		Bijdrage (%)			
		t melk	ha	SO ₂	NO ₂	NH ₃	t melk	ha	NO _x	NH ₃	NO ₃	PO ₄
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
	Milieu-vriendelijk	6	82	11	9	80	20	271	5	47	48	0
	Biologisch	10	115	9	12	79	34	396	7	44	24	25
Duits-land	Conv intensief	19	136	1	4	95	7,5	54				
	Conv extensief	17	119	1	4	95	4,5	31				
	Biologisch	22	107	0,5	2,5	97	2,8	14				

a Eutrofiëringspotentieel uitgedrukt in NO₃ equivalenten per FE (functionele eenheid)

b Eutrofiëringspotentieel uitgedrukt in PO₄ equivalenten per FE. De bijdrage van NO_x, NH₃, NO₃, PO₄ 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 4.29: Environmental impacts expressed per tonne milk produced or per hectare farm area for contrasting dairy production systems^a

Case study	Productie systeem	Verzurings potentieel (%) ^b		Eutrophicatie potentieel (%) ^b	
		t milk	ha	t milk	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.

^aGenerated from *De Boer, 2003 (LCA)* and *Dalgaard et al., 2004*.

^bFor 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 SO₂-eq/kg FPCM en 70, 88 en 62 kg SO₂-eq/ha totale oppervlakte.

Eutrofiëring potentieel was respectievelijk 140, 110 en 85 g NO₃-eq/kg FPCM en 950, 900 en 450 kg NO₃-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-methode 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 allen 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.

4.5.4 Eutrofiëring en verzuring in de varkenshouderij

Conclusie varkenshouderij:

Op basis van de beschikbare literatuurbronnen zijn er geen conclusies te trekken over de verschillen in eutrofiëring en verzuring potentieel tussen de biologische en gangbare varkenshouderij in Nederland.

Dalgaard et al (2007). Danish pork production. An environmental assessment.

In diverse landen zijn LCA-studies gemaakt; de meeste van gangbare bedrijven. Dalgaard et al vergelijkt een aantal van deze studies. De resultaten van deze LCA studies staan weergegeven in tabel...

Tabel 4.30. Vergelijking tussen varkens van verschillende LCA-studies binnen Europa (per kg karkasgewicht af boerderij)

Eenheid	Bron	Eutrofiëringpotentieel	Verzuringpotentieel
		g NO ₃ eq	g SO ₂ eq
Denemarken gangbaar	Dalgaard et al. (2007)	232	45
Denemarken biologisch	Halberg et al. (2007)	353-501	67-81
Denemarken biologisch	Halberg et al. (2010)	269-381	51-61
Groot Britannië gangbaar	Dalgaard et al. (2007)	301	61
Zweden	Cederberg & Flysjö (2004)	170	37
Frankrijk	Basset Mens en Van der Werf (2005)	274	57
Groot Britannië	Williams et al. (2006)	760	290

Uit: Dalgaard et al. (2007)

Methode: LCA-methode; In diverse landen zijn LCA-studies gemaakt; de meeste van gangbare bedrijven.

Resultaat: Verzuring potentieel varieert van 37 tot 290 g SO₂ eq per kg karkasgewicht. Alleen in Denemarken is een LCA van zowel gangbare als biologische varkenshouderij gemaakt. Voor gangbaar wordt verzuring potentieel genoemd van 45 g SO₂ eq, terwijl dit voor biologisch ligt in de range van 51-81 g SO₂ eq.

Eutrofiëringpotentieel varieert van 170 tot 760 g NO₃-eq per kg karkasgewicht. Alleen in Denemarken is een LCA van zowel gangbare als biologische varkenshouderij gemaakt. Voor gangbaar wordt eutrofiëringspotentieel genoemd van 232 g NO₃ eq, terwijl dit voor biologisch ligt in de range van 269-501 g NO₃ eq. Alleen op basis van Deense cijfers zou de conclusie getrokken kunnen worden dat biologische varkensbedrijven een hogere milieu impact hebben in de categorieën eutrofiëring en verzuring.

Validiteit: Het is de vraag of de rapportages uit verschillende landen vergelijkbaar zijn. Bovendien gaan de

meeste LCA' alleen over gangbare varkenshouderij.

Sluis, W. van der en Beek, V., ter (2008). The discussion goes on: organic pork production and global warming.

Methode: LCA studie van Cranfield University

Resultaat: De belangrijkste resultaten uit deze studie staan weergegeven in onderstaande tabel

Tabel 4.31 Vergelijking productiesystemen gangbare en biologische varkens (per kg product)

	Gangbaar	Biologisch
Verzuring (g SO ₂ eq)	83	74
Eutrofiëring (g NO ₃ -N kg)	30	46
Eutrofiëring (g NO ₃ - N kg)	32	29

Het verzuring potentieel is op basis van deze bron lager voor biologische varkensproductie, terwijl het eutrofiëringpotentieel juist hoger is.

Validiteit: modelberekeningen gedaan door universiteit.

5 Zware metalen

5.1 Conclusies zware metalen

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

Alle sectoren:

- Aanvoer 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.
- De grootste aanvoer van zware metalen verloopt via de aanvoer van dierlijke mest. Biologische landbouw voert meer dierlijke mest aan dan gangbare landbouw.
- Er is geen informatie over verschillen in gehalten aan zware metalen tussen gangbare en dierlijke mest.
- Op basis van voorgaande is geen conclusie te trekken over verschillen in ophoping van zware metalen tussen biologische en gangbare landbouw.

5.2 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.

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.

De normen voor de gehalten koper en zink in mengvoeders zijn medio 2000 verscherpt. Hierdoor is de hoeveelheid van deze metalen in dierlijke mest sterk gedaald. Dit vertaalt zich in een afname van de netto belasting van landbouwgrond met koper en zink.

Bron: Milieu- en Natuurcompendium.

Tabel 5.1: Belasting van landbouwgrond met zware metalen, 1980-2008 (Milieu- en Natuurcompendium)

	1980	1990	2000	2005	2006	2007	2008
	<i>1 000 kg</i>						
Koper (Cu)							
Bruto belasting	1 360	970	780	515	505	485	480
w.v. dierlijke mest ¹⁾	1 050	750	700	435	425	420	420
kunstmest	150	120	50	40	50	30	25
natte en droge depositie	80	50	20	20	20	20	20
overige bronnen ²⁾	80	50	10	20	10	15	15
w.o. zuiveringsslib	39	37	1	1	1	1	1
Afvoer met gewas	140	130	100	95	95	95	100
Netto belasting	1 220	840	680	420	410	390	380
Zink (Zn)							
Bruto belasting	2 400	2 270	2 170	1 515	1 455	1 435	1 480
w.v. dierlijke mest ¹⁾	1 800	1 750	1 900	1 245	1 220	1 200	1 220
kunstmest	150	140	60	45	45	35	30
natte en droge depositie	260	180	70	65	70	50	80
overige bronnen ²⁾	190	200	140	160	120	150	150
w.o. zuiveringsslib	115	114	5	5	4	4	4
Afvoer met gewas	700	690	570	550	570	580	630
Netto belasting	1 700	1 580	1 600	965	885	855	850
Cadmium (Cd)							
Bruto belasting	16	9	6	4	5	4	5
w.v. dierlijke mest ¹⁾	6	4	3	3	3	3	3
kunstmest	7	4	2	1	2	1	1
natte en droge depositie	2	1	1	1	1	0	1
overige bronnen ²⁾	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	2	2

Bron: CBS (2010).

CBS/CLO/jul10/0097

1) Cijfers vanaf 2001 zijn op basis van nieuwe berekeningsmethode voor dierlijke mest (Bron: Delahaye, R., et al, 2003). Vanaf 2006 inclusief mest van paarden en pony's.

2) Zuiveringsslib, overige organische meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Vanaf 2001 inclusief aanvoer door de jacht en corrosie tuinbouwkassen (alleen bij zink).

Tussen 1980 en 2008 is de jaarlijkse netto belasting van landbouwgrond met koper met 69 procent en met zink met 50 procent afgenomen. Bij cadmium is er sprake van een daling van circa 80 procent. Deze ontwikkelingen worden gedeeltelijk bepaald door regelgeving. Medio 2000 zijn de normen voor het toevoegen van koper en zink in mengvoeders verscherpt. Als gevolg hiervan is de netto belasting met koper en zink sinds 2001 sterk afgenomen (circa 45 procent ten opzichte van 2000). Ook worden bij de kunstmestproductie schonere grondstoffen toegepast.

5.3 Zware metalen plantenteelt en veehouderij

Conclusies:

- Aanvoer 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.
- De grootste aanvoer van zware metalen verloopt via de aanvoer van dierlijke mest. Biologische landbouw voert meer dierlijke mest aan dan gangbare landbouw.
- Er is geen informatie over verschillen in gehalten aan zware metalen tussen gangbare en dierlijke mest.
- Op basis van voorgaande is geen conclusie te trekken over verschillen in ophoping van zware metalen tussen biologische en gangbare landbouw.

In de biologische landbouw (akkerbouw en fruitteelt) werd koper als gewasbeschermingsmiddel van natuurlijke oorsprong ingezet, dergelijke middelen zijn echter vanaf medio 2000 niet meer toegestaan in Nederland. (zie ook hoofdstuk 4). Koper is alleen in de toepassing als meststof toegestaan. Voor deze toepassing moet aannemelijk gemaakt worden dat er een tekort aan koper in de bodem is voor een goede gewasontwikkeling. Op basis van voorgaande is in de Nederlandse biologische landbouw geen koper accumulatie te verwachten door specifieke koperbemesting of door de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen.

De belangrijkste aanvoer van koper naar de bodem vindt plaats via mest. De koper komt in de mest terecht via het voer of via de toepassing van voetbaden in de melkveehouderij.

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 Holzhauer (GD))

M. Boer (2008) en E.A.A. Smolder et al (2008) inventariseerden het kopergebruik voor voetbaden op gangbare bedrijven. Het percentage bedrijven dat koper toepast in voetbaden is groter dan het percentage weergegeven door Kool en Holzhauer (2005). Van de Burgt et al (2000) concludeerden in een verkenning dat de belasting van zware metalen in de uitloop van biologische pluimveebedrijven niet hoger ligt dan de maximum norm.

Door een lagere koperaanvoer in voetbaden is in de biologische landbouw is ook een lager kopergehalte in de mest te verwachten. Er zijn echter geen gegevens gevonden over verschillen in kopergehalte tussen biologische en gangbare mest.

De aanvoer van mest naar de bodem is op biologische akkerbouwbedrijven hoger dan op gangbare akkerbouwbedrijven. De koper aanvoer naar de bodem is de vermenigvuldiging van het kopergehalte in de mest en de totale aangevoerde hoeveelheid mest. Er zijn gegevens bekend over verschillen tussen gangbare bedrijven in de totale aanvoer van koper via mest.

Boer, M. et al. (2008). Gebruik van kopersulfaat in voetbaden.

Methode: Inventariserend onderzoek door CLM waarbij middels enquêtes aan melkveehouders is gevraagd naar gebruik van kopersulfaat in voetbaden. Er zijn 72 enquêtes (van de 177; respons 41%) ingevuld, waarvan 9 deelnemers aan het project Koeien & Kansen.

Resultaat: 40% van de melkveehouders gebruikt kopersulfaat in voetbaden en na gebruik verdwijnt de vloeistof in de mestkelder. Samen met de aanvoer via o.a. het voer leidt dit tot een fors overschot op gangbare bedrijven. Op sectorniveau (gangbaar) betekent het gebruik van kopersulfaat in voetbaden een extra koperoverschot van gemiddeld 146 g/ha/jaar. Het koperoverschot exclusief voetbaden ligt binnen Koeien & Kansen rond de 170 g/ha/jaar.

Validiteit: Gegeven het feit dat er in de gangbare melkveehouderij op veel bedrijven gebruik gemaakt wordt

van kopersulfaat in voetbaden, lijken de getallen reëel.

Smolder, E.A.A. et al. (2008). Beperking koper en zink op melkveebedrijven in Zuid-Nederland

Methode: Op 15 melkveebedrijven in het zuiden van Nederland zijn balansen berekend: zeven deelnemers van het project Koeien & Kansen en acht andere bedrijven. Op de bedrijven zijn gegevens verzameld over aan- en afvoer door middel van enquêtes, bedrijfsbezoeken, analyses van bloed, voer, mest, melk en water en gegevens uit ander onderzoek.

Resultaat: Het overschot van koper op deze bedrijven bedraagt 286 g/ha/jaar en het overschot van zink 463 g/ha/jaar. 35% van de aanvoer van kopersulfaat, ofwel 113 g/ha/jaar heeft te maken met diergezondheid en met name voetbaden. Dit kan in zijn geheel als overschot worden aangemerkt.

Validiteit: Hoewel geen grote groep bedrijven, betreft het wel gedegen onderzoek en zijn de balansberekeningen zorgvuldig uitgevoerd.

Burgt et al., 2009; Mineralenbelasting van de kippenuitloop. Kippenuitloop Gezond en Groen.

Methode: metingen in de bodem op vier leghebbedrijven en opstellen mineralenbalansen op bedrijfsniveau van twee bedrijven. De hoeveelheid zware metalen (zink en koper) in de uitloop wordt afgeleid van de hoeveelheid in voer en de aanname dat accumulatie in de uitloop evenredig verloopt met die van fosfaat.

Resultaat: Voor zink zijn gehalten van 30 en 70 mg per kg grond berekend voor respectievelijk zand- en kleigrond. Voor koper zijn gehalten van 10 en 12 mg per kg grond berekend voor respectievelijk zand- en kleigrond. De maximum norm voor schone grond ligt op 140 en 36 mg per kg grond voor respectievelijk zink en koper. Uit de metingen en berekeningen blijkt dat er geen sprake is van problematiek wat betreft zware metalen.

Validiteit:

Er zijn geen echte metingen verricht, maar resultaten zijn afgeleid uit fosfaatmetingen op vier bedrijven.

6 Afval

6.1.1 Conclusies afval

In de biologische landbouw wordt minder afval geproduceerd dan in de gangbare landbouw.

****** De biologische glastuinbouw produceert per oppervlakte eenheid minder afval dan de gangbare glastuinbouw doordat geen gebruik gemaakt wordt van substraatteelt.**

0 Voor de overige sectoren is er is geen of niet aantoonbaar verschil of er is door te weinig informatie geen uitspraak te doen.

In de biologische landbouw wordt meer afval verwerkt c.q. hergebruikt dan in de gangbare landbouw.

***** De biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt verwerkt c.q. hergebruikt per oppervlakte eenheid meer afval dan de gangbare akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt door een hogere toepassing van organische plantaardige reststromen zoals compost.**

0 Voor de overige sectoren is er door te weinig informatie geen uitspraak te doen.

Productie van afval

Steenwolsubstraat is de belangrijkste bron van afval uit de glastuinbouw. Biologische glastuinbouw produceert in tegenstelling tot de gangbare glastuinbouw geen afval door het gebruik van substraat. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat de biologische glastuinbouw behalve op substraat op één van de andere posten méér of minder afval produceert. Uit de beschikbare gegevens kan daarom geconcludeerd worden dat de biologische glastuinbouw minder afval produceert dan de gangbare glastuinbouw.

Voor de overige sectoren is uit de beschikbare gegevens niet op te maken of er in de productie van afval verschil is tussen biologische en gangbare landbouw.

Hergebruik van afval

Op basis van de verschillen in aanvoer van stikstof uit organische plantaardige mest kan geconcludeerd worden dat biologische akker en vollegrondsgroentenbedrijven meer organische reststromen verwerken dan gangbare bedrijven. Deze betrouwbaarheid van deze uitspraak wordt enigszins verzwakt door het deels indirecte bewijs, door de wat verouderde gegevens en door de beperkte steekproef en door de beperkingen in de representativiteit in de steekproef.

Voor de overige sectoren is uit de beschikbare gegevens niet op te maken of er voor verwerking cq hergebruik van afval verschil is tussen biologische en gangbare landbouw.

6.1.2 Productie van afval

Conclusie productie van afval

Steenwolsubstraat is de belangrijkste bron van afval uit de glastuinbouw. Biologische glastuinbouw produceert in tegenstelling tot de gangbare glastuinbouw geen afval door het gebruik van substraat. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat de biologische glastuinbouw behalve op substraat op één van de andere in tabel 6.1. vermelde posten méér of minder afval produceert. Uit de beschikbare gegevens kan daarom geconcludeerd worden dat de biologische glastuinbouw minder afval produceert dan de gangbare glastuinbouw.

Voor de overige sectoren is uit de beschikbare gegevens niet op te maken of er in de productie van afval verschil is tussen biologische en gangbare landbouw.

De totale afvalproductie in Nederland bedraagt 60.147 kiloton. Het aandeel van de landbouw daarin bedraagt ca. 3,8%. (Senternovem, 2009). Het afval dat de landbouw produceert bestaat voor het grootste deel uit organisch afval (zie tabel 6.1). Het organische afval kan voor het grootste deel zonder probleem worden hergebruikt voor bemesting/bodemverbetering of ingezet worden voor energiewinning. De mate van hergebruik wordt besproken in de volgende paragraaf.

Tabel 6.1. Omvang afval uit de landbouw, bosbouw en visserij (2000 en 2006). Hoeveelheid afval (kton). SenterNovem, 2009)

	2000	2006
Champignonmest	720	508
Champignonvoetjes	10	7
Kunststofafval	29	30
Afval bloembollenteelt	100	98
Steenwolmatten/substraat	210	216
Takhout	130	134
Overig organisch	10	10
Heideplagsel	100	100
Wegbermmaaisel	110	110
Stro	790	810
Verpakkingen (kunststof en papier)	10	10
Als gevaarlijk afval gemeld afval	-	7
Gemengd afval uit de visserij	1,7	1
Totaal	2.497	2.268

Er zijn geen bronnen die verschillen aangeven tussen de afvalproductie van biologische landbouw en gangbare landbouw. Het is wel aannemelijk dat het organische afval uit de biologische landbouw minder residuen van pesticiden zal bevatten.

De allergrootste post niet organisch afval is substraat uit de glastuinbouw (zie tabel 6.1).

Substraat dat in de glastuinbouw wordt gebruikt, bestaat hoofdzakelijk uit steenwol. Bij de productie van steenwol worden vrij grote hoeveelheden cokes en aardgas gebruikt. Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan de emissie van broeikasgassen. Bovendien komt er tijdens de steenwolproductie verzurende gassen vrij zoals SO₂ en NO_x.

Steenwol scoort ook slecht in termen van milieubelasting als het om afval gaat (Pluimers et al. 2000). Steenwol wordt weliswaar voor het belangrijkste gedeelte hergebruikt, maar dit kan echter maar enkele malen. In de afvalfase is daarna energie nodig voor verbranding van het substraat of omzetting in ander producten voor hergebruik. Ook wordt bij steenwol-toepassing plastic gebruikt om het substraat in te pakken en om de bodem te bedekken.

Het overgrote deel van het afval in de glastuinbouw, bestaande uit substraat, landbouwfolies en plantaardig afval, vindt een nuttige toepassing. Het substraatafval wordt afgevoerd door bedrijven die het recyclen, zodat het voor andere doeleinden opnieuw bruikbaar is (Van den Bosch, 2004). De folie en het substraat worden gescheiden, waarna de folie naar een plastic recyclebedrijf gaat. Het substraat wordt vermalen tot granulaat. Ongeveer 10% van de steenwol wordt hergebruikt voor teelsubstraat. De overige 90% wordt voornamelijk verwerkt in bouwmaterialen, zoals bakstenen. Een klein deel van het afval wordt verbrand, waarbij eveneens energie opgewekt wordt. Het resterende

deel, wat zeer gering in omvang is, wordt gestort. (Van den Bosch, 2004).

In de biologische glastuinbouw wordt geen substraatteelt toegepast en deze sector draagt dan ook niet bij aan deze bron van afval.

6.1.3 Hergebruik van afval

Conclusie hergebruik van afval

Op basis van de verschillen in aanvoer van stikstof uit organische plantaardige mest (compost en andere reststromen) kan geconcludeerd worden dat biologische akker en vollegrondsgroentenbedrijven meer organische reststromen verwerken dan gangbare bedrijven. Deze betrouwbaarheid van deze uitspraak wordt enigszins verzwakt door het deels indirecte bewijs, door de wat verouderde gegevens en door de beperkte steekproef en door de beperkingen in de representativiteit in de steekproef.

Voor de overige sectoren is uit de beschikbare gegevens niet op te maken of er voor verwerking c.q. hergebruik van afval verschil is tussen biologische en gangbare landbouw.

Landbouw heeft een belangrijke functie in het hergebruik van voornamelijk organisch afval. Dit gebeurt voor het belangrijkste deel middels het gebruik van reststromen door toepassing hiervan voor bemesting en bodemverbetering. Daarnaast wordt organische afval (mest en reststromen) op landbouwbedrijven vergist waarbij energie gewonnen wordt en de restmaterialen (nutriënten en organische stof) in de landbouw worden toegepast.

Vergisting van organische restmaterialen wordt zowel op biologische als gangbare bedrijven uitgevoerd. Geen van de sectoren kan hierbij specifiek een rol als voorloper claimen.

Voor het hergebruik van organische reststromen is er wel een verschil tussen biologische en gangbare landbouw. Biologische landbouw is vanuit haar uitgangspunten al meer gericht op het sluiten van kringlopen. Voor bemesting en bodemverbetering maken biologische bedrijven gebruik van dierlijke mest en andere dierlijke reststromen en plantaardige reststromen.

Tabel 6.2. laat zien in welke mate gangbare (Telen met Toekomst) en in welke mate biologische (BIOM) bedrijven gebruik maken van organische meststromen. 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. De cijfers in tabel 6.2 geven de aanvoer van stikstof via organische bemesting aan. Bij een gelijke stikstof inhoud van de toepassingen op gangbare en biologische bedrijven, wordt op biologische bedrijven meer organisch restmateriaal toegepast. Naar verwachting zijn de stikstofgehalten bij de in de biologische landbouw toegepaste restmaterialen eerder lager dan hoger dan die in de gangbare landbouw. Dierlijke mest wordt in de definitie van SenterNovem niet als afval gekenmerkt. Uit tabel 6.2. blijkt dat op de biologische bedrijven zowel meer aanvoer van plantaardige als van dierlijke mest plaatsvindt. De plantaardige mest bestaat voor het belangrijkste deel uit compost wat beschouwd wordt als een verwerkt afvalproduct. De in BIOM en Telen met Toekomst geregistreerde bedrijven worden redelijk representatief gezien voor de biologische en geïntegreerde productie in Nederland (Sukkel et al, 2007). De in Telen met Toekomst geregistreerde geïntegreerde bedrijven worden beschouwd als voorlopers van de huidige Nederlandse gangbare teelt.

Tabel 6.2: 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 organische 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

BIOM: registraties van 39 bedrijven; TmT: registraties van 23 (2003) en 17 (2004 en 2005) bedrijven.

7 Eindige/schaarse productiemiddelen

7.1 Fosfaat

7.1.1 Conclusies Fosfaat

De biologische landbouw draagt minder bij aan de uitputting van eindige fosfaatbronnen dan de gangbare landbouw

******* Regelgeving en bedrijfsregistraties ondersteunen deze claim***

Akkerbouw en groententeelt

De aanvoer van kunstmestfosfaat (incl. rotsfosfaat) op biologische akkerbouw bedrijven is zeer laag in vergelijking met gangbare akkerbouwbedrijven. Er is een zeer beperkte aanvoer van rotsfosfaat. De aanvoer van fosfaat loopt voor het grootste deel via de aanvoer van dierlijke mest en plantaardige restmaterialen.

Melkveehouderij

Op biologische melkveebedrijven wordt in vergelijking met gangbare melkveehouderij zeer weinig kunstmestfosfaat gebruikt.

Biologische melkveebedrijven voeren per ha ruim de helft minder fosfaat aan via voer t.o.v. gangbare melkveebedrijven. Voor de productie van het (gangbare) voer zal naar verwachting ook kunstmestfosfaat zijn toegepast.

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

7.1.3 Fosfaat akkerbouw en vollegrondsgroenten

Conclusie akkerbouw en vollegrondsgroenten

De aanvoer van kunstmestfosfaat op biologische akkerbouw bedrijven is zeer laag in vergelijking met gangbare akkerbouwbedrijven. De aanvoer van fosfaat loopt voor het grootste deel via de aanvoer van mest en plantaardige restmaterialen.

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. Het gebruik van gangbare mest in de biologische landbouw in Nederland wordt echter sterk verminderd.

Uit de gegevens van BIOM bedrijven blijkt dat deze biologische bedrijven in tegenstelling tot de geïntegreerde TmT bedrijven geen kunstmestfosfaat aanvoeren (zie tabel 7.1).

Tabel 7.1.: Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via kunstmest van geïntegreerde en biologische praktijkbedrijven (bron: PPO- bedrijfssystemen onderzoek)

		2003	2004	2005
Totale P205 – Aanvoer (kg/ha)	BIOM	96	102	103
	Telen met Toekomst	87	82	77
Waarvan kunstmest P205 (kg/ha)	BIOM	0	0	0
	Telen met Toekomst	13	27	24

BIOM: registraties van 39 bedrijven; TMT: registraties van 23 (2003) en 17 (2004 en 2005) bedrijven.

Gebruik van kunstmestfosfaat (rotsfosfaat) door biologische bedrijven uit het LEI Bedrijven Informatienet is minimaal in vergelijking met gangbare bedrijven uit dit informatienetwerk (zie tabel 7.2.).

Tabel 7.2. : Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via kunstmest op biologische en gangbare akkerbouwbedrijven van 1997-2000 (bron: Bedrijven Informatienet LEI)

		1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Totale P205 – Aanvoer (kg/ha)	bio	92	67	74	65
	gangbaar	104	95	103	100
Waarvan kunstmest P205 (kg/ha)	bio	6	8	5	4
	gangbaar	41	40	45	40

Vanaf 2000 zijn er geen LEI BIN registratiecijfers van voor biologische bedrijven beschikbaar

7.1.4 Fosfaat grasland

Conclusies grasland:

- Op biologische melkveebedrijven wordt in vergelijking met gangbare melkveehouderij zeer weinig kunstmestfosfaat gebruikt.
- Biologische melkveebedrijven voeren per ha ruim de helft minder fosfaat aan via voer t.o.v. gangbare melkveebedrijven. Voor de productie van het (gangbare) voer zal naar verwachting ook kunstmestfosfaat zijn toegepast.

De fosfaataanvoer op biologische en gangbare melkveebedrijven worden geregistreerd in het LEI Bedrijven-Informatie-Net (tabel 7.3). Uit de LEI BIN registratie blijkt dat biologische bedrijven zowel via het voerspoor als via het kunstmestspoor aanzienlijk minder fosfaat aanvoeren dan gangbare bedrijven. De via het voerspoor aangevoerde fosfaat zal voor de gangbare bedrijven (naar verwachting) voor een hoger deel bestaan uit voer geproduceerd met kunstmestfosfaat dan voor de biologische bedrijven.

Tabel 7.3.: Totale fosfaataanvoer en fosfaat aanvoer via kunstmest en voer op biologische en gangbare melkveebedrijven van 2004 tot 2007 uit het Bedrijven Informatienet LEI

		2004	2005	2006	2007
Totale P2O5 – Aanvoer (kg/ha)	bio	34	39	30	30
	gangbaar	82	87	75	73
Waarvan voer P2O5 (kg/ha)	bio	19	18	23	19
	gangbaar	51	49	55	55
Waarvan kunstmest P2O5 (kg/ha)	bio	3	10	1	1
	gangbaar	20	21	11	8

7.2 Watergebruik

7.2.1 Conclusies watergebruik

Het gebruik van leiding- grond- en oppervlaktewater is op biologische bedrijven lager dan op gangbare bedrijven

O Op basis van de beschikbare gegevens kan niet geconcludeerd worden dat biologische bedrijven minder water gebruiken dan gangbare bedrijven

Melkveehouderij en akkerbouw

- Het gebruik van leidingwater is voor de akkerbouw 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. Voor melkveehouderij ligt het gebruik van leidingwater op biologische en gangbare bedrijven op een gelijk niveau. Voor beregingswater lag het geregistreerde verbruik voor biologische bedrijven in de periode 1997-2000 veel lager dan op gangbare bedrijven. Recente cijfers vanuit de gangbare landbouw voor de periode 2005-2008 liggen op een zelfde niveau dan het verbruik op biologische bedrijven in de periode 1997-2000
- Op basis van de beschikbare cijfers en vanwege het ontbreken van recent cijfermateriaal, kan niet geconcludeerd worden of er verschil is in watergebruik tussen gangbare en biologische bedrijven.
- Op basis van hun hogere opslag van organische stof in de bodem kunnen biologische bedrijven theoretisch een hoger wateropslagcapaciteit en een lagere beregeningsbehoefte hebben

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

7.2.3 Watergebruik akkerbouw

Conclusies akkerbouw:

- Op basis van de beschikbare cijfers en vanwege het ontbreken van recent cijfermateriaal, kan niet geconcludeerd worden of er verschil is in watergebruik tussen gangbare en biologische bedrijven.
- Op basis van hun hogere opslag van organische stof in de bodem kunnen biologische bedrijven theoretisch een hoger wateropslagcapaciteit en een lagere beregeningsbehoefte hebben

Over watergebruik door Nederlandse biologische en gangbare bedrijven zijn alleen tot 2000 gegevens beschikbaar (

Tabel 7.4). Het bedrijven Informatienet LEI geeft na 2000 geen getallen voor bio. 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. Op basis van de beschikbare cijfers en vanwege het ontbreken van recent cijfermateriaal, kan niet geconcludeerd worden of er verschil is in watergebruik tussen gangbare en biologische bedrijven.

Tabel 7.4.: 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 ³)	bio	350	280	340	270
	gangbaar	150	130	160	130
Gebruik beregeningswater (m ³)	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

Sukkel (2010), Klimaatprestaties biologische landbouw

In dit rapport (zie ook par. 7.3) wordt geconcludeerd dat biologische bedrijven meer organische stof in de bodem opslaan. Op basis hiervan zou afgeleid kunnen worden dat op basis van een hoger organische stof gehalte er een hogere wateropslag capaciteit in de bodem is. Deze hogere wateropslag capaciteit zou dan weer moeten leiden tot een lagere beregeningsbehoefte.

De hogere wateropslagcapaciteit van biologische systemen is in enkele (buitenlandse) systeemexperimenten aangetoond. Voor de Nederlandse situatie zijn er geen data over de verschillen tussen biologische en gangbare bedrijfsvoering in wateropslag capaciteit

7.2.4 Watergebruik melkveehouderij

Conclusies melkveehouderij:

- Op basis van de beschikbare cijfers kan niet geconcludeerd worden of er verschil is in watergebruik tussen gangbare en biologische bedrijven.

Over watergebruik door Nederlandse biologische en gangbare melkveebedrijven zijn gegevens beschikbaar vanuit het Bedrijven Informatienet LEI, zie de tabellen 7.5 en 7.6. 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 (periode 1996-2000). Over de periode 2005-2008 zijn in het Bedrijven Informatienet geen cijfers over

beregeningswater op biologische bedrijven te vinden. Het gebruik van beregeningswater op gangbare bedrijven is in de periode 2005-2008 veel lager dan in de periode 1996-2000. Het gangbare verbruik in de periode 2005-2008 ligt in dezelfde orde van grootte als het bio verbruik in de periode 1996-2000. Op basis van deze gegevens kan niet geconcludeerd worden of er verschil is in watergebruik tussen gangbare en biologische bedrijven.

Tabel 7.5. 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 ³)	bio		900	1.000	980
	gangbaar	1.100	1.020	940	890
Gebruik beregeningswater (m ³)	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%

Tabel 7.6: Gebruik van water op biologische en gangbare melkveebedrijven van 2005-2008 uit het Bedrijven Informatienet LEI

		2005	2006	2007	2008 (v)
Gebruik leidingwater (m ³)	bio	850	1.040	1.010	1.040
	gangbaar	990	1.070	1.100	1.150
Gebruik beregeningswater (m ³ per ha	bio		560	350	370
	gangbaar	330			

7.3 Duurzaam bodembeheer

7.3.1 Conclusies duurzaam bodembeheer

Biologische bedrijven beheren hun bodem op een meer duurzame manier dan gangbare bedrijven

***** Er is beperkt direct bewijs, maar verschillende aspecten van het biologische bodem management maken het zeer aannemelijk dat biologische bedrijven op een meer duurzame wijze hun bodem beheren dan gangbare bedrijven.**

Bodemstructuur

Er zijn geen gegevens over verschillen in bodemstructuur op Nederlandse gangbare en biologische bedrijven. Wel is het op basis van bouwplan en toepassing van grondbewerkingstechnieken aannemelijk dat biologische landbouw beter zorg draagt voor een goede bodemstructuur dan gangbare landbouw.

Uitmijning

Het is aannemelijk dat er in de biologische landbouw minder uitmijning plaatsvindt van micro nutriënten. Er is echter geen onderbouwing hiervoor vanuit de literatuur.

Biodiversiteit

Biologische landbouw heeft een hogere bodem biodiversiteit dan gangbare landbouw.

Organische stof gehalte

Biologische landbouw voert meer organische stof aan naar de bodem dan gangbare landbouw.

Er zijn aanwijzingen vanuit de internationale literatuur dat biologische landbouw een hoger organische stof gehalte in de bodem heeft. Er zijn echter beperkt gegevens beschikbaar die dit voor de Nederlandse praktijk situatie kunnen onderbouwen.

Weerbaarheid

Het is aannemelijk dat biologisch beheerde bodems een hogere biologische en fysische weerbaarheid hebben in vergelijking met gangbaar beheerde bodems. De onderbouwing hiervan vanuit de literatuur voor de Nederlandse situatie is vrij beperkt.

7.3.2 Duurzaam bodembeheer algemeen

Van een duurzaam beheer van de bodem wordt verwacht dat de bodem ook op de lange termijn haar functies kan vervullen. Hierin zijn een aantal aspecten te onderscheiden.

- de bodem blijft aanwezig (erosie is kleiner dan de aangroei)
- geen uitmijning van essentiële voedingsstoffen
- geen ophoping van schadelijke stoffen
- voldoende bodemgezondheid
- voldoende structuur
- weerbaarheid tegen extreme biotische of fysische (weers) invloeden

Daarnaast dient de bodem ook op de langer termijn een aantal ecosysteemdiensten zoals biodiversiteit en wateropslagcapaciteit te vervullen die niet alleen van belang zijn voor landbouw maar ook een algemeen maatschappelijk belang dienen.

Een centrale rol in duurzaam bodembeheer speelt de hoeveelheid en kwaliteit van de organische stof in de bodem. Organische stof is de verbinding tussen de bodemfysische, bodemchemische en bodembiologische eigenschappen van de bodem.

Het bodembeheer in de gangbare en biologische landbouw kan op de volgende punten vergeleken worden.

- a) Instandhouding structuur
- b) Uitmijning
- c) Biodiversiteit
- d) Instandhouding organische stof gehalte
- e) Bodemweerbaarheid

7.3.3 Vergelijking bodembeheer in gangbare en biologische landbouw

Conclusies

Voor de Nederlandse omstandigheden is er nog vrij weinig onderzoek gedaan aan de verschillen in bodemkwaliteit tussen gangbare en biologische landbouw. Wel zijn er een aantal duidelijke aanwijsbare verschillen in wijze van bodem management en zijn er aanwijzingen vanuit de internationale literatuur dat dit leidt tot een meer duurzaam bodembeheer. Op de verschillende onderdelen van bodemkwaliteit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bodemstructuur: Er zijn geen gegevens over verschillen in bodemstructuur op Nederlandse gangbare en biologische bedrijven. Wel is het op basis van bouwplan en toepassing van grondbewerkingstechnieken aannemelijk dat biologische landbouw beter zorg draagt voor een

- goede bodemstructuur dan gangbare landbouw.
- Het is aannemelijk dat er in de biologische landbouw minder uitmijning plaatsvindt van micro nutriënten. Er is echter geen onderbouwing hiervoor vanuit de literatuur.
- Biologische landbouw heeft een hogere bodem biodiversiteit dan gangbare landbouw.
- Biologische landbouw voert meer organische stof aan naar de bodem.
- Er zijn aanwijzingen vanuit de internationale literatuur dat biologische landbouw een hoger organische stof gehalte in de bodem heeft. Er zijn echter beperkt gegevens beschikbaar die dit voor de Nederlandse praktijksituatie kunnen onderbouwen.
- Het is aannemelijk dat biologisch beheerde bodems een hogere biologische en fysische weerbaarheid hebben in vergelijking met gangbaar beheerde bodems. De onderbouwing hiervan vanuit de literatuur voor de Nederlandse situatie is echter nog vrij beperkt.

Instandhouding structuur

Biologische landbouw maakt meer gebruik van groenbemesters en structuur-bevorderende rustgewassen als gras/klaver. Daarnaast wordt meestal ook het aandeel (late) rooigewassen lager gehouden dan in de gangbare landbouw. Late gewassen en rooigewassen hebben door zware mechanisatie en relatief ongunstige omstandigheden voor de oogst, een negatief effect op de bodemstructuur. Er zijn echter geen analyses van registratiegegevens van praktijkbedrijven beschikbaar die laten zien hoe groot de verschillen tussen gangbaar en biologisch in gebruik groenbemesters en aandeel rooigewassen zijn.

Naast het gebruik van groenbemesters zijn biologische boeren voorlopers op het toepassen van structuur sparend of structuur-bevorderend management. Zie bijvoorbeeld de toepassing van ondiep ploegen, rijpaden systemen en minimale grondbewerking, welke technieken in Nederland vooral in de biologische landbouw worden toegepast of uitgetoet.

Uitmijning

Voor de hoofdelementen N, P en K houden in Nederland zowel gangbare als biologische bedrijven de bodemvruchtbaarheid op peil.

Door de eenzijdige aandacht voor de macronutriënten zijn er indicaties dat soms de gehalten aan een aantal micronutriënten gevallen beneden de kritische grens komen.

In de biologische landbouw waarbij met organische stof wordt bemest, is er meer vanzelfsprekend een evenredige aanvulling van ook de voorraden micronutriënten. Er is echter geen literatuur gevonden die deze hypothese onderbouwd.

Biodiversiteit

Er zijn weinig gegevens over verschillen in biodiversiteit tussen Nederlandse biologische en gangbare bedrijven. In de internationale literatuur blijkt biologische landbouw vrijwel altijd een hogere biodiversiteit te hebben dan gangbare landbouw, ook onder voor Nederlands vergelijkbare klimaatomstandigheden. Dit is in verschillende literatuurstudies aangetoond o.a. in een meta-analyse van Bengtsson et al (2005). De grootste verschillen in de biodiversiteit worden gevonden in het bodemleven vanwege vooral de hogere aanvoer van organische stof en verminderd pesticiden gebruik.

Voor biodiversiteit is in de rapportage uit deze serie 'Duurzaamheidsprestaties biologische landbouw' een literatuuranalyse gemaakt (Alebeek en Dekking, 2011). Zij komen tot een goed onderbouwde uitspraak dat de diversiteit, biomassa en activiteit van verschillende groepen micro-organismen in de bodem in biologische gronden hoger is dan in gangbare gronden.

Instandhouding organische stof gehalte

Voor organische stof gehalte in de bodem is in de rapportage over klimaat uit deze serie 'Duurzaamheidsprestaties biologische landbouw' een literatuuranalyse gemaakt. De onderstaande tekst geeft het resultaat van deze literatuuranalyse weer.

Sukkel, 2010. Milieuprestaties van Nederlandse biologische landbouw op energie, broeikasgassen en klimaat.

Akkerbouw en vollgrondsgroenteteelt

Alle voor deze literatuurstudie beoordeelde Nederlandse bedrijfsregistraties en resultaten van

stysteemexperimenten laten een hoger aanvoer van effectieve organische stof zien in biologische systemen ten opzichte van geïntegreerde systemen. De logische vooronderstelling is dat de hogere aanvoer leidt tot een hoger organische stof gehalte. Dit is in de literatuur wel voor paarsgewijze vergelijking in systeemexperimenten aangetoond, maar niet voor de paarsgewijze vergelijking van praktijkbedrijven. Hiervoor zijn geen data beschikbaar. De meeste beoordeelde internationale literatuur geeft een hogere opslag van organische stof in de bodem in biologische systemen in vergelijking met gangbare systemen. Graasdierhouderij

Voor de graasdierhouderij en grasland is er beperkt informatie beschikbaar. Er zijn in de literatuur enkele indirecte aanwijzingen dat biologische beheerd grasland een hoger organische stof gehalte heeft dan gangbaar beheerd grasland. De literatuur geeft wel aan dat er een grote invloed is van de frequentie van scheuren op het organische stof gehalte. Er zijn geen literatuurreferenties gevonden die aangeven dat er verschillen zijn tussen biologische en gangbaar in de mate van toepassing van scheuren van grasland. Bij voor Nederland vergelijkbare omstandigheden in Engeland en Nieuw Zeeland laat de wetenschappelijke literatuur geen verschil zien tussen biologisch en gangbaar beheerd grasland.

Weerbaarheid fysisch

Voor de fysische bodemweerbaarheid is in de rapportage over klimaat uit deze serie 'Duurzaamheidsprestaties biologische landbouw' een literatuuranalyse gemaakt. De onderstaande tekst geeft het resultaat van deze literatuuranalyse weer.

Sukkel, 2010. Milieuprestaties van Nederlandse biologische landbouw op energie, broeikasgassen en klimaat

Een veranderd neerslagpatroon is een (o.a. voor West Europa) veel voorspeld gevolg van klimaatverandering. Er worden langere droge periodes verwacht en neerslag zal in heftige korte perioden vallen.

Bij deze verwachting zal de bodem:

- meer water moeten kunnen vasthouden om langere droogte perioden te kunnen doorstaan
- overtollig water beter moeten kunnen afvoeren (geen plasvorming etc.)
- beter beschermd moeten zijn tegen de fysische impact van zware neerslag op de bodem.

Een hoger water vasthoudend vermogen in biologisch beheerde bodems is een gevolg van onder meer het hogere organische stof gehalte. Voor het verschil in organische stof werd in de voorgaande paragraaf van dit rapport vastgesteld dat biologisch beheerde bodems een hoger organische stof gehalte hebben dan gangbaar beheerde bodems.

Lotter et al (2003) stelden voor de Rodale experimenten vast dat de biologisch beheerde bodems meer water konden vasthouden. Voor dezelfde experimenten werd ook een hogere opbrengst geconstateerd wanneer er lange droogteperiodes optraden. Ook was de hoeveelheid water die in biologisch beheerde bodems door de bovenste 36 cm sijpelde, 15 tot 20% hoger dan in gangbaar beheerde bodems. Verder zijn bodems met een hoger organische stof gehalte minder gevoelig voor erosie (Reganold, et al., 1987; Siegrist, et al., 1998).

Mäder et al (2002) stelden vast dat in de DOK experimenten in Zwitserland dat de stabiliteit van de bodemstructuur 20 tot 40% hoger was in de biologisch beheerde plots ten opzichte van de gangbaar beheerde plots.

Voor de Nederlandse omstandigheden hebben biologische beheerde bodems een hogere bedekkingsgraad (Soil Cover Index) van de bodem (Sukkel & Diaz, 2002) waardoor er gedurende het jaar een betere bescherming is tegen extreme weersinvloeden'.

Weerbaarheid biologisch

Voor de biologische bodemweerbaarheid is in de rapportage over klimaat uit deze serie 'Duurzaamheidsprestaties biologische landbouw' een literatuuranalyse gemaakt. De onderstaande tekst geeft het resultaat van deze literatuuranalyse weer.

Sukkel, 2010. Milieuprestaties van Nederlandse biologische landbouw op energie, broeikasgassen en klimaat

Door een veranderend klimaat zal ook de druk van ziekten en plagen veranderen. Voor de Nederlandse situatie wordt een hogere temperatuur verwacht, zachtere winters en langere droogte periodes. Deze

veranderingen zullen naar verwachting nieuwe ziekten en plagen introduceren in de Nederlandse landbouw. Maar ook zullen bestaande ziekten en plagen zich op een andere manier manifesteren. Door de hogere temperatuur en het langere groeiseizoen zullen er bijvoorbeeld meer luisgeneraties in een jaar gaan voorkomen.

De weerbaarheid tegen nieuwe ziekten en plagen en een veranderde druk van bestaande ziekten en plagen wordt in de literatuur vooral gezocht in een hogere (bio)diversiteit.

Een hogere gewasdiversiteit maakt het risico kleiner dat één gewas volledig te gronde gaat door een nieuw pathogeen, maar spreidt ook het risico (minder grote afhankelijkheid) van één gewas.

De Nederlandse biologische landbouw heeft op bedrijfsniveau een duidelijk hogere gewasdiversiteit dan gangbare landbouw. De gemiddelde rotatie in biologische landbouw is 1 op 6, die in gangbaar is ongeveer 1 op 4.

Een hogere biodiversiteit moet ervoor zorgen dat nieuwe of bestaande ziekten en plagen zich minder snel ontwikkelen door allerlei processen die dempend werken op de ontwikkeling van ziekten en plagen, zoals natuurlijke vijanden en antagonisten.

Biologische landbouw heeft een hogere biodiversiteit dan gangbare landbouw, ook onder voor Nederland vergelijkbare klimaatomstandigheden. Dit is in verschillende literatuurstudies aangetoond o.a. in een meta-analyse van Bengtsson et al (2005). Voor de Nederland hebben Alebeek en Dekking (2010) een literatuurverkenning gedaan over de biodiversiteit in biologische teeltsystemen. Zij komen tot een goed onderbouwde uitspraak dat de diversiteit, biomassa en activiteit van verschillende groepen micro-organismen in de bodem in biologische gronden hoger is dan in gangbare gronden.

Kotschi (2006) onderstreept het belang van biodiversiteit als een strategie om het adaptatievermogen van landbouwsystemen te versterken. Vanuit een diverse genenbank om in de toekomst voldoende resistenties te kunnen inbouwen in gewassen maar ook voor algemene weerbaarheid van systemen.

Crowder et al (2010) toonden aan dat biologische landbouw niet alleen een hogere biodiversiteit geeft maar ook een betere gelijkwaardigheid ('evenness') in de hoeveelheid verschillende soorten die een rol spelen in de beheersing van plagen. Deze 'evenness' leidt tot een betere beheersing van plagen.

Een erkende methode om bodemweerbaarheid te meten is een biotoets. Hierbij wordt een ziekteverwekker aan de grond toegevoegd en gekeken hoeveel schade deze veroorzaakt in een gevoelig (test)gewas. In het project Topsoil+ op zandgrond waarbij o.a. verschillende organische stof regimes met elkaar werden vergeleken (Reuler, 2010) werden jaarlijks grondmonsters genomen uit verschillende teeltsystemen voor de teelt van siergewassen. Hiermee werden biotoetsen ingezet om de bodemweerbaarheid tegen *Pythium* (bij hyacint), *Rhizoctonia solani* (bij tulp), *Meloidogyne hapla* (bij sla) en *Pratylenchus penetrans* (bij narcis) te meten en te volgen in de tijd. Een veldproef met Blauwe Monnikskap heeft aangetoond dat het OS-gehalte en de voorafgaande teelt (met name *Tagetes*) een positief effect hebben op de weerbaarheid tegen wortelknobbels (*M. Hapla*).

Bijlage 1

Literatuur:

- Aarnink, A.J.A., Ivanova-Peneva, S.G., Schouten, W.G.P., Nijeboer, G.M. (2005). Ammoniak- en mineralenverliezen in de biologische varkenshouderij. Agrotechnologie & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Aarnink, A.J.A., Hol. J.M.G., Beurskens, A.G.C., Wagemans, M.J.M. (2005). Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen. Agrotechnologie & Food Innovations B.V., Wageningen.
- Alebeek, F en A. Dekking (2011). Duurzaamheidsprestaties op het gebied van natuur en landschap. Biokennis en WUR-PPO rapport januari 2011, 46 pp.
- Anonymus (2003). Duurzame Bedrijfssystemen Akkerbouw en Vollegrondsgroententeelt. PPO publicatie 306-1 t/m 10.
- Basset-Mens, C., Werf, H.M.G. van der (2005). Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 105 (2005) 127-144.
- Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A.-C. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. Journal of Applied Ecology, 42, 261-269.
- Berge, ten en 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.
- Boer, M., Kool, A., Schans, F. van der (2006). Gebruik van kopersulfaat in voetbaden. De overschotten lopen uit de klauwen. CLM 627, Culemborg.
- Bosch, M. van den (2004), Het tweede leven van substraat. Groenten & Fruit, week 33.
- Blok, J. de, (2008). Milieuwinst biologische boomkwekerij. PPO publicatie nr 426, 24 pp.
- 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.
- Broek, R. vd 2009, Nieuwe middelen voor de biologische landbouw, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bioconnect verslag 3250122808.

- Burgt, G.J. van den, Bestman, M. (2009). Mineralenbelasting van de kippenuitloop. Kippenuitloop Gezond en Groen. Louis Bolk Instituut, LBI Publicatienummer LV76.
- Buizer, B. (2006). Handleiding beheersing schade door schimmels. Insecten en slakken in de biologische akkerbouw en vollgrondsgroenteteelt DLV en PPO-AGV, 157 p.
- Crowder, David W. , Tobin D. Northfield, Michael R. Strand & William E. Snyder (2010). Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature* Vol 466, 1 July 2010.. pp 109-112
- Dalgaard, R., Halberg, N., Hermansen, J.E. (2007). Danish pork production. An environmental assessment. Faculty of Agricultural Sciences. In: DJF Animal Science no. 82, November 2007.
- 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, Heeres, E., Iepema, G., Meer, H. van der (2005). Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven. Rapport 9 Bioveem, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Ehlert, P. en Koopmans, G. (2002). Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van Telen met Toekomst. Een analyse van de situatie bij de start van het project. Alterra, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving en Plant Research International.
- Eriksen, J., Petersen, S.O., Sommer, S.G. (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.
- Geel, W. en Oele, C. (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.
- Groot M.J., M.L. Josse, P.A.M. Besseling, Th. L.J. Janssen. (1996). Kwantitatieve Informatie Fruitteelt, 1996/1997.
- Haan, de, J. en van Geel, W. (2010) Nutriënten Waterproof Nitraatnorm op zand verdraagt geen intensieve landbouw. WUR-PPO uitgave. Nutriënten Waterproof 2010, 24 pp.
- Halberg, N., Werf, H.M.G. van der, Basset-Mens, C, Dalgaard, R., Boer, I.J.M. de (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., Studsholm, K., Horsted, K. (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.
- Hoogenboom L.A.P., Bokhorst J. G, Northolt M.D, Broex N.J.G., Mevius D., Meijs J.A.C., Roest J. van der. (2006). Contaminanten en micro-organismen in biologische producten. Vergelijking met gangbare

- producten. RIKILT Rapport 2006.002 maart 2006.
- Iepema, G et al. 2006; Vijf jaar Bioveem: 17 strategieën voor een duurzame toekomst.
- Ivanova-Peneva, Aarnink en Verstegen (2008). Ammonia emissions from organic housing systems with fattening pigs. In: Biosystems engineering 99, p. 412-422
- Ivanova-Peneva, S.G., Aarnink, A.J.A., Verstegen, M.W.A. (2006). Ammonia and Mineral Losses on Dutch Organic Farms with Pregnant sows. In: Biosystems Engineering (2006) 93, 221-235.
- Ivanova-Peneva, S.G., Aarnink, A.J.A. (2004). Reducing ammonia and mineral losses in organic pig production. In: Proceedings of the 2nd SAFO Workshop 223-228, Witzenhausen, Germany.
- Kimman Tjeerd, Mari Smits, Bas Kemp Paul Wever and Jos Verheijden. 2010. Banning antibiotics, reducing resistance, preventing and fighting infections. White Paper on research enabling an 'antibiotic-free' animal husbandry. Published under responsibility of the partners of the Knowledge Chain Infectious Diseases of Animals, i.e. the Animal Sciences Group of Wageningen UR, the Faculty of Veterinary Medicine, and the Animal Health Service. March 2010. pp 72
- Knudsen, M.T., Kristensen, I.S., Berntsen, J., Petersen, B.M., Kristensen, E.S. (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. en Holzhauer, M. (2005). Gebruik van kopersulfaat in voetbaden, V-focus.
- Kotschi, J. (2006). Coping with Climate Change, and the Role of Agrobiodiversity. Conference on International Agricultural Research for Development. Tropentag 2006 University of Bonn. October 11-13, 2006.
- Kristensen, E.S., Knudsen, M.T. (2004). Impact of Organic farming on aquatic environment. Presentation in Lednice, 1st July 2004.
- Lotter, D., Seidel, R. & Liebhardt, W. (2003): The Performance of Organic and Conventional Cropping Systems in an Extreme Climate Year. American Journal of Alternative Agriculture 18: 146-154
- 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., Roberts, C., Voroney, R.P. (2006). Sustainability of organic dairying in Canada. Paper presented at Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D, Gunst, L., Fried P. and Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296, p. www.fibl.org 1694-1697.
- Meulen, J. van der, Kijlstra, A., Reijmer, E., Sielias, W. (2003). Inventarisatie diergeneesmiddelen gebruik in de biologische varkenshouderij. Opdrachtgever: Centraal Instituut voor Dierziektecontrole (CIDC) Lelystad, Wageningen UR.
- Mheen, H. van der (2004). Stikstofuitspoeling van onverharde uitloper in de varkenshouderij. Rapportage opdrachtgever, Animal Sciences Group, Lelystad.

- 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., Hepperly, P., Hanson, J., Doude, D., Seidel, R. (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
- Pluimers, J., C. Croeze, E.J. Bakker, H. Challa & L. Hordijk. Environmental systems analysis of Dutch tomato cultivation under glass. Wageningen, 2000.
- Reganold, J.P.; Elliot, L.F. and Unger, Y.L. (1987). Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. Nature 330, 370-372.
- Regeling ammoniak en veehouderij (2002). Ministerie VROM, Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bodem, Water en Landelijk, Gebied Afdeling Landbouw.
- Reuler, H. van, 2010, Topsoil+ Systeeminnovaties voor een duurzame sierteelt op duinzandgrond. Informatiepamflet. PPO van Wageningen UR
- Rovers, J.A.J.M., Embrechts, A., (2000). Nitraatuitspoeling en MINAS, betekenis voor de vollegrondsgroenteteelt, PAV Bulletin Vollegrondsgroenteteelt.
- Ruijter, F.J. de, Boumans, L.J.M. (2005). Waterkwaliteit op open teelt bedrijven en de relatie met bodem- en bemestingsvariabelen. Resultaten van het project Telen met Toekomst, 2000-2004.
- Ruis, M., Pinxterhuis, I., Vrolijk, M. (2010). Update welzijnsprestaties biologische veehouderij. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Scheringer, J., Isselstein, J. (2001). Nitrogen budgets of organic and conventional dairy farms in North-West Germany. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6.
- Schils, R.L.M., Kasper, G.J. (2005). Nitraatgehalte in het grondwater van biologische melkveebedrijven. Rapport 7 Bioveem, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Schröder, J., Eekeren, N. van, Oosterhof, D. (2006). De stikstofstromen bij Oosterhof nader bekeken.
- Senternovem (2009). Nederlands afval in cijfers, gegevens 2000-2007. Senternovem, 77 pp.
- Siegrist, S., Staub, D., Pfiffner, L. and Mäder, P. (1998) Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems and Environment 69, 253-264.
- Sluis, W. van der en Beek, V., ter (2008). The discussion goes on: organic pork production and global warming. Cranfield University.
- Smit, A.L., Haan, J.J. de, Zwart, K.B. (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 en Omgeving en Alterra.
- Smolder, E.A.A., Middelkoop, J.C. van, Verkaik, J.C. (2008). Beperking koper en zink op melkveebedrijven

- in Zuid-Nederland. Balansen en aanbevelingen. Koeien & Kansen Rapport nummer 48. Lelystad.
- Smolders, G. (2010). Dagdoseringen biomelkvee gescreend. Antibioticagebruik: meer of minder. *Ekoland* 11, 8-11.
- 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.
- Sukkel, W.; Garcia Diaz, A. (2002). Integrated and Ecological Crop Protection (I/ECP)
In: Integrated and ecological crop protection. - Lelystad : Applied Plant Research, (VEGINECO project report 4)
- Sukkel, W., J. Spruijt, G. Peppelman¹ & I. Vermeij (2007). 'Verantwoorde en communiceerbare argumenten bij biologische producten' Onderdeel Milieueffecten. PPO rapport nr 362, 76 pp
- Sukkel, W. (2010). Milieuprestaties van Nederlandse biologische landbouw op het gebied van energie, broeikasgassen en klimaat. Biokennis en WUR- PPO rapport. 60 pp
- Taube and Pötsch, 2001; On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms. In: Grassland Science in Europe, Vol. 6
- Telen met Toekomst (2002). Telen met Toekomst, voor telers met toekomst, Jaaroverzichten 2000-2002.
- Thomassen, M.A., Calker, K.J. van der, Smits, M.C.J., Iepema, G.L., Boer, I.J.M. de (2008). Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. In: *Agricultural Systems* 96 (2008) 95-107.
- Velzen van V.N.H. Saldovergelijking tussen twee biologisch geteelde appelrassen, Intern PPO-fruit rapport, 2004.
- Vijver, L. v.d., Hoogenboom, R., Huber, M. (2009) Voedselkwaliteit, veiligheid en gezondheid van biologische producten, Update van de literatuur. Louis Bolk Instituut, Hoofstraat 24, 3972 LA Driebergen Rapportnummer GVV 08, 50 pp.
- Wachenfelt, H., Jeppsson, K.H. (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, Dekkers, Th.B.M., Oenema, O. (1995) Fosforkringloop en ecologische aspecten van de fosfaathuishouding. LUW-vakgroep Ecologische Landbouw, DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO).
- Wetterich, F., Haas, G. (2001). Life cycle assessment Allgäu: environmental impact of organic, extensified and intensive grassland farms in southern Germany. In: *Grassland Science in Europe*, Vol. 6.
- Wijnands, F.G., Holwerda, J. (2003). Op weg naar een goede biologische praktijk – resultaten en ervaringen uit BIOM. PPO 317.
- Williams, A.G., Audsley, E. and Sandars, D.L. (2006). Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Defra project report ISO205.
- Wolfswinkel, M. van, Leferink, J., Bok, R., Aalders, T. (2001). Voedselveiligheid van producten uit de

biologische landbouw, Expertisecentrum LNV, februari 2001.

Internet:

Bedrijven Informatienet LEI: www.lei.wur.nl/NL/statistieken/Binternet/

BIOM: www.syscope.nl/home/project_item.asp?ph_id=72&titel=programma

CBS: www.cbs.nl

CLM meetlat: www.milieumeetlat.nl/open_teelten_meetlat.nl

Compendium voor de leefomgeving: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/

CTB: www.ctb.agro.nl

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM RIVM): www.mnp.nl

Maran 2008 ; <http://www.maran2008.wur.nl/>

Milieu- en Natuurcompendium: www.mnp.mnp.nl/mnc

Milieuloket: www.milieuloket.nl

Nefyto: www.mnp.nl/mnc/i-nl-0015.html

Telen met Toekomst: www.telenmettoekomst.nl

Wikipedia: 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 en Omgeving, Lelystad.

PPO Bedrijfssystemen onderzoek: Interne documentatie van bedrijfsregistraties van PPO-proefbedrijven (1991-2005), Nutriënten Waterproof en de Smaak van Morgen (2006-2009) Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

Het doel van Bioconnect is het verder ontwikkelen en versterken van de biologische landbouwsector door het initiëren en uitvoeren van onderzoeksprojecten. In Bioconnect werken ondernemers (van boer tot winkelvloer) samen met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en adviesorganisaties. Dit leidt tot een vraaggestuurde aanpak die uniek is in Europa.



Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie is financier van de onderzoeksprojecten



Wageningen UR (University & Research centre) en het Louis Bolk Instituut zijn de uitvoerders van het onderzoek. Op dit moment zijn dit voor de biologische landbouwsector ongeveer 140 onderzoeksprojecten.



www.biokennis.nl