

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU  
BILTHOVEN

RIVM-rapportnr. 715651006

**Milieubewuste vormen van akkerbouw,  
een momentopname**

H.W.Köster

oktober 1998

Dit onderzoek werd verricht als onderdeel van het MAP-Directie, project Milieu en Ruimte (projectnummer 715651) in opdracht en ten laste van Directie RIVM

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,  
tel. 030-2749111, fax 030-2742971

**VERZENDLIJST**

1. Directie RIVM
2. Prof.Ir. N.D. van Egmond
3. Ir. F. Langeweg
4. Drs. L.H.M. Kohsiek
5. Ir. R. van den Berg
6. Dr. H.J.P. Eijsackers
  
7. Dr.Ir. J.R.M. Alkemade
8. Drs. A.H. Bakema
9. Drs. J.A. Bakkes
10. Ing. G.P. Beugelink
11. Drs. J.C. Bollen
12. Ir. G.J. van den Born
13. Mw. Drs. J.A.M. Borsboom-van Beurden
14. Ir. L.J.M. Boumans
15. Dr.Ir. A.F. Bouwman
16. Dr.Ir. J.J.B. Bronswijk
17. Ir. G. van Drecht
18. Ir. W. van Duijvenbooden
19. Mw. Ir. P.M. van Egmond
20. Dr. M.G.J. den Elzen
21. Ir. B. Fraters
22. Drs. A. van der Giessen
23. Dr. R. Goetgeluk
24. Dr.Ir. J.J.M. van Grinsven
25. Ir. K. van de Hoek
26. Ir. N.J.P. Hoogervorst
27. Dr. O. Klepper
28. Ir. J.B.H.J. Linders
29. Dr. R. Leemans
30. Dr. C.R. Meinardi
31. Ir. J.H.C. Mülschlegel
32. Ir. C.G.J. Schotten
33. Ir. B.J. Strengers
34. Drs. R.J. van der Velde
35. Dr. H.J.M. de Vries
36. Drs. J. Wiertz
37. Drs. J. Willems
  
38. Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
39. Bureau Rapportenregistratie
40. Bibliotheek RIVM
41. Bibliotheek LBG/RIVM
42. Bibliotheek LUW
43. Bibliotheek AB-DLO
44. Bibliotheek SC-DLO
- 45-60 Bureau Rapportenbeheer

"Mede ter informatie aan:"

61. Mw. Mr. M.L.C. van Assen (NEFYTO)
62. Ir. K. van Beek (KIWA, Nieuwegein)
63. C. van den Berg (Prov. N.Brabant)
64. Ir. J. van den Berg (VEWIN)
65. Ir. R. Besems (BD Ver.)
66. Ir. D.J. den Boer (NMI; PR Lelystad)
67. Ir. J.G. Bokhorst (Louis Bolk Instituut)
68. Prof.Dr.Ir. J. Bouma (LUW)
69. Ir. S.J.M. Breukel (LNV, Regio NW)
70. Ing. H. Brinks (DLV, Bennekom)
71. Dr. F.M. Brouwer (LEI-DLO)
72. Mw. Ing. S.T. Buijze (CLM)
73. Ir. A. van Delden (AB-DLO)
74. Prof.Dr.Ir. A. van Diest
75. Ir. J. Dogterom (DLV, Bennekom)
76. Drs. M.J. Dresden (DGM/VROM)
77. A. Dries (Prov. Drente)
78. Dr. Ing. P. Droogers (IMMI, Turkeije)
79. Ir. G. van de Eertwegh
80. Dr. M.J. Frissel
81. Mw. Ir. I. Geraerds (DL/LNV)
82. Prof.Dr.Ir. E.A. Goewie (LUW)
83. Mw. Ir. S.G. Grobben (SKAL)
84. Prof.Dr.Ir. F.A.M. de Haan (LUW)
85. Ir. T. de Haan (LEI-DLO)
86. Mw. Ir. M.J.D. Hack-ten Broeke (SC-DLO)
87. Ir. P.W.M. van Ham (IKC-L)
88. Ing. J. Heinen (DLG)
89. Ir. J.F.M. Helming (LEI-DLO)
90. Mw. Ir. C.M.L. Hermans (SC-DLO)
91. Ir. H.O. Hooghoudt (DGM/VROM)
92. Ing. J.Th.M. Huinink (IKC-L)
93. Ing. T. Jansen (IKC-L)
94. Ir. H.W.F. Jellema (Hogeschool Larenstein)
95. L. Joosten (VEWIN)
96. Ir. J. Karres (Dir.Natuur/LNV)
97. Ir. J.J. Kessler (AIDEnvironment)
98. Mw. L. Klein Holkenborg (SMK)
99. Ir. H. Kloen (AB-DLO)
100. Drs. G.K. Koopmans (UVA)
101. Ir. O.C.H. de Kuijer (DTO)
102. Ir. H. Laros (GCG)
103. Mr. J. de Leeuw (Erasmus Forum)
104. Mw. Ing. S. Leferink (WMO)
105. Mw. Ing. W. van Leeuwen (PAV/LNV)
106. Ing. F.C. van der Linden (CBS)
107. Drs. H.M. Londo (STS/RUU)
108. L. Lousma (LASER, regio Noord)
109. Ir W.M. Markusse
110. Ir. P.J. Mur (IKC-L)

111. Drs. H. Nootenboom (IGB-KvW, Nijmegen)
112. J. Noot (WMD)
113. Prof.Dr.Ir. O. Oenema (AB-DLO)
114. Dr.Ir. G.A. Pak (CLM)
115. Ir. E.R.P. Platje (Tuinbouwer)
116. Prof.Dr.Ir. J.D. van der Ploeg (LUW)
117. Ir. R. Pothoven (NMI)
118. Ir. C. Reijntjes (ETC)
119. Prof.Dr.Ir. L. Reijnders (Stichting Natuur en Milieu)
120. Ir. D.A.M. Risseeuw (LTO)
121. Prof.Dr.Ir. N.G. Röling (LUW)
122. Prof.Dr.Ir. J.Rotmans (ICIS-UM)
123. Ing. E.J.S. Schaap (DLV, Bennekom)
124. Dr.Ir. J. Schröder (AB-DLO)
125. Ir. M.J. Smit (GWG)
126. Dr. G.R. de Snoo (CML/RUL)
127. Dr.Ir. J.A.B.M. Theunissen (IPO-DLO)
128. Ir. R. van der Veeren (IVM/VU)
129. Dr. P. Vereijken (AB-DLO)
130. Ir. H.E.M.M. Vervaet (Akkerbouwer)
131. Ir. A.J. Voortman (Redacteur 'Spil')
132. Ing. K. Water (DLV, Woerden)
133. M. Waterman (Tuinbouwer)
134. Mw. A. Wesselo (MBT)
135. H. Wieringa (Nieuwland Advies)
136. Ir. F.G. Wijnands (PAV/LNV)
137. Ir. H.G. de Wiljes
138. Mw. Ing. Karin L. Zimmerman (LEI-DLO)

## VOORWOORD

Deze studie zou voor mij niet uitvoerbaar zijn geweest zonder de visie van en de contacten met vele personen. De meesten van hen zijn opgenomen in de verzendlijst en veelal is naar hen verwezen als auteur van (toegezonden) publikaties.

Daarnaast wil ik, zonder anderen tekort te doen, allereerst de volgende mensen bedanken:

Frank Wijnands, Wikkie van Leeuwen (PAV), Arnout van Delden, Jaap Schröder, Pieter Vereijken (AB-DLO), Eelco Schaap, Harm Brinks (DLV), Johan Heinen (DLG), Paul van Ham, Jan Huinink, Theo Jansen, Piet Jan Mur (IKC-L), Lieuwe Lousma (Laser), Peter Droogers (LUW), Simone Leferink (WMO), Jacob Noot (WMD), Leo Joosten (VEWIN), Cent van den Berg (Prov. N.Brabant), Gé Pak, Sarie Buijze (CLM), Leen Janmaat (Skal), Frank van der Linden (CBS), Lelie Kleinholkenborg (SMK), Geert de Snoo (CML), Leo Boumans, Dico Fraters, Karel Kovar, Cees Meinardi, Jan Mülschlegel, Hans Reijnders (RIVM).

Tenslotte ben ik Oene Oenema (AB-DLO) en de RIVM collega's Rob van de Velde, Lex Bouwman, Jaap Wiertz, Jaap Willems en Anton van der Giessen (LBG) bijzonder dankbaar voor hun commentaar op conceptversies.

## ABSTRACT

### State of the art of environmentally friendly cropping systems

RIVM is in the process of developing a Decision Support System (DSS) for the Rural Environment to both diagnose spatial and environmental problems and explore potential solutions. In an investigation directed at the incorporation of arable farming in the DSS an inventory and study of spatial and environmental aspects of the main 'environmentally friendly' cropping systems as practised in the Netherlands were made.

When pesticides are not used, as in the case of organic farming, the frequency and growing period of potatoes, the most important crop, are limited. The annual yield of these potatoes, calculated as an average of the crop rotation cycle, amounted to 40% of that of other environmentally friendly and regular cropping systems. The restriction of using only manure in organic farming would lead to the application of too much phosphate and/or an increase in nitrate leaching on more than 70% of the arable land. This does not occur where mineral fertilisers are used in an environmentally conscious way.

The ten main environmentally friendly cropping systems can be aggregated into two types: organic without the use of pesticides and mineral fertilizer, and integrated cropping with an environmental and agronomic optimisation of crop rotation, fertilisation and use of pesticides. The environmental advantages of all systems can be combined into a new third type: cropping without using pesticides, however, using mineral fertilizer and/or manure. It will suffice to consider these three cropping types in the DSS to examine the contribution of environmentally friendly cropping for solving spatial and environmental problems. In addition, the system in which, for example, three-metre wide field margins are not fertilized or treated by pesticides, can be considered as a separate type or used in combination with each cropping type.

Determining the characteristics of the three of environmentally friendly cropping types and a representative common cropping type makes it possible to compare the spatial efficiency, production, soil suitability and environmental impacts of these cropping types with the DSS. In doing so integrated assessments for future land use can be obtained.

## SAMENVATTING

### Milieubewuste vormen van akkerbouw, een momentopname

Het RIVM ontwikkelt een Decision Support System (DSS) Groene Ruimte, gericht op de diagnose van gebieds- en funktiegerichte ruimte- en milieuproblemen en het verkennen van oplossingsrichtingen. Voor het ontwerpen van de akkerbouw component in het DSS zijn de ruimte- en milieu-aspecten van diverse vormen van milieubewuste akkerbouw geïnventariseerd en bestudeerd, vooral ter vergeleking met de gangbare akkerbouw.

Het volgende komt hieruit naar voren. Het niet gebruiken van bestrijdingsmiddelen in de biologische akkerbouw beperkt de teeltfrequentie en de groeiduur van aardappelen, het belangrijkste akkerbouwgewas. De opbrengst hiervan per jaar, gemiddeld over de vruchtwisselingscyclus, is 40% van die van andere milieubewuste en de gangbare vorm van akkerbouw, ofwel voor biologische teelt van aardappelen is de benodigde gewasrotatiegroeiruimte 2,5x zo groot. Het gebruik van alleen organische mest, zoals in de biologische akkerbouw, zou op meer dan 70% van het akkerbouwareaal leiden tot toevoer van te veel fosfaat en/of verhoogde nitraatuitspoeling. Dit is niet het geval bij milieubewust gebruik van kunstmest.

De bestaande milieubewuste vormen kunnen geaggregeerd worden tot twee typen: de biologische akkerbouw zonder gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen; en de geïntegreerde akkerbouw met agronomische en milieukundige optimalisatie van vruchtwisseling, bemesting en bestrijdingsmiddelen. De milieuvoordelen van alle vormen kunnen gecombineerd worden tot een nieuw derde type: milieubewuste akkerbouw zonder bestrijdingsmiddelen, met gebruik van kunstmest en/of organische mest. Met deze drie typen kan volstaan worden in het DSS bij beschouwing van de bijdrage van milieubewuste akkerbouw aan de oplossing van ruimte- en milieuproblemen inherent aan de gangbare akkerbouw. Het 'akkerrandbeheer' - het onbemest en onbespoten laten van bijvoorbeeld drie meter brede akkerranden - kan zowel als afzonderlijk type beschouwd worden of toegevoegd worden aan ieder type akkerbouw.

Door de vastlegging van kenmerken van de drie typen milieubewuste akkerbouw en van één representant van de gangbare akkerbouw kunnen met het DSS Groene Ruimte het ruimtegebruik, de produktie, de bodemgeschiktheid en de milieubelasting voor deze typen akkerbouw vergeleken worden en in een integrale ruimtelijke afweging worden betrokken.

**INHOUD**

1. INLEIDING EN DOELSTELLING .....	10
2. LANDBOUWVORMEN EN STIJLEN .....	13
2.1 Inventarisatie .....	13
2.2 Indeling en selectie .....	13
2.3 Arealen, bedrijven en gewassen .....	15
3. ALGEMENE KARAKTERISTIEKEN .....	18
3.1 De biologische landbouw .....	20
3.2 MilieuKeur akkerbouw .....	22
3.3 Milieu Bewuste voedingsTuinbouw .....	24
3.4 Geïntegreerde akkerbouw .....	24
3.5 A2000 akkerbouw .....	25
3.6 Beheerslandbouw en akkerranden .....	26
3.7 MacSharry braak in de akkerbouw .....	28
3.8 Landbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden .....	31
3.9 Conclusies .....	32
3.10 Samenvatting; karakteristieken van milieubewuste akkerbouwvormen .....	33
4. BODEMGESCHIKTHEID EN BODEMBEPERKINGEN .....	36
4.1 Agroecologische bodemfactoren .....	36
4.1.1 Bodemvruchtbaarheid en bemesting .....	36
4.1.2 Bodempathogenen en plagen .....	38
4.1.3 Onkruid .....	40
4.2 Bodemverontreiniging .....	41
4.3 Effecten van akkerbouw .....	43
4.4 Conclusies .....	44
4.5 Samenvatting; bodemgeschiktheid en beperkingen .....	45
5. OPBRENGST EN RUIMTEBESLAG .....	47
5.1 Gewasopbrengst .....	48
5.2 Vruchtwisseling en vruchtwisselingsopbrengst .....	51
5.3 Ruimtebeslag, gewasrotatiegroeiruimte .....	57
5.4 Conclusies .....	58
5.5 Samenvatting; opbrengst en ruimtebeslag .....	59
6. MILIEUBELASTING MET N, P EN BESTRIJDINGSMIDDELEN .....	61
6.1 Nutriënten N en P .....	61
6.1.1 Begrippen, processen en regelgeving .....	61
6.1.2 Biologische landbouw .....	65
6.1.3 MilieuKeur akkerbouw .....	71
6.1.4 Geïntegreerde akkerbouw .....	72
6.1.5 A2000 akkerbouw .....	76
6.1.6 Beheerslandbouw en MacSharry "Braak" in de akkerbouw .....	78
6.1.7 Akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden .....	78
6.1.7 Milieubewuste vormen, de Minas normen en de nitraatnorm .....	79
6.1.9 Conclusies milieubelasting met N en P .....	82
6.1.10 Samenvatting; milieubelasting met nutriënten en bemesting .....	84
6.2 Bestrijdingsmiddelen .....	87

---

6.2.1 Inleiding . . . . .	87
6.2.2 Milieubewuste vormen van akkerbouw . . . . .	88
6.2.3 Milieubewuste vormen, het MJPG en milieubelastingspunten . . . . .	94
6.2.4 Conclusies milieubelasting met bestrijdingsmiddelen . . . . .	96
6.2.5 Samenvatting; milieubelasting door en gebruik van bestrijdingsmiddelen . . . . .	97
7. TOEPASSINGEN IN DSS GROENE RUIMTE, RUIMTESCANNER, CLEAN EN IN EVALUATIES . . . . .	99
7.1 Inleiding . . . . .	99
7.2 Selectie van akkerbouwtypen voor het DSS . . . . .	99
7.3 Kenmerken van de vier geselecteerde akkerbouwtypen . . . . .	101
7.4 Bodemgeschiktheid bij milieubewuste akkerbouw in het DSS . . . . .	102
7.5 Performance indicatoren voor akkerbouw in het DSS . . . . .	104
7.6 Samenvatting; toepassing . . . . .	106
8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES . . . . .	107
8.1 Inleiding; achtergrond, doel en methode van de studie . . . . .	107
8.2 Vormen van milieubewuste akkerbouw en hun karakteristieken . . . . .	107
8.3 Bodemgeschiktheid en beperkingen . . . . .	108
8.4 Opbrengst, vruchtwisseling, ruimtebeslag, gewasrotatiegroeiruimte . . . . .	110
8.5 Bemesting en milieubelasting met nutriënten . . . . .	111
8.6 Bestrijdingsmiddelen: verbruik en milieubelasting . . . . .	111
8.7 Vergelijking van milieubewuste vormen en omschakeling . . . . .	112
8.8 Milieubewuste akkerbouw in het DSS Groene Ruimte . . . . .	114
8.9 Verder onderzoek . . . . .	115
BIJLAGE 1. Karakteristieken van de vormen van milieubewuste akkerbouw . . . . .	117
BIJLAGE 2. Nitraatconcentraties in grond- en drainwater . . . . .	118
LITERATUUR . . . . .	120

## 1. INLEIDING EN DOELSTELLING

### *Inleiding*

Vanuit de samenleving is de druk groot op de landbouw om voedsel in ruime overvloed, van goede kwaliteit en laag in prijs te produceren. In Nederland is dit de afgelopen eeuwen bewerkstelligd door areaal uitbreiding middels ontwatering, ontginning en inpoldering, allen ten koste van natuur (Blink, 1927; Gorter, 1986). De laatste vijf decennia is de Nederlandse productie per ha en per mensuur enorm gestegen door mechanisering, schaalvergroting, specialisering en intensivering. Bij dit laatste spelen kunstmest en bestrijdingsmiddelen een belangrijke rol. Hoewel nog in de minderheid, gingen ruim 40 jaar geleden steeds meer stemmen op, dat deze veranderingen in de landbouw niet zonder schadelijke neveneffecten konden doorgaan en dat mogelijk de landbouw zelf in deze vorm niet duurzaam zou zijn (Goes van Naters, 1951; Meadows, 1972; COBL, 1977; NRLO, 1977; Gorter, 1986). Dit is in veel opzichten juist gebleken. De dreigende permanente, deels gesubsidieerde, overproductie met de schadelijke effecten van ongelimiteerde landbouwintensivering op milieu, natuur en landschap, worden sinds een tiental jaren algemeen onderkend. Met daarbij het gegeven dat van de 'Groene Ruimte', ingekrompen tot 24.000 km<sup>2</sup>, 82% gebruikt wordt door de landbouw. Door de overvloedige bemesting worden de kwaliteitsnormen overschreden van nitraat in het bovenste grondwater en van fosfor en stikstof in het oppervlaktewater (RIVM, 1996). De oorspronkelijke NMP-doelstelling 'evenwichtsbemesting in 2000' is verlaten, het tijdstip waarop de hieraan gerelateerde milieudoelen moeten worden gerealiseerd is naar een verdere toekomst verschoven. Ook doelstellingen voor de reductie van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door de landbouw voor 1995 zijn niet gehaald met uitzondering van grondontsmettingsmiddelen (LNV, 1995b; RIVM, 1996). De landbouw dient dus vanuit milieuoogpunt minder milieubelastende produktiemethoden te gebruiken. De belangrijke rol van de landbouw bij de instandhouding van de open Nederlandse landschappen - met de voor Europa specifieke biodiversiteit van weidevogels, kleine dieren, bodemleven en planten - wordt hierbij onderkend door natuur- en landschap-beschermingsorganisaties. Echter ook hiervoor is een andere vorm van landbouw gewenst, die meer ruimte biedt aan en rekening houdt met natuur, landschap en milieu, dan de gangbare landbouw. De overgang naar een meer milieuvriendelijke landbouw en de integratie van de landbouw met andere Groene Ruimte functies, behoren tot de belangrijkste doelstellingen van het Nederlandse overheidsbeleid in de komende decennia (RLG, 1997). In 1997 startte het RIVM met de ontwikkeling van een Decision Support System (DSS) Groene Ruimte (project nr. 711901, MAP Milieu 1997). Het doel van dit instrument is het uitvoeren van de diagnose van gebieds- en funktiegerichte milieuproblemen en het verkennen van oplossingsrichtingen. Centraal in het DSS staan de ruimtelijke functies landbouw, natuur, waterwinning en recreatie. Gezien de dominante rol van de landbouw, zowel in het ruimtegebruik als in de milieubelasting van de Groene Ruimte, zal een landbouwevaluatie-module worden ingebouwd. Daarmee worden de gebiedsgerichte potenties (o.a. voedselproductie, werkgelegenheid) en restricties (o.a. milieu- en natuurgebruiksruimte) van de landbouw gekwantificeerd. De grote verscheidenheid van bestaande en mogelijke Nederlandse landbouwvormen dient gekarakteriseerd, gesimplificeerd en geaggregeerd te worden tot een modelmatig systeem van landbouwtypen, dat in het DSS kan worden opgenomen. Het is noodzakelijk hier alle landbouwsectoren bij te beschouwen, daar iedere sector zijn eigen niet te verwaarlozen aandeel heeft in het ruimtegebruik en de milieubelasting. Dit blijkt o.a. uit het volgende. De ruimte gebruikt door de landbouw wordt voor 50% ingenomen door grasland, voornamelijk voor de melkveehouderij en voor 40% door bouwland (inclusief 10% voor snijmais). De milieubelasting met ammoniak is grotendeels afkomstig uit de melkveehouderij, die van het grond- en oppervlaktewater met nitraat uit de akkerbouw en de melkveehouderij, die met bestrijdingsmiddelen uit de akkerbouw en de tuinbouw. De milieubelasting met fosfaat is voornamelijk afkomstig uit de intensieve veehouderij (bio-

industrie) en de melkveehouderij, het fosfaatoverschot hiervan wordt voor een groot deel verplaatst naar en opgevangen door de akkerbouw (inclusief snijmais).

In het onderhavige rapport worden de bestaande vormen van 'milieubewuste'<sup>1</sup> akkerbouw geïnventariseerd, gekarakteriseerd en beschouwd vanuit het oogpunt van het te ontwikkelen DSS. De melkveehouderij, de varkenshouderij en de indeling van de landbouwtypen in het DSS worden in een ander rapport besproken (Bouwman et al., 1998).

Met milieubewuste akkerbouw worden in de eerste plaats vormen van akkerbouw aangeduid, die gekenmerkt worden doordat één of meer teeltmaatregelen bewust gericht zijn op vermindering van de milieubelasting in vergelijking tot de gemiddelde milieubelasting in de gangbare akkerbouw. Daarnaast zijn ook alle vormen van akkerbouw, die door bepaalde teeltmethoden of -strategieën indirect of onbewust resulteren in een lagere milieubelasting gerangschikt onder de milieubewuste vormen.

Het CBS verzamelt jaarlijks de bedrijfsgegevens van alle landbouwbedrijven in de meitelling en het LEI-DLO ieder jaar die van de boekhoudnetbedrijven. De gemiddelde waarden die hieruit voor de akkerbouw gerapporteerd worden door deze instituten, worden gedomineerd door de conventionele akkerbouw. Deze gemiddelden worden in dit rapport vermeld als de waarden voor de gangbare akkerbouw. Ook worden verschillende cijfers uit het onderzoek op proefboerderijen of uit milieuinventarisaties in de betreffende rapporten gepresenteerd als representatief voor de gangbare akkerbouw, indien relevant zijn deze onder verwijzing naar de bron overgenomen in dit rapport. Het ruimtegebruik en de milieubelasting door de gangbare akkerbouw worden in dit rapport regelmatig gebruikt als toetssteen voor die van de milieubewuste vormen.

### *Doelstelling*

De doelstelling van dit rapport is een overzicht te verkrijgen voor Nederland van: de gangbare en de milieubewuste vormen van akkerbouw, gericht op de selectie en karakterisering van akkerbouw-landbouwtypen voor het DSS Groene Ruimte. Hiertoe is informatie verzameld en zijn overzichten gemaakt van achtereenvolgens:

- bestaande vormen van milieubewuste akkerbouw en hun karakteristieken;
- beperkingen die bodems kunnen stellen aan verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw (bodemvruchtbaarheid, bodempathogenen, onkruid, bodemverontreiniging);
- het ruimtebeslag van de gangbare en van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw, zoals gerelateerd aan de fysieke opbrengst en de vruchtwisselingsintensiteit;
- de milieubelasting van de gangbare en van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw, met name door emissies van nutriënten en bestrijdingsmiddelen;
- een onderlinge vergelijking, voor zover mogelijk, van de voor- en nadelen van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw;
- welke eigenschappen zijn kenmerkend voor verschillende vormen van akkerbouw en belangrijk voor de karakterisering van huidige en toekomstige akkerbouwtypen in het DSS Groene Ruimte;
- een verkenning van de factoren welke belangrijk zijn in het DSS voor de planning van de akkerbouw in de Groene Ruimte;
- het signaleren van data- en kennislacunes en het aanduiden van hierop gericht aanvullend onderzoek.

---

<sup>1</sup> Internationaal gezien komen in Nederland, naast gangbare (intensieve) landbouw andere vormen van intensieve landbouw voor, die meer milieugericht zijn. In dit rapport wordt voor deze vormen de gemeenschappelijke noemer 'milieubewuste landbouw' gebruikt. De term extensieve landbouw zal in dit verband vermeden worden, daar deze veelal en zeker internationaal verbonden wordt met plattelandsarmoede, rooibouw en zeer lage produktieniveau's. De term milieuvriendelijke landbouw, uit een bepaalde optiek een 'contradictio in terminis', is ook verworpen. De term omgevingsgerichte akkerbouw is verworpen als zijnde te weinig specifiek.

De rode draad bij deze studie is dus de akkerbouwproductie binnen de constraints: 'ruimtegebruik en milieubelasting'. Dit zijn kernfactoren in het DSS Groene Ruimte naast o.a. economische rentabiliteit. Aan de laatste factor wordt hier geen, of slechts beperkte, aandacht gegeven. De systematiek van de landbouwtypen in het DSS Groene Ruimte wordt in een afzonderlijk rapport gepresenteerd (Bouwman et al., 1998).

#### *Methode*

De methode voor deze studie omvatte gesprekken met personen werkzaam in onderzoek, organisatie, of beleid gericht op vormen van milieubewuste akkerbouw. Studie van literatuur en rapporten, generalisering en categorisering van de verkregen informatie. Om vervolgens deze informatie, met de hieruit voortkomende inzichten en conclusies schriftelijk vast te leggen in een rapport, het onderhavige.

#### *Indeling van het rapport*

De hoofdstukken 2 en 3 vormen het algemeen inventariserende gedeelte uitmondend in de selectie en beschrijving van de nader te bestuderen vormen van milieubewuste akkerbouw. Hiertoe is allereerst in hoofdstuk 2 begonnen met de verkenning van milieubewuste vormen van akkerbouw, waar vervolgens een overzicht van wordt gegeven, met een classificatieschema. Aan de hand van dit schema worden de talrijke vormen van milieubewuste akkerbouw gegroepeerd. De vormen die nationaal herkenbaar zijn, worden gepresenteerd met de grootte van hun huidige beteelde areaal. De karakteristieken van deze nationaal herkenbare vormen worden beschreven in hoofdstuk 3.

In de volgende drie hoofdstukken komen de factoren - bodemgeschiktheid, fysieke productie, ruimtebeslag en milieubelasting - aan de orde, alle zijn parameters in het DSS Groene Ruimte. Eerst wordt in hoofdstuk 4 nagegaan of de bodem enige en zo ja welke beperkingen stelt aan de verschillende vormen milieubewuste akkerbouw. De fysieke opbrengst en het hieraan gekoppelde ruimtebeslag van de verschillende milieubewuste vormen worden behandeld in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 wordt de milieubelasting door nutriënten en bestrijdingsmiddelen beschouwd.

In hoofdstuk 7 worden de potentiële toepassingen van de verworven informatie en inzichten in het DSS Groene Ruimte en in andere beleidsondersteunende instrumenten beschouwd.

Bij de meeste van de bovengenoemde hoofdstukken worden in de laatste twee paragrafen de conclusies vermeld en wordt een samenvatting gegeven van het betreffende hoofdstuk. Het rapport wordt afgerond in hoofdstuk 8 met een samenvatting en de belangrijkste conclusies van de studie, waarin ook de samenhang tussen de afzonderlijke hoofdstukken tot uiting komt.

## 2. LANDBOUWVORMEN EN STIJLEN

### 2.1 Inventarisatie

Landbouwbedrijven zijn onderworpen aan vele wettelijke normen, zowel m.b.t. de kwaliteit van hun producten als ook m.b.t. bepaalde produktie/teelt-methoden. Toch bestaan er grote verschillen in bedrijfsvoering, variërend van 'extensief' via gangbaar naar intensief. Alhoewel deze termen veel gebruikt worden is de interpretatie ervan subjectief en is deze verschillend met de tijd en afhankelijk van de regio. Er heeft zich een breed scala aan termen ontwikkeld om het onderscheid in bedrijfsvoering aan te geven.

Als milieubewuste benaderingen en productiewijzen van landbouw kunnen o.a. vermeld worden: ecologische landbouw (Goewie, 1994 en 1996), LEISA ofwel low-external-input and sustainable agriculture (Reijntjes et al., 1992; Kessler et al., 1994), zuinige boeren (Ploeg van der, 1993), biologisch dynamische landbouw (Steiner, 1970 /1924; Baars et al. eds., 1995), goede landbouw praktijk GLP-landbouw (EG, 1991), de precisielandbouw (Bouma (ed.), 1998), de alternatieve landbouwmethoden genoemd in het overzicht van de Commissie Onderzoek Biologische Landbouwmethoden (COBL, 1977) en in het advies van de Nationale Raad Landbouwkundig Onderzoek (NRLO, 1977).

In een beschouwing over economische aspecten van de relatie in Nederland tussen landbouw, milieu en natuur, onderscheidt Dierick (1993) in grote lijn twee soorten landbouw in de toekomst. De natuurbeherende extensieve landbouw (landbouw met beheersregelingen, 'beheerslandbouw') en de marktgeoriënteerde intensieve landbouw. Van der Ploeg et al. onderscheiden in de studie van de Friese veehouderij de volgende zes bedrijfsstijlen: intensieve boeren; fokkers of dubbeldoelers; koeieboeren; grote of optimale boeren; zuinige boeren; trekker- of machineboeren (Ploeg van der, 1993; Ploeg van der et al., 1992).

Oostindie et al. (1997) onderscheiden de volgende bedrijfsstrategieën van landbouwers: 1) hobbyboer; 2) afbouwer; 3) rekenaar; 4) plattelandsondernemer; 5) verbreder; 6) optimale boer; 7) overigen.

Van Ham et al. (1993) onderscheiden: 1) intensieve gangbare landbouw; 2) extensieve gangbare landbouw; 3) extensieve gangbare landbouw met accent op natuurbeheer; 4) de zogenoemde AMK-landbouw (landbouw die de zogenoemde algemene milieukwaliteit oplevert); en 5) de biologische landbouw.

Ook kan uitgaande van drie verschillende visies op de landbouw onderscheid gemaakt worden tussen: wereldmarktgerichte landbouw, met het streven naar het grootst mogelijke basisinkomen en winst; ecosysteemgerichte landbouw nadrukkelijk gericht op bescherming van het abiotisch milieu, natuur en landschap; en tussenvormen van de voorgaande twee met als doel maatschappelijke waarden en belangen te dienen, voor zover de wereldmarkt dit toelaat of voor zover de gemeenschap hier toeslagen voor over heeft. Bepaalde tussenvormen die in Nederland door LNV gestimuleerd en beproefd worden, worden aangeduid als de z.g. geïntegreerde landbouw (Vereijken et al. eds., 1992).

Uit onderzoek naar het draagvlak voor het natuurbeleidsplan (NBP) komen drie groepen landbouwers naar voren: degenen die het NBP niet accepteren als een realiteit; degenen die de doelstellingen niet accepteren, maar het NBP wel als een realiteit zien waar praktisch mee moet worden omgegaan; degenen die het natuurbeleid als een niet te vermijden ontwikkeling zien waaraan zij mede sturing willen geven (Woerkum van, 1995).

### 2.2 Indeling en selectie

Op grond van hun bedrijfsvoering kunnen landbouwbedrijven en landbouwvormen van elkaar onderscheiden worden. Vanuit verschillende oogpunten kan gekozen worden hoe vervolgens de verschillende bedrijfssystemen in te delen. In het navolgende worden drie typen indelingen

onderscheiden.

(1). Ten eerste de indelingen ontwikkeld voor regionale studies. Hierbij zijn de karakteristieken van de onderscheiden bedrijfssystemen vermeld, zonder dat de noodzaak bestond om kwantitatieve criteria te ontwikkelen voor eenduidige onderscheiding of voor verdere propagering van bepaalde van deze systemen. Nationale inventarisaties van deze bedrijfssystemen werden niet beoogd. In de regel zijn deze indelingen éénmalig gebruikt voor streekspecifieke onderzoeksdoeleinden. Alhoewel in deze studies milieuvriendelijke bedrijfssystemen en -stijlen onderscheiden zijn - zoals bijvoorbeeld de in par. 2.1 genoemde extensieve gangbare landbouw, zuinige boeren - blijven deze vooralsnog buiten beschouwing. Daar buiten de regionale studies, de informatie over de betreffende bedrijven beperkt en moeilijk toegankelijk is.

(2). Ten tweede de groep van (inter)nationale indelingen, die gebaseerd zijn op kwantitatieve criteria met betrekking tot het bedrijfssysteem, of tot bepaalde teeltmethoden. Deze indelingen komen voort uit de behoefte het bedrijfssysteem van andere te kunnen onderscheiden (bijv. de biologische landbouw) of uit de noodzaak vast te kunnen stellen of bepaalde teeltmethoden zijn toegepast (bijv. beheersmaatregelen). Deze vormen van landbouw zijn nationaal herkenbaar, jaarlijks worden het aantal bedrijven en de betreffende arealen geïnventariseerd. Van deze vormen met nationaal uniforme regelgeving en/of geregeld vanuit een centrale instantie, zijn de volgende geselecteerd voor nadere beschouwing:

- de biologische landbouw;
- de MilieuKeur akkerbouw (MK akkerbouw) met teeltmethoden overeenkomstig de eisen van de Stichting Milieukeur (SMK);
- de geïntegreerde akkerbouw;
- de A2000 akkerbouw (dit betreft een driejarig project);
- de MilieuBewuste voedingsTuinbouw (MBT), deze wordt in de marge vermeld daar in dit rapport de tuinbouw nog buiten beschouwing blijft;
- de beheerslandbouw voor beheersovereenkomsten van landbouwers met de Dienst Landelijk Gebied (DLG) van LNV;
- de landbouw met MacSharry braak.

(3). Ten derde vormen van landbouw of tijdelijke projecten met een regionaal karakter, waarin landbouwers gestimuleerd worden tot één of meer teeltmaatregelen afwijkend van die in de gangbare landbouw. Voorbeelden hiervan zijn: milieucoöperaties (Bouwman et al., 1996); gebiedsgerichte/provinciale projecten in Waardevolle Cultuurlandschappen (WCL) en Ruimtelijke Ordening en Milieu (ROM) gebieden (bijv.: NUBL, 1996); grondwaterbeschermingsgebieden en andere bijzondere gebieden (Werkgroep EPG, 1994; Buijze et al., 1995b; Leferink et al., 1997). Van deze vormen met lokale of provinciale regelgeving bestaan geen nationale inventarisaties, wel is bij de betrokken instanties i.h.a. veel informatie beschikbaar. Het rijke en waardevolle scala aan initiatieven, regels en ervaringen, dat binnen deze kaders bestaat, wordt ook in dit rapport niet geïnventariseerd. Echter gezien het veelal innoverende karakter, zal wel enige informatie hierover opgenomen worden. Deze wordt gerangschikt onder het kopje: 'akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden'.

Uit groep 2 en 3 zijn de vormen van milieubewuste akkerbouw geselecteerd welke verder beschouwd zullen worden, zij zijn vermeld in Tabel 2.1. De meerderheid hiervan wordt gekenmerkt door één of meer teeltmaatregelen, waarvan het accent bewust ligt op het milieu. Bij enkele andere is dit niet het geval, zoals bijv. bij de MacSharry braak en de beheerslandbouw. Bij deze ligt het accent van de maatregelen respectievelijk op produktiebeperking en op landschap en natuur. Deze vormen van akkerbouw zijn indirect op bepaalde punten gunstiger voor het milieu dan de gangbare akkerbouw, of hebben dit imago. Zij zijn in dit rapport eveneens geplaatst onder de overkoepelende term milieubewuste akkerbouw.

**Tabel 2.1** Arealen en aantal bedrijven van de totale Nederlandse landbouw en van milieubewuste vormen van landbouw.

Type landbouw, jaar van inventarisatie.	Areaal ha (aantal bedrijven <sup>1)</sup> )		
	landbouw totaal	grasland <sup>2)</sup>	akkerbouw incl. snijmais
Nederlands totaal 1995	1.964.747 (111.141) <sup>1)</sup>	1.048.234 (80.532)	796.352, snijmais 219.200 (58.508)
Landelijke erkende/gereguleerde vormen van milieubewuste landbouw			
Biologische landbouw. 1995	12.789 (521)	5.447 (261)	5.473, snijmais 526 (289)
MilieuKeur akkerbouw. 1997	1.326 (n.d.)	0	1.326, snijmais 0 (n.d.) <sup>3)</sup>
Geïntegreerde akkerbouw <sup>4)</sup> (op 3 proefbedrijven sinds 1989 en gedurende 1990/94 op 38 innovatiebedrijven)	ca. 3.000 (3+38)	0	ca. 3.000, snijmais n.d. (3+38)
A2000 akkerbouw <sup>5)</sup> 1992/95	ca. 20.000 (500)	0	ca. 20.000, snijmais n.d. (500)
MilieuBewuste voedingsTuinbouw 1996	27.875 (5.570)	0	400 vroege aardappelen (ca. 100) <sup>6)</sup>
Beheerslandbouw. 1996	43.200 (ca. 6.000)	ca. 42.000 (n.d.)	ca. 1.000, snijmais n.d. (n.d.)
MacSharry braak, algemene regeling 1996 <sup>7)</sup>	9.814 (ca. 2300)	n.v.t.	9.814, snijmais 0 (ca. 2300)
Vormen van milieubewuste landbouw met speciale provinciale verordeningen of met gebiedsgerichte stimulering (enkele voorbeelden, geen volledig overzicht)			
Grondwaterbeschermingsgebieden. Vanaf 1988, provinciale verordeningen.	ca. 65.000	ca. 52.000	ca.13.000, snijmais ca. 4.000
Bodembeschermingsgebieden Beerze-Reuzel-Dommel-Mark. 1996, stimulering.	28.364	13.563	14.319
Noord-Brabant, geïntegreerde onkruidbestrijding in mais. 1996, stimulering.	5.204	0	5.204 alleen snijmais

Bron: LEI-DLO/CBS, 1996 en 1997; Lousma, 1997; Linden van der, 1996; Klein Holkenborg et al., 1997; DLG, 1996a/b; Heinen, 1997b; Wesselo, 1997; Werkgroep EPG, 1994; Prov. Noord-Brabant, 1995.

<sup>1)</sup> Getallen tussen ( ) zijn het aantal bedrijven.

<sup>2)</sup> Blijvend grasland 1.01.670, tijdelijk grasland 37.563 ha. Geen verdere specificatie.

<sup>3)</sup> n.d. = 'no data' in de betreffende publikatie(s), of 'not determined' in het betreffende onderzoek.

<sup>4)</sup> De geïntegreerde landbouw wordt sinds 1979 getest op een toenemend aantal PAV-LNV proefbedrijven, op drie proefbedrijven sinds 1989 en in 1990/94 op 38 innovatiebedrijven.

<sup>5)</sup> A2000 is akkerbouw overeenkomstig de voor 2000 voorziene milieuwetgeving, deze werd in 1992/95 getest op 500 bedrijven.

<sup>6)</sup> Overige 23.875 ha en 5.470 bedrijven geen akker- maar tuinbouw. Vermelde areaal vroege aardappelen waarschijnlijk geteeld op tuinbouwbedrijven.

<sup>7)</sup> Exclusief 479 ha, z.g. braak gericht op agrificatie, beteeld met non food/non feed gewassen.

### 2.3 Arealen, bedrijven en gewassen

#### *Arealen en bedrijven*

Het in Tabel 2.1 gegeven overzicht toont dat de biologische landbouw op 0,65% van het totale landbouwareaal wordt uitgeoefend. Samen genomen worden op ruwweg 9% van het totale

landbouwareaal vormen van 'landelijk erkende' milieubewuste landbouw uitgeoefend, MacSharry braak en de reguliere milieubewuste vormen van landbouw in grondwaterbeschermingsgebieden meegerekend. Voor de akkerbouw zijn deze cijfers respectievelijk 0.69% en 8%. Waarbij de arealen van de geïntegreerde akkerbouw op innovatie bedrijven en de 500 bedrijven van het A2000 project zijn meegerekend. Hoewel deze projecten afgelopen zijn, is de akkerbouwpraktijk op deze bedrijven waarschijnlijk milieubewuster gebleven.

#### Gewassen

Het overzicht in Tabel 2.2 met de arealen van de verschillende gewassen in de gangbare akkerbouw en in verschillende landelijk gereguleerde vormen van milieubewuste akkerbouw toont o.a. dat:

*Tabel 2.2 Arealen (ha) van de belangrijkste gewassen in de gehele Nederlandse akkerbouw en in verschillende landelijk gereguleerde vormen van milieubewuste akkerbouw en het aantal bedrijven<sup>1)</sup> met vollegrondsgroenten en met braak.*

Gewas	Totale NL akkerb. 1995	Biol. akkerb. 1995	MK akkerb. <sup>2)</sup> 1997	MBT akkerb. <sup>3)</sup> 1996
Totaal van alle gewassen, excl. groenten en braak.	796.352	5.473	1.326	400
Consumptie aard.	80.200	595	950	400 <sup>3)</sup>
Aardappelen totaal	179.300	698	950	400 <sup>3)</sup>
Suikerbieten	116.100	100	0	0
Granen (excl. mais)	184.700	2.363	192	0
Wintertarwe	125.600	g.g.	184 (tarwe totaal)	0
Uien	16.100	177	n.d.	n.d.
Peulvruchten (excl. groene erwten)	3.800	102	0	0
Snijmais	219.200	526	0	0
Luzerne (indien voor voer verbouwd)	5.800	443	0	0
Groenten open grond (aantal bedrijven) <sup>1)</sup>	44.005 (10.243)	786 (201)	0	8.700 (1.450)
Braakland (aantal bedrijven) <sup>1)</sup>	11.340 (ca. 1000)	867 (114)	0	0

Bron: LEI-DLO/CBS, 1996; Linden van der, 1996; Klein Holkenborg et al., 1997; Wesselo, 1997.

<sup>1)</sup> Tussen ( ) het aantal bedrijven waarvan een deel of het gehele oppervlak aangewend wordt voor betreffend gebruik.

<sup>2)</sup> Voor snijmais, luzerne en vollegrondsgroenten zijn (nog) geen certificatieschemas ontwikkeld; voor suikerbieten is een schema in ontwikkeling.

<sup>3)</sup> Milieu Bewuste Tuinbouw omvat ook het akkerbouwgewas nieuwe/vroege aardappelen.

- een zowel absoluut als relatief zeer gering areaal met biologisch geteelde suikerbieten in de biologische akkerbouw. Dit is voornamelijk terug te voeren op het feit, dat door desuiker(biet)verwerkende industrie dezelfde prijs wordt geboden voor biologisch als voor gangbaar geteelde bieten;
- wintertarwe is het meest verbouwde (korrel)graan in 1995 in de gangbare akkerbouw;
- de belangrijkste vlinderbloemige hoofdgewassen (groen en droog geoogste peulvruchten en luzerne) worden in de gangbare akkerbouw slechts op 2% van het oppervlak verbouwd, in de biologische akkerbouw is dit 10%, waarbij snijmais is meegerekend als akkerbouwgewas;
- snijmais is het meest verbouwde akkerbouwgewas in 1995 in de gangbare en in de biologische landbouw. Het is een voedergewas en is afwijkend in de zin dat meer dan 80% van dit akkerbouwgewas door (melk)veehouders geteeld wordt. In de biologische landbouw neemt snijmais relatief gezien echter een minder dominante positie in dan in de gangbare landbouw (Tabellen 2.1 en 2.2). Namelijk in de biologische landbouw is het snijmais aandeel in het areaal akkerbouwgewassen 9,6% en het oppervlak ervan is 9,6% van het graslandoppervlak, terwijl deze cijfers voor de gangbare landbouw respectievelijk 27,5% en 20,9% zijn.

#### *Consumptieaardappelen belangrijk(ste) akkerbouwgewas*

Tabel 2.2 toont dat:

- consumptie aardappelen het meest verbouwde knol/wortelgewas zijn in 1995 in de gangbare en in de biologische akkerbouw;
- consumptie aardappelen zijn bij verre het belangrijkste MK gewas, zij beslaan 72% van het MK betaalde areaal.

Bij een vergelijking van de biologische akkerbouw met de gangbare akkerbouw heeft het IKC-Landbouw de saldo's van twee fictieve akkerbouwbedrijven ieder van 46 ha doorgerekend (Bondt et al, 1997). In beide bedrijven dragen twee gewassen ieder een derde bij aan het bedrijfssaldo. Namelijk consumptieaardappelen en uien in het biologische bedrijf en in het gangbare bedrijf consumptieaardappelen en suikerbieten.

De teelt van zaaiuien in het biologische bedrijf steunt deels op de gewasbescherming met de steriele mannetjes techniek tegen de uievlieg, een techniek die alleen effect heeft indien deze gebiedsgewijze wordt toegepast. Dit gebeurt zelden in Nederland en het werkelijke areaal biologische geteelde zaaiuien is dan ook geringer, dan verwacht zou kunnen worden uit het gunstige saldo van het fictieve bedrijf. In de praktijk is dus waarschijnlijk op de biologische bedrijven het aardappelgewas het belangrijkste gewas voor een gunstig bedrijfssaldo.

Akkerbouwers krijgen EG hectaresteen bij de verbouw van granen en prijsbescherming voor een vastgesteld quotum suikerbieten. Wordt het saldoverhogende effect van deze twee maatregelen niet meegerekend dan is de saldobijdrage door de teelt van consumptieaardappelen op het gangbare bedrijf ca. 50%. Vanuit dit oogpunt is ook voor het gangbare bedrijf het aardappelgewas het belangrijkste gewas.

Het aardappelgewas, met uitzondering van de zetmeelaardappelen, op geen enkele wijze gesteund door EG maatregelen, zal waarschijnlijk het belangrijkste gewas in de verschillende vormen van milieubewuste en de gangbare akkerbouw blijven. Hiermee rekening houdend krijgen, in vergelijking tot andere veel geteelde akkerbouwgewassen, aardappelen extra aandacht (in de praktijk en in dit rapport).

### 3. ALGEMENE KARAKTERISTIEKEN

De geselecteerde vormen van milieubewuste landbouw zullen in de volgende paragrafen behandeld worden. Een zekere onderlinge vergelijking is hierdoor mogelijk, de belangrijkste verschilpunten die hierbij aan de orde komen worden hieronder kort toegelicht. Verder zijn enige verschilpunten tussen de biologische, de MilieuKeur, de beheers- en de akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden verkort vermeld in Tabel 3.1.

#### *Gehele bedrijf of percelen*

Bepaalde milieubewuste vormen van landbouw dienen op het gehele bedrijf toegepast te worden. Zoals de biologische landbouw, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw. Ook voor het gehele bedrijf geldt de provinciale regelgeving voor grondwaterbeschermingsgebieden indien het bedrijf hier geheel binnen ligt. Andere vormen behoeven of kunnen niet op het gehele bedrijf worden toegepast, maar alleen op één of meer percelen of akkers.

*Tabel 3.1 Enige karakteristieken van gereguleerde milieubewuste vormen van landbouw, waaraan een beloning of vergoeding gekoppeld is.*

Type landbouw; jaar van oorsprong.	Teelteisen	Teelteisen gericht op	Vergoeding of beloning voor speciale teeltwijze
Biologische landbouw omvat: BD: 1908 (Steiner, 1970) en Ecologische; na 1977 (Goewie, 1994). Gehele bedrijf.	Geen synthetische bestrijdingsmiddelen. Geen kunstmest. Leefruimte dieren, groter dan minimum-eis.	Geen synthetische residuen in produkt. Diervriendelijkheid. In algemene zin op respect voor de aarde en levende organismen; landbouw met biologisch evenwicht.	Via hoger geprijsde produkten voorzien van een (teelt) keur. BD Indb.: EKO- en Demeterkeur. Ecologische landbouw: EKOkeur.
SMK landbouw; 1995 (SMK, 1995a/b/c en 1996a/b). Contract per gewasprodukt.	Gebruik van bestrijdingsmiddelen beperken, type en dosering afgestemd op teeltsituatie en minimaliseren van milieubelasting. Bemesting afh. milieu- en teeltsituatie. Speciale voorschriften voor perceelsranden.	Gericht op milieunormen en voor zover mogelijk op bevordering natuur.	Via hoger geprijsde produkten voorzien van een (teelt) keur: het MilieuKeur.
Beheerslandbouw; 1975 (LNV, 1975). Overeenkomst per perceel.	Keuze uit maatregelen pakket (van licht tot zwaar). Algemeen, o.a.: - handhaven natuurl. handicaps (grondwater, microreliëf). Grasland, o.a.: - geen bemesting; - niet maaien/beweiden voor 15 juni. Bouwland, o.a.: - om het jaar een graangewas zonder chem. onkruidbestr.	Gericht op: handhaving /bevordering natuur, landschap en milieu.	Financiële vergoeding aan de hand van overeenkomst met en door LNV berekende schatting van produktiederving, arbeidsuren en exploitatiekosten.
Strengere regelgeving in grondwaterbescher- mingsgebieden 1979 (Werkgroep EPG, 1994; Noot, 1997)	Vervroegde invoering milieuwetgeving m.b.t. mest en bestrijdingsmiddelen of speciale verordeningen.	Gericht op: vermindering emissies naar grond- en/of oppervlaktewater.	Aanvraag voor vergoeding bij provincie van hogere kosten voor kunstmest i.p.v. dierl. mest en voor minder schadelijke duurdere bestrijdingsmiddelen.

### *Natuur en landschap*

In het algemeen wordt er bij de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw geen aandacht geschonken aan natuur en landschap. Een uitzondering hierop vormt de beheerslandbouw.

Met de beheerslandbouw streeft de Dienst Landelijk Gebied (DLG) [tot 1997 de dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden (LBL) van LNV] ernaar speciale aspecten van natuur en landschap te beschermen (DLG, 1996b). Indirect leidt dit in de regel tot een lagere milieubelasting.

In LNV studies naar mogelijke innovaties van de biologische landbouw en van te ontwikkelen geïntegreerde landbouw wordt er gestreefd om minimaal 5 à 10% van het productie-oppervlak van landbouwbedrijven in te richten als "ecologische infrastructuur". Hoofdelementen hiervan zijn sloten en bermen met bufferstroken, en hagen op het erf. Mogelijke nevenelementen zijn: hooimijten, poelen, boom- of struikgroepen en houtmijten (Ham van et al., 1993; Vereijken et al., 1990; Vereijken et al., 1994). Terzijde zal enige aandacht gegeven worden aan deze natuur- en landschapaspecten.

### *Beregening*

In verschillende waterschappen is voor de beregening uit oppervlaktewater regelgeving ontwikkeld. Er is geen regionale of nationale regelgeving die beperkingen stelt aan beregening uit grondwater. De inzet van beregening varieert met de weersomstandigheden en verschilt per jaar. Het water voor beregening van grasland wordt voor ongeveer 50% aan oppervlakte- en voor 50% aan grondwater onttrokken, voor de akkerbouw zijn deze percentages respectievelijk 70% en 30%. Het totale waterverbruik voor beregening van grasland is ongeveer driemaal meer dan dat van bouwland. Per ha is de beregende hoeveelheid op gras- en bouwland ongeveer gelijk, in 1993 was dit ca. 80 mm (Brouwer et al., 1996; Poppe et al., 1993).

Door het CLM is voor grasland een beregeningsplanner ontwikkeld waarmee het waterverbruik met ca. 10% verlaagd kan worden, in vergelijking tot reguliere minder verfijnd geplande beregening (Boland et al., 1996; CLM, 1997). Invoering van de beregeningsplanner is vaak onderdeel van regionale stimuleringsprojecten voor graslandbedrijven.

De meeste akkerbouwgewassen worden niet beregend. Aardappelen worden onder bepaalde omstandigheden beregend ter vermindering van schurftaantasting van de knollen. Het aardappelgewas is ook het meest beregende gewas ca. 15.000 ha, ofwel ca. 10% van het totale areaal aardappelen. Van de belangrijkste andere gewassen die beregend worden, mais en suikerbieten, is het beregende areaal ca. 7.000 ha (Brouwer et al., 1996; Poppe et al., 1993). In de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw wordt geen aandacht geschonken aan beregening. Beregening blijft verder buiten beschouwing in dit rapport.

### *Systemen van beloning*

Er bestaan principiële verschillende benaderingen, hoe landbouwers te belonen voor de extra zorg, kennis, kosten en inspanning veelal verbonden aan milieubewuste productiesystemen.

(1). Allereerst is er het systeem dat de speciale teeltmaatregelen van de landbouwer erkend en herkenbaar maakt middels een produktkeur. Hieraan is de verwachting gekoppeld, dat in vergelijking tot dezelfde producten uit de gangbare landbouw het keur zal leiden tot een meerwaarde bij verkoop, of in ieder geval tot een grotere kans op verkoop in situaties dat het aanbod uit de gangbare landbouw de vraag overtreft.

(2). Daartegenover staan de ('gegarandeerde') zogenaamde vaste vergoedingen per ha voor bepaalde teeltmaatregelen waartoe de landbouwer zich van te voren verplicht (bijv. beheersmaatregelen) of waartoe hij verplicht wordt (verbod op zwarte lijst bestrijdingsmiddelen in grondwaterbeschermingsgebieden).

(3). En ten derde het systeem van de resultaatbeloning, waarbij de landbouwer binnen een overeengekomen kader beloond wordt voor bereikte resultaten (bijvoorbeeld: een nader

gekwantificeerd laag gebruik van bestrijdingsmiddelen, of van het voorkomen van bepaalde plantensoorten in akkerranden of in grasland). Tot op heden wordt de resultaatbeloning nog alleen toegepast in grondwaterbeschermingsgebieden met betrekking tot het gebruik van bestrijdingsmiddelen en bemesting. Met dien verstande dat de beloning afhankelijk gesteld wordt van daadwerkelijke bereikte lage verbruiknivo's (het effect op de kwaliteit van het grondwater blijft buiten de resultaat beoordeling, maar is bij de opzet van het beloningssysteem wel in beschouwing genomen). Met betrekking tot de beheersregelingen gaan van landbouwers stemmen op, zij het niet unaniem, voor resultaatbeloning gekoppeld aan het aantal en soorten weidevogels en planten, die op een perceel per ha voorkomen (Oostindie et al., 1997). Bovengenoemde systemen gaan allen uit van beloning (of vergroten de kans daarop) voor milieubewustheid. De Wijziging meststoffenwet (par. 6.1) daarentegen straft milieuonvriendelijkheid af, door middel van het opleggen van heffingen aan landbouwers, die de mest(fosfaat)aanvoer en de mineralenverliesnormen overschrijden. Hiervoor zijn geen extra fondsen van instanties vereist en worden de eventuele meerkosten van produktie gedragen door de producent en alle consumenten.

### *Controle*

Controle is nodig om fouten en overtredingen van gestelde regels te voorkomen en als garantie aan derden (afnemers van geteelde produkten, of instanties die opbrengstdervingen vergoeden), dat de produktiewijze aan de gestelde eisen voldoet. Van groot belang daarbij is dat het controlesysteem acceptabel is voor de landbouwers, betrouwbaar, duidelijk en praktisch is en tegen acceptabele kosten verricht kan worden door een onafhankelijke instantie (Bouwman et al., 1993. p.61,62; SMK, 1995a. p.17; MBT, 1996b).

In het algemeen geschiedt de controle steekproefsgewijs van een aanzienlijke fractie van de bedrijven. In een rondgang over het bedrijf wordt aan de hand van een checklist nagegaan of de bedrijfs-, teelt- en voedersituatie overeenkomt met de daarvoor vereiste criteria. Bij de niet biologische vormen van landbouw omvat de controle verder in de regel: de door de landbouwer/teler in te vullen registratie formulieren van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, een voorraad-controle hiervan op het bedrijf, afleverbonnen, analyserapporten van grondmonsters, en mogelijk steekproefgewijze bemonstering van gewas, produkt, grond of water voor bestrijdingsmiddelen-residu bepaling. Er wordt alleen gecontroleerd op produktiewijze of teeltmethoden. Bij geen van de genoemde vormen van landbouw behoeven de geogoste of verkochte produkten, ook niet wanneer voorzien van een bepaald keurmerk, te voldoen aan scherpere normen dan de algemene kwaliteitsnormen, zoals omschreven in de Warenwet en de daaraan verbonden controle door de Keuringsdienst van Waren. Opgemerkt dient te worden dat de produkten uit de biologische landbouw "onbespoten" zijn en dat daarenboven het verwerkingsproces van de biologische produkten gebonden is aan speciale voorschriften (o.a. geen toevoeging van synthetische geur-, kleur- en smaakstoffen).

## **3.1 De biologische landbouw**

### *Algemene kenmerken*

Binnen de biologische landbouw worden twee vormen onderscheiden, de biologisch dynamische (BD) landbouw (Steiner, 1970) en de ecologische landbouw (Goewie, 1994). De regelgeving voor deze beide vormen is in vele opzichten identiek. Een duidelijk verschil is dat de BD landbouw gebaseerd is op antroposofische grondslagen, waarbij o.a. rekening gehouden wordt met (veelal nog) niet te kwantificeren kosmische invloeden. In de BD landbouw wordt bijvoorbeeld bij de bepaling van het tijdstip van zaaien rekening gehouden met de stand van hemellichamen, ook worden preparaten toegepast waarvan de gunstige werking (nog) niet gekwantificeerd is (COBL, 1977). In het onderhavige rapport zullen de BD en de ecologische

landbouw tezamen worden behandeld als de biologische landbouw.

In de biologische landbouw zijn de normen geheel voorgeschreven middels productie/teeltregels/eisen. Bijvoorbeeld het gebruik van kunstmest en van synthetisch geproduceerde bestrijdingsmiddelen is verboden, evenals het gebruik van synthetische chemische-verbindingen in het veevoer. Er worden tevens eisen gesteld aan de leefruimte van de landbouwhuishoudieren. Het gebruik van krachtvoer per koe is gelimiteerd tot maximaal 20% van de melkproductie, minimaal 60% hiervan dient biologisch geteeld te zijn (LNV, 1995a. p.10).

De EEG-verordening biologische dierenhouderij is nog in ontwikkeling. In Nederland gelden de privaatrechtelijke Skal-normen voor biologische dierlijke productie, totdat de EEG regeling definitief is en in werking treedt (Skal, 1995. p.12).

Voor biologische akkerbouw en plantaardige producten is in Europees verband de EG-verordening 2092/91 ontwikkeld. De in deze verordening voor de EG vastgestelde drie hoofdprincipes van de biologische plantaardige produktiemethode zijn (LNV, 1996a. p.16):

- er moet een omschakelingsperiode van tenminste twee jaar op percelen zijn toegepast voordat geteelde producten als 'biologisch' op de markt kunnen worden gebracht;
- de vruchtbaarheid van de bodem moet worden verbeterd door vruchtwisseling of het gebruik van organisch materiaal, gebruik van synthetische chemische meststoffen niet is toegestaan;
- bij plantenziekte- en onkruidbestrijding zijn synthetisch chemische gewasbeschermingsmiddelen niet toegestaan.

De voorschriften voor de biologische landbouw zijn duidelijk middel gericht, d.w.z. gericht op de produktiemethoden. Teelt volgens deze methoden sluit overschrijding van milieunormen niet zonder meer uit, bijvoorbeeld overschrijding van de nitraatnorm in het grondwater is mogelijk. Bij de biologische landbouw is een voorwaarde, dat deze op het gehele bedrijf wordt toegepast.

#### *Natuur en landschap*

Voor natuur en landschap stelt de biologische landbouw (nog) geen normen. Tot in welke mate gewenste natuur- en milieudoelstellingen bereikt worden in de biologische landbouw, wordt dus deels bepaald door de individuele landbouwers, met name door hun bereidheid hiertoe extra inspanningen te leveren. Deze bereidheid zal afhankelijk zijn van hun kennis en motivatie; de bedrijfstechnische mogelijkheden en financiële tegemoetkoming voor extra inspanningen en/of verminderde baten. De biologische landbouw biedt dus niet zonder meer de weg naar de voor de landbouw gestelde milieu-, natuur- en landschapeisen (Ham van et al., 1993. p. 21,23,24). In het innovatieproject ecosysteemgerichte landbouw gestart in 1991, wordt samengewerkt door AB-DLO met 10 biologische akkerbouwbedrijven in Flevoland. Het doel is om in de praktijk vernieuwing en verbetering te introduceren en te testen, m.b.t. kwaliteit van de producten, nutriëntenbeheer en zorg voor natuur en landschap. (Dit project wordt in de regel aangeduid als "Innovatieproject ecologische akkerbouw i.s.m. 10 voorhoedebedrijven in Flevoland".) In dit innovatieproject wordt ernaar gestreefd om 5% van het productieoppervlak te bestemmen voor agro-natuur planten-doelsoorten. In eerste instantie bleek dit op de deelnemende biologische akkerbouwbedrijven een nauwelijks haalbaar streven (Vereijken et al., 1994. p.70/71/89; Leeuwen van et al., 1997). In 1996 werd op 5 van de 10 bedrijven 5% van het totale areaal beheerd als Ecologische Infrastructuur, deze omvat dan 2,5% begroeide slootkanten en 2,5% grasrandstroken van 2,5 m breed langs slootkanten (Vereijken et al., 1996. p.30). In 1997, zes jaar na de start van dit project, blijkt een omslagpunt bereikt te zijn. Gesprekken en een enquête tonen dat de deelnemende boeren genieten van de wilde bloeiende planten en fauna en dat ze deze letterlijk voor geen geld meer willen missen. Het bereiken van dit omslagpunt kostte de nodige inspanning en overredingskracht van het AB-DLO team, een tijdelijke financiële vergoeding, het uitzoeken van 90 soorten wilde planten en het uitzaaien hiervan (Vereijken, 1997). Ook recreanten blijken gevoelig voor de toegenomen natuur in het agrarisch landschap en de aanduiding Ecologische Infrastructuur is in 1997 vervangen door "Infrastructuur voor

Natuur en Recreatie".

#### *Economische aspecten*

De meer milieu- en/of diervriendelijke voorschriften bij de biologische landbouw hebben een niet te vermijden verlagend effect op de produktie per ha of per manuur. Verder is de vruchtwisseling bij de biologische landbouw minder flexibel door het niet gebruiken van synthetische bestrijdingsmiddelen en kunstmest. In vergelijking met de gangbare landbouw zijn de opbrengsten in de regel aanzienlijk lager.

De geringere opbrengsten worden gecompenseerd doordat de consument een hogere prijs betaalt voor de op biologische wijze geteelde landbouwprodukten. Deze zijn herkenbaar aan het 'EKO' keur dat gegeven wordt aan alle produkten uit de biologische landbouw; aan de BD produkten wordt daar het 'Demeter' keur aan toegevoegd. In 1995 brachten de meeste biologische akkerbouwprodukten beduidend hogere prijzen af-boerderij op dan gangbaar geteelde produkten, bijvoorbeeld: consumptie-aardappelen werden gemiddeld verkocht voor respectievelijk 47 en 19 cent/kg; zaaiuien voor respectievelijk 65 en 19 cent/kg; zomertarwe voor respectievelijk 55 en 30 cent/kg; suikerbieten daarentegen toonden geen prijsverschil. Het is te verwachten dat deze prijsverschillen afnemen, met een eventuele toename van de biologische akkerbouw (WVFS, 1997).

De biologische landbouw wordt door de EG gestimuleerd, middels een hectaresteen voor omschakeling. Deze bedraagt voor de akkerbouw NF 500 per jaar per ha over een periode van 5 jaar. De maximum premie voor een bedrijf is NF 100.000, dit maximum wordt bereikt met omschakeling van een areaal van 40 ha.

#### *Ruimtelijke ontwikkeling*

Het areaal met biologische landbouw heeft de afgelopen 20 jaar een sterke groei getoond, maar blijft nog van zeer bescheiden omvang. Het oppervlak was in 1972 450 ha, in 1983 2200 ha, in 1991 9.227 ha en in 1995 12.789 ha (Linden van der, 1996; LNV, 1995a en 1996a).

Het areaal met akkerbouwgewassen was in 1991 3.886 ha en in 1995 5.473 ha, d.w.z. in die 4 jaar een toename met 40%. Wordt het braakland dat in die periode toenam van 74 ha naar 867 ha meegerekend, dan is de toename van het akkerbouw areaal over die periode 61%. Zoals hiervoor vermeld was in 1995 het areaal biologisch geteelde akkerbouwgewassen 0,62% van het totale areaal met akkerbouwgewassen. Per provincie bestaan er duidelijke verschillen in het deel van de akkerbouw dat biologisch geteeld wordt; 52% van het totale biologische akkerbouw-areaal ligt in Flevoland (Tabel 3.2).

De meest recente gegevens duiden op een mogelijke stagnatie in de groei of zelfs van een afname van het biologische akkerbouw areaal in 1996 (Anonymus, 1997). Een mogelijke verklaring hiervan is het opgaan van biologische bedrijven na bedrijfsbeëindiging in gangbare akkerbouwbedrijven, die trachten hun areaal uit te breiden (Röling et al., 1997).

#### *Controle*

De biologische landbouwbedrijven worden gecontroleerd aan de hand van vastgestelde ("biologische") normen voor de teeltmaatregelen. Skal is als controle-organisatie voor biologische productie methoden aangewezen door LNV (Skal, 1995). Een klein deel van de dierlijke produktie wordt door de Belgische controle-organisatie 'Blik' gecontroleerd.

### **3.2 MilieuKeur akkerbouw**

#### *Algemene kenmerken*

De teelteisen van de MilieuKeur worden opgesteld, na onderzoek, door een college van deskundigen en worden besproken met de producenten en andere betrokkenen. De eisen worden

*Tabel 3.2 Geografische spreiding in 1995 van het areaal met biologische geteelde gewassen en van de biologische akkerbouwbedrijven.*

Provincies	Areaal biologisch akkerbouwland (incl. snijmais). ha	Fractie biologische akkerbouw van het totale regionale bouwland areaal	Biologische akkerbouw-bedrijven aantal
Groningen, Friesland, Drente, Overijssel	550	0,2%	21
Flevoland	2.866	4,2%	36
Gelderland, Utrecht	762	1,1%	22
Noord-Holland, Zuid-Holland, Zeeland	855	0,5%	17
Noord-Brabant, Limburg	440	0,2%	10
Totaal	5.473	0,7%	106

Bron: Linden van der, 1997.

tenslotte vastgesteld en dienen zodanig te zijn, dat zij: in de praktijk haalbaar zijn; duidelijke milieuwinst opleveren in vergelijking met de algemene optredende milieubelasting bij gangbare teeltmethoden; uitgaan van de nieuwste (milieuvriendelijke) kennis en technieken en om de 2 à 3 jaar vernieuwd (kunnen) worden. Eisen en certificatieschemas zijn geformuleerd voor de teelt van aardappelen, uien, tarwe, gerst, verder voor appels, peren en paprika. (SMK, 1995a,b,c; SMK, 1996a,b). Voor enige andere teelten/landbouwproducten zijn certificatieschema's in ontwikkeling, met name voor suikerbieten en vollegrondsgroenten. De MK-landbouw kan op bepaalde daarvoor aangemelde percelen binnen een bedrijf worden toegepast, waarbij in de akkerbouw voornamelijk de mogelijkheid open blijft om op andere percelen binnen eenzelfde bedrijf te telen volgens methoden die niet voldoen aan de MK-eisen.

De MK-teelteisen zijn deels gebaseerd op doelen. Doel op dit moment kan bijvoorbeeld zijn geen overschrijding van de overheidsdoelstelling voor het jaar 2000 van de (maximum) nitraatconcentratie in het grondwater. In de certificatieschema's wordt al aangegeven welke aspecten in de toekomst aan de orde zullen komen. Bijv. voor de teelt van aardappelen mogelijk normen/eisen voor het gebruik van energie, invoering van een mineralen- en bestrijdingsmiddelenboekhouding; en voor de teelt van paprika mogelijk normen/eisen voor de opkweek van plantmateriaal, de dosering van CO<sub>2</sub> en het gebruik van warmte-kracht-koppeling en/of gebruik van restwarmte (SMK, 1995a; SMK, 1996b).

Producten geteeld volgens de MK eisen krijgen de 'Milieukeur', voor landbouwproducten ook wel het 'Agro-Milieukeur' genoemd (SMK, 1995a,b,c; SMK, 1996a,b; Bouwman et al., 1993; Giezeman, 1996). (Voor non-food producten is de SMK is namens Nederland de organisatie die zorg draagt voor de invoering en uitvoering van het Europese Ecolabel). SMK draagt de verantwoordelijkheid voor de controle, welke uitbesteed wordt aan een onafhankelijke certificerende instantie (SMK. Ongedateerd. p.15).

#### *Natuur en landschap*

Door de SMK zijn normen opgenomen in de voorschriften, gericht op natuurbeheer van de slootkant en perceelrand. Voor perceelranden langs watergangen wordt een rand van minimaal een halve meter plus een halve plantafstand voorgeschreven, welke niet mag worden beteeld,

bemest en bespoten met bestrijdingsmiddelen. Bij het gewas consumptie aardappelen komt dit neer op een akkerrand van 65 à 85 cm breedte. Het schonen van sloten, slootoevers en perceelsranden mag alleen gebeuren door middel van maaien.

### 3.3 Milieu Bewuste voedingsTuinbouw

De MilieuBewuste voedingsTuinbouw (MBT) richt zich nauwelijks of niet op de akkerbouw. In 1996 werden 400 ha vroege aardappelen geteeld volgens MBT richtlijnen. Verder werd een relatief groot areaal vollegrondsgroenten, 8.700 ha, geteeld volgens de MBT richtlijnen. Dit is een aanzienlijk areaal, groter dan de 1.326 ha akkerbouwgewassen geteeld volgens de MK eisen en dan de 5,473 ha welke biologisch geteeld werden. Redenen om hier enige verdere informatie over de MBT te geven.

De MBT-richtlijnen worden jaarlijks vastgesteld door het bestuur van de Stichting MBT na voorbereiding in werkgroepen waarin telers en afnemers en andere deskundigen uit proefstations en/of Dienst Landbouw Voorlichting (DLV) en/of Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) zitting hebben (MBT, 1996a/b en 1997). In globale zin bevinden de richtlijnen voor MBT-teeltmaatregelen zich tussen de gangbare praktijk en die van de SMK in. In verschillende gevallen blijkt de MBT teelt een tussenstap op weg naar MK teelt. MBT en MK eisen worden voor zover mogelijk afgestemd op de mogelijke overstap van MBT naar MK (CLM, 1996. p.9; Wesselo, 1997).

Er wordt door de producenten in de regel geen duidelijk zichtbare meerprijs voor MBT-produkten verwacht. Echter de MBT teeltmaatregelen worden dikwijls als voorwaarde gesteld door bepaalde afnemers aan producenten om aan hen te kunnen leveren. Bijvoorbeeld het areaal vroege aardappelen was vrijwel geheel afgestemd op de vraag van één grote afnemer die MBT als eis stelt. De veilingaanvoerkisten met MBT-produkten worden voorzien van een vlinderlogo. In de detailhandel wordt dit keur niet getoond.

De controle wordt uitgevoerd door de Nederlandse vestiging van het Zwitserse Société Générale de Surveillance AgroControl. Op 45% van de bedrijven worden controle-bezoeken uitgevoerd (MBT, 1996b).

De MBT zal niet aan de orde komen in dit op de milieubewuste akkerbouw gerichte rapport.

### 3.4 Geïntegreerde akkerbouw

#### *Algemene kenmerken*

Bij de geïntegreerde akkerbouw wordt uitgegaan van de strategie om de aandacht op opbrengstverhoging te verleggen naar kostenbesparing en kwaliteitsverbetering. En wel door zoveel mogelijk het gebruik van dure en/of schadelijke hulpstoffen (pesticiden, meststoffen, hormonen en antibiotica) te vermijden door een grotere inzet van landbouwkundige en ecologische kennis, arbeid en niet-chemische bedrijfsmethoden; door een ruimere vruchtwisseling en door flora en fauna te bevorderen in en rond de velden om het agro-ecosysteem te stabiliseren en hiermee ziekten, plagen en onkruiden te verminderen (Vereijken et al., 1994. p.4,5; Vereijken et al., 1990). Brede onbeteelde akkerranden, gunstig vanuit natuur en milieu oogpunt, zijn niet expliciet opgenomen als een van de middelen hiertoe. Het accent ligt op de integratie van de akkerbouwproductie met een zo laag mogelijke milieubelasting.

De algemene strategie van de geïntegreerde akkerbouw is hiermee duidelijk, echter over de invulling ervan zijn verschillende opvattingen mogelijk (Brinks, 1995). Voor de akkerbouwers geeft dit een zekere mate van vrijheid, dit gaat echter koste van de duidelijkheid wat geïntegreerde akkerbouw precies behelst. Ook is dit moeilijker te omschrijven naar leken, dan bijvoorbeeld de biologische akkerbouw. De basis van de laatste: "geen synthetische bestrijdingsmiddelen en geen kunstmest", is voor iedere leek zonder meer begrijpelijk.

### *Ontwikkeling en ruimtelijke spreiding*

In 1979 werd voor het eerst het toen nieuwe concept 'geïntegreerde akkerbouw' geïntroduceerd op het proefbedrijf voor Onderzoek van Bedrijf Systemen (OBS) te Nagele in de Noordoostpolder en werd begonnen met een meerjarig onderzoek op praktijkschaal (Vereijken, 1990). Na dit prototype voor kleigronden volgde in 1986 een prototype voor noordoostelijke zand- en dalgronden te Borgerswold en in 1989 een prototype voor zuidoostelijke zandgronden op het Regionaal Onderzoek Centrum (ROC) te Vredepeel. De op deze prototypes bereikte resultaten toonden aan, dat aanzienlijke reducties in de inzet van nutriënten en bestrijdingsmiddelen mogelijk waren, tot niveaus lager dan de overheidsdoelstellingen, met vergelijkbare bedrijfseconomische resultaten als bij een gangbare bedrijfsvoering (Wijnands et al., 1995a). De doelstelling voor een veilige en duurzame land- en tuinbouw in 2000 werd onderbouwd met het streven, de geïntegreerde produktiemethoden ingang te doen vinden op 30% van de bedrijven in 1994 en op 100% in 2000 (LNV, 1990). Qua tijdplanning blijkt dit streven achteraf te voortvarend of te optimistisch te zijn geweest.

In 1989 werd een vierjarig project gestart waarin, met een groep van goed gemotiveerde akkerbouwers, het potentieel van geïntegreerde akkerbouw werd geëvalueerd. Belangrijk hierbij was dat dit in de praktijk plaats vond, met een breed spectrum van variërende bodem-, bedrijfs- en management omstandigheden. Grootschalige introductie van geïntegreerde akkerbouw kan immers alleen succesvol zijn, als regio-specifieke getoetste kennis voorhanden is en de agrarische gemeenschap hiermee voldoende vertrouwd raakt. Er werden op basis van verschillen in bouwplan en bodem door het Proefstation voor Akkerbouw en Vollegondsgroenteteelt (PAV) vijf akkerbouwregio's (hierna te noemen PAV regio's) in Nederland onderscheiden (Wijnands et al., 1995a. p.20-23). Aan dit project namen 38 akkerbouwers deel die gedurende vier jaar 1990/93 intensief begeleid werden in studieclubs en met bedrijfsbezoeken. Dit door medewerkers van de Dienst Landbouw Voorlichting (DLV) en van het Informatie en Kennis Centrum Landbouw (IKC-L), welke weer ondersteund werden door het PAV, het Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO) en het Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO).

De resultaten van de 38 innovatiebedrijven wijzen erop dat (Wijnands et al., 1995a; Schröder et al., 1996):

- de economische bedrijfsresultaten geenszins minder zijn dan van omringende gangbare bedrijven;
- een vermindering van de P-bemesting mogelijk is, echter op de meeste bedrijven werd geen P-evenwichtsbemesting bereikt;
- de minerale N voorraad in de bodem, na de oogst, nog te hoog was om in voldoende mate N-verliezen door uitspoeling te voorkomen, wel is verbetering hiervan mogelijk.

Duidelijk kwam naar voren dat deskundige begeleiding en voldoende motivatie van de akkerbouwers onontbeerlijk zijn bij het overstappen van gangbare naar geïntegreerde teeltmethoden. Waarschijnlijk met inachtneming van deze twee condities (begeleiding en motivatie) is verdere uitbreiding van de geïntegreerde akkerbouw mogelijk op grote schaal. Op de drie PAV proefbedrijven wordt het onderzoek voortgezet (vernieuwing, regionale en lange termijn effecten). Het innovatieproject heeft navolging en verbreding gevonden in de praktijk met het project 'het Akkerbouwbedrijf op weg naar 2000' (A2000) (Wijnands et al., 1995a).

### **3.5 A2000 akkerbouw**

In de jaren 1993 t/m 1995 is het project 'het Akkerbouwbedrijf op weg naar 2000', kortweg A2000 uitgevoerd met 500 vrijwillig deelnemende akkerbouwbedrijven, begeleid door DLV en deelnemende aardappelhandelshuizen. Het doel van A2000 was tijdens het project de milieudoelstellingen voor het jaar 2000 te halen, zowel voor bemesting als voor

gewasbescherming. Daarbij rekening houdend met specifieke eigenschappen van de bedrijven en de wensen van de ondernemers (DLV, 1996a).

De resultaten van de bedrijven die deelnamen aan A2000, werden vergeleken met die van de deelnemers aan het LEI-DLO boekhoudnet. Hieruit bleek dat:

- een lagere inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen mogelijk is, met behoud van gelijke fysieke opbrengsten;
- in het algemeen de bedrijfskosten licht afnemen;
- veel agroecologische kennis nodig is;
- een intensieve gewascontrole met agronomische kennis onmisbaar is om te kunnen komen tot een minimaal gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen, gebaseerd op de bepaling van de noodzaak van het gebruik en de fasering ervan in het groeiseizoen;
- aardappelen de meeste aandacht krijgen om te komen tot productie en afzet van een herkenbaar milieuvriendelijk geteeld produkt. Herkenbaarheid met het MilieuKeur en andere vormen van gecontroleerde en geregistreerde aardappelteelt met milieueisen verklaren de extra aandacht voor dit gewas.

Vergelijking van A2000 met de milieudoelstellingen van de overheid, toont dat:

- de N- en P-overschotten gemiddeld onder de milieunorm voor 1998 bleven, N ook onder de norm voor 2005, het P-overschot echter niet;
- alle deelnemers de doelstelling haalden van het MJPG voor het jaar 2000 van de volumereductie van het bestrijdingsmiddelenverbruik;
- er duidelijke en verklaarbare regionale verschillen bestaan tussen de vijf PAV-regio's;
- er binnen de PAV-regio's aanzienlijke verschillen zijn tussen individuele deelnemers;
- verdere terugdringing van de milieubelasting mogelijk is.

De algemene conclusie van het A2000 project is dat de overheidsdoelstellingen haalbaar zijn. Echter zijn er behalve bij het gewas aardappelen, weinig of geen stimulansen van buiten om scherper milieubewust te telen dan de overheidsregelgeving van het moment (DLV, 1996a).

### 3.6 Beheerslandbouw en akkerranden

#### *Algemeen*

In de Relatienota (LNV, 1975), het Natuurbeleidsplan (LNV, 1990) en het Structuurschema Groene Ruimte (LNV, 1993) wordt het beleid beschreven, waarmee d.m.v. aankoop en/of beheersovereenkomsten, beoogd wordt natuur, landschap en milieu veilig te stellen of te verbeteren. Hierbij wordt gestreefd naar een totaal oppervlak van 200.000 ha, in verspreid liggende, ten dele nog door de provincies te begrenzen, gebieden. Het aan de provincies toegewezen oppervlak beheers-areaal dient voor 90 % van het te begrenzen gebied binnen de EHS te liggen, de overige 10% kan ingezet worden in veenweidegebieden, inzigtgebieden ondiep grondwater rond kerngebieden en in natuur- en landschapgebieden aangeduid in provinciale plannen. Het beheersplan voor deze beheersgebieden dient gebaseerd te zijn op bestaande of te ontwikkelen natuur- en landschapwaarden en dient de gebiedsspecifieke doelstellingen aan te geven. Buiten de begrensde beheersgebieden worden geen beheersovereenkomsten gesloten.

Ongeveer 50% van het totale oppervlak, ofwel 100.000 ha, blijft in agrarisch gebruik. Hier kan LNV met daartoe bereid zijnde ondernemers beheersovereenkomsten sluiten. De landbouwer verklaart zich dan accoord met een bepaald beheerspakket, dat verschillende produktiemethoden omvat gericht op instandhouding van natuur en landschap en veelal indirect op milieubescherming (LNV, 1996b).

Beheersdoelstellingen kunnen bijvoorbeeld zijn:

- handhaven van natuurlijke handicaps (hoge grondwaterstanden, microreliëf) het zogenoemde passieve beheer;
- handhaven en ontwikkelen van weidevogelpopulaties; handhaven en ontwikkelen van

waardevolle vegetaties en van een goed biotoop voor fauna op perceelsniveau (o.a. das, vlinders, patrijs, amfibieën);

- tegengaan van nadelige beïnvloeding van natuurwaarden in natuurterreinen en landschapselementen buiten de beheersgebieden (bufferdoelstelling).

### *Beheerspakketten*

Verschillende beheerspakketten bevatten maatregelen, die direct of indirect tot een zekere vermindering van de milieubelasting door de landbouw leiden. Het beheerspakket kan lichter of zwaarder zijn al naar gelang het type en het aantal maatregelen, welke in de overeenkomst worden opgenomen. De uitgangspunten en voorwaarden zijn in december 1995 vernieuwd en vastgelegd in de 'Regeling beheersovereenkomsten en natuurontwikkeling' (Rbon) (LNV, 1996b).

Er zijn de volgende drie beheerspakketten voor de akkerbouw (LNV, 1996b).

- (1). Bouwlandpakket 1 (B1), z.g. passief beheer: handhaven van natuurlijke handicaps. Natuurlijke handicaps omvatten verschillende perceels- en/of bodemkarakteristieken, die de landbouwproductie bemoeilijken, verminderen of beperken. Zoals bijvoorbeeld: ongunstige perceelstructuur; veel (micro)reliëf; periodieke overstromingen; aanwezigheid van poelen, greppels, bomen, e.a. landschapselementen; hoge grondwaterstand.
- (2). Bouwlandpakket 2 (B2), z.g. randenbeheer bouwland: niet bemesten, geen insecticiden en geen chemische en mechanische onkruidbestrijding in een perceelrand van ten minste 3 en ten hoogste 12 meter breed vanuit de perceelrand, in deze strook tenminste om het jaar een graangewas (niet zijnde mais) verbouwen.
- (3). Bouwlandpakket 3 (B3), z.g. graanpakket: handhaven van natuurlijke handicaps; tenminste om het jaar een graangewas (niet zijnde mais) verbouwen; geen chemische onkruidbestrijding toepassen in het jaar dat een graangewas wordt verbouwd. Beheersovereenkomsten met dit pakket worden met name gesloten voor essen in de zandgebieden op de essen en in beperkte mate in klei/löss gebieden. Het graanpakket is veelal gericht op het doorbreken van het jaar in jaar uit continue telen van snijmais, zoals gedaan wordt op verschillende percelen in veehouderij gebieden.

In het pakket passief beheer (B1) zullen in de regel de teeltmaatregelen op het perceel extra tijd en kosten vergen en de fysieke opbrengst lager dan normaal zijn. Daar het pakket niet als eis stelt dat het perceel in gebruik blijft als bouwland, zal in veel gevallen het perceel direct of na verloop van tijd passief beheerd worden als grasland. Het beheer van akkers met een B1 pakket zal dus sterk verschillen per bedrijf en dit pakket zal niet verder beschouwd worden in het algemene kader van dit rapport.

### *Beloning*

Landbouwers met een beheersovereenkomst zullen een wat lagere produktopbrengst behalen. De produktiederving, evenals de wijzigingen in arbeidsuren en exploitatiekosten per ha ten gevolge van het beheerspakket, dat zij hebben opgenomen in hun bedrijfsvoering en teeltsystemen, worden geschat d.m.v. berekeningen. Hierop is de geldelijke vergoeding per ha afgestemd, die de landbouwers ontvangen van LNV. Bijvoorbeeld bij het graanpakket (B3) is de vergoeding gebaseerd op de wijziging van de teelt van snijmais voor ruwvoer, naar de niet geëigende teelt van wintertarwe op veehouderijbedrijven (LNV, 1996b; Heinen, 1997a).

### *Omvang en controle*

Met 6.000 landbouwers zijn bedrijfs- en gebiedsspecifieke overeenkomsten aangegaan. Een overeenkomst met een bepaald bedrijf, kan voor een of meerdere percelen afzonderlijk of gezamenlijk gemaakt worden, met per perceel verschillende beheerspakketten. Uit de centrale administratie is het totale areaal waarvoor beheersovereenkomsten zijn gesloten bekend per bedrijf, echter niet op perceelsniveau of het een bouwland- of weideperceel betreft, evenmin het

beheerspakket per perceel. Het totale areaal waarvoor beheersovereenkomsten zijn gesloten was in 1995 43.320 ha, een ruwe schatting is dat hiervan ca. 1.000 ha bouwland is. De overeenkomsten voor de 43.320 ha bevatten in totaal 23.205 ha met overeenkomsten volgens het nieuwe Rbon. In 1995 was van deze Rbon overeenkomsten, het areaal van het graanpakket (B3) 605 ha. Passiefbeheer (B1) en akkerrandenbeheer (B2) zijn niet eenduidig herkenbaar centraal geadmistreerd en de gegevens hiervan zijn niet direct voorhanden (Haren van, 1997). De uitvoering van beheersregelingen wordt gecontroleerd door de Dienst Landelijk Gebied (DLG) van het LNV. Van het areaal met een licht beheerspakket wordt jaarlijks 5% gecontroleerd en van dat met een zwaar beheerspakket 50%. In vele gevallen kan de controle gekoppeld worden aan een zekere begeleiding van de betreffende landbouwers gericht op bedrijfsmatige aspecten bij de uitvoering van de regeling en op inventarisatie van de beoogde resultaten ervan (Heinen, 1997b).

#### *Akkerranden*

Naast de akkerranden met LNV beheersovereenkomst B2, zijn er o.a.: de akkerranden geïnitieerd door provincies met de nadruk op onbespoten of op bloemen- en kruidenrijke randen; en het akkerrandbeheer gericht op verbetering van de wildstand (haas, ree, fazant en patrijs) dat zich uitstrekt over een totaal van 76 km (Montizaan et al., 1995).

Akkerranden zijn in het bijzonder van belang om te voorkomen, dat een deel van de in de akkerbouw toegediende bemesting en bestrijdingsmiddelen terecht komt in de akkerzoom, de aangrenzende berm, houtwal, slootkant, of in de sloot. Wat de aanbevolen breedte van de akkerranden betreft kunnen grofweg drie situaties onderscheiden worden (Udo de Haes, 1995).

1. Akkers die grenzen aan natuurgebieden, waar gepleit kan worden voor een randbreedte van 10 à 20 meter.
2. Akkerranden langs sloten of open water waar directe emissie hierin van meststoffen en bestrijdingsmiddelen, grotendeels voorkomen wordt met een akkerrand breedte van 3 meter (par. 6.2).
3. En overige akkerranden waar langs de percelen een strook van anderhalve meter spuitvrij gehouden zou dienen te worden.

Van de in 1995 door boeren op milieu en natuur gericht bewust beheerde akkerranden werd de totale lengte op 200 km geschat, bij een breedte van doorgaans 3 à 6 meter (Udo de Haes, 1995). Uitgedrukt in oppervlak beslaan de randen slechts ca. 90 ha ( $200 \text{ km} * 4,5 \text{ m}$ ).

### **3.7 MacSharry braak in de akkerbouw**

#### *Algemeen*

De Europese Unie vermindert de steun aan en de bescherming van de landbouw. Met het doel internationalisering van de markt en produktievermindering van die landbouwproducten waarvan overschotten binnen de EU aanwezig zijn. Maatregelen hiertoe, volgend uit de voorstellen van de EU landbouwcommissaris MacSharry, zijn in 1993 ingegaan. De kern van de besluiten in de akkerbouw is prijsverlaging - bijvoorbeeld van graan in drie stappen tot de wereldmarktprijs - compensatie door hectaresteen, met daarnaast braaklegging. De hectaresteen bijdrage wordt gegeven op de teelt van gewassen uit de volgende vijf gewasgroepen: granen (incl. alle maisvarianten); oliehoudende zaden; eiwithoudende gewassen; lijnzaad (niet van vezelvlas); braak. De hectaresteen voor deze gewassen is geregeld in twee afzonderlijke regelingen: "de vereenvoudigde regeling" en "de algemene regeling". Beide regelingen zijn gedocumenteerd door Landelijke Service bij Regelingen (LASER) (LASER, 1997a/b). LASER is een nieuwe per 1 januari 1988 zelfstandige dienst van LNV, welke o.a. belast is met de uitvoering en controle van de hectaresteen regelingen (LASER, 1995). De hoogte van de hectaresteen is afhankelijk van het opbrengstniveau van de regio. Binnen Europa worden verschillende (opbrengst)regio's onderscheiden, waarvan in Nederland twee.

Indien het aantal hectare waar de hectaresten voor wordt aangevraagd minder is dan 13 ha (regio 1 opbrengstniveau 7,1 ton/ha) of minder dan 18 ha (regio 2 opbrengstniveau 5 ton/ha), dan wordt deze steun gegeven zonder de verplichting tot braaklegging. In Nederland wordt het grootste deel van de hectaresten gegeven via deze "vereenvoudigde regeling". Dit ligt voor de hand, namelijk een akkerbouwbedrijf van 45 ha met één derde granen (15 ha), kan dan hectaresten ontvangen voor 13 ha zonder de noodzaak tot braaklegging.

Indien hectaresten wordt aangevraagd voor een areaal groter dan genoemde maxima van de vereenvoudigde regeling, dan valt deze aanvraag onder de algemene regeling. Waarbij een bedrijf voor een onbepert areaal van genoemde gewassen hectaresten kan aanvragen. De algemene regeling schrijft o.a. voor dat minimaal 5% van het oppervlak waar hectaresten voor wordt aangevraagd dient te worden braakgelegd. De landbouwer kan hierbij kiezen uit één of meer van de vijf soorten braak onderscheiden in de algemene regeling (Tabel 3.3). Bij de groene braak is beperkt landbouwkundig gebruik toegestaan. Ook is 'braak' met daarop de teelt van non food/non feed gewassen toegestaan na speciale aanvraag hiervoor.

Tabel 3.3 *Teelmaatregelen en landbouwkundig gebruik van braak gelegde percelen in het kader van de algemene regeling.<sup>1)</sup>*

Type braak	Regeling staat toediening toe van <sup>1)</sup>			Regeling staat de volgende maatregelen en/of landbouwkundig gebruik toe <sup>1)</sup>				areaal respectievelijk in 1995/1996 ha
	dierl. meststoffen <sup>2)</sup>	overige org. meststoffen <sup>3)</sup>	fytofarmaceutische producten <sup>4)</sup>	maaien zonder afvoer	maaien met afvoer vanaf 31 aug. <sup>5)</sup>	beweiden vanaf 31 aug. <sup>5)</sup>	oogsten met verkoop	
Zwarte braak	nee	nee	ja	ja	ja	ja	nee	2.567/2.370
groene braak + natuurbraak <sup>6)</sup>	nee	nee	nee	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	279/207
groene braak	nee	nee	ja	ja	ja	ja	nee	6.506/7.237
groene braak met mest	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nee	
Totaal braak, excl. non food/non feed								9.954/10.293
braak met non food/non feed gewassen	ja	ja	ja	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	ja	602/479

Bron: LASER, 1997a.

<sup>1)</sup> Voor volledige regelgeving en voorwaarden zie: LASER, 1997a.

<sup>2)</sup> Gebruik overeenkomstig Besluit dierlijke meststoffen.

<sup>3)</sup> Gebruik overeenkomstig Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen.

<sup>4)</sup> Gebruik overeenkomstig Bestrijdingsmiddelenwet 1962 en aanvullende recente regelgeving.

<sup>5)</sup> Alleen voor eigen vee op eigen bedrijf.

<sup>6)</sup> Natuurbraak voorsnog i.h.k.v. DLG experimenten.

*Omvang*

In 1995 was het totale areaal met gewassen waarop MacSharry-hectare steun werd uitgekeerd 384.671 ha, inclusief alle maisteelten (Tabel 3.4). Op 81% van dit areaal werd de hectaresteen gegeven via de vereenvoudigde regeling, aan ca. 50.000 bedrijven van akkerbouwers en van veehouders (met snijmais). Op de resterende 19% van het totale areaal via de algemene regeling aan ca. 2.300 akkerbouwers.

Bijna tweederde van het totale oppervlak waarvoor hectaresteen wordt verleend is van veehouders en éénderde van akkerbouwers. Dit is voor veehouders 28% en voor akkerbouwers 34% van de cultuurgrond, die zij in gebruik hebben (Smale, 1996).

De hectaresteen werd gemiddeld per bedrijf bij de vereenvoudigde regeling over ca. 7 ha en bij de algemene regeling over ca. 37 ha uitgekeerd. Bij de vereenvoudigde regeling werd geen land braakgelegd. Bij de algemene regeling werd van het totale areaal waarop hectare steun ontvangen 11% braak gelegd (excl. 1% non food/non feed gewassen), dit is beduidend meer dan het volgens de algemene regeling verplichte minimum van 5% braak.

Het totale areaal dat werd braak (excl. braak met non food/non feed) gelegd voor de MacSharry regeling was 9.954 ha in 1995 en 10.293 in 1996 (Tabel 3.3). De meeste braak is gelokaliseerd in de LASER-regio Noord (Friesland, Groningen, Drente) en in LASER-regio Zuid-West (Zeeland, Zuid Zuid-Holland, West Gelderland en West Noord-Brabant). Namelijk tussen de 50 en 60% van het areaal van de verschillende soorten braak is in regio Noord en tussen de 20 en 35% in regio Zuid-West (Lousma, 1997). De meeste grote akkerbouwbedrijven, waarvoor hectaresteen gekoppeld aan braaklegging economisch interessant is, bevinden zich in de regio's Noord en Zuid-West.

Van het totale Nederlandse akkerbouwareaal (incl. maisteelten) werd in het kader van de MacSharry regeling 1,1% braakgelegd met hectaresteen (excl. non food/non feed). Daarnaast werd op 48% van het totale akkerbouwareaal, dat regulier beteeld werd, hectaresteen gegeven (incl. mais- en non food/non feed teelten).

*De voormalige 'Set aside regeling'*

Volledigheidshalve dient nog de voormalige EG 'Set aside regeling' genoemd te worden. De termijn van de hieronder vallende contracten met permanente en roulerende braak is grotendeels beëindigd. Dit laatste is niet het geval bij de langere termijn contracten voor braak met

*Tabel 3.4 Arealen akkerbouwgewassen, braak en aantal bedrijven met EG hectaresteen volgens de MacSharry regeling in 1995.*

Type regeling	Hectaresteen		
		Areaal, ha	Bedrijven, aantal
Algemene regeling; bevat braak verplichting.	Totaal	82.000	2.300
	gewassen (excl. mais)	67.000	
	mais	5.000	
	braak	10.000	
Vereenvoudigde regeling; zonder braak verplichting	Totaal=gewassen (incl. mais)	310.000	50.000
	mais	210.000	

bebossing. In 1995 was het totale areaal hiervan 1.600 ha, dit areaal zal de komende twintig jaar geleidelijk afnemen tot nul met het aflopen van de contracten.

### **3.8 Landbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden**

#### *Algemeen*

De provinciale overheden hebben in het kader van de wet bodembescherming eind jaren tachtig grondwaterbeschermingsgebieden aangewezen, waarbinnen een verdergaande bescherming van de bodem wordt voorgeschreven middels provinciale verordeningen. Deze gebieden zijn door de provincies aangewezen aan de hand van algemene, hoewel soms enigszins per provincie verschillende, criteria.

De waterwingebieden, gesitueerd rond grondwaterwinputten, hebben in de regel de 60-dagen-looptijd-lijn tot de winput als buitengrens. Binnen deze gebieden van enige tientallen hectare is landbouw verboden.

De grondwaterbeschermingsgebieden, gesitueerd rond de wingebieden, hebben veelal als buitengrens de 25-jaars-looptijd-lijn. Het totale areaal van de Nederlandse grondwaterbeschermingsgebieden is ca. 130.000 ha, waarvan ca. 50% in gebruik is als landbouwgrond (RIVM, 1996; Werkgroep EPG, 1994). Het areaal van de grondwaterbeschermingsgebieden waarop landbouw plaats vindt is dus ca. 65.000 ha, m.a.w. ruwweg 3% van het totale nationale areaal landbouwgrond. Het areaal akkerbouwgrond (incl. snijmais) binnen grondwaterbeschermingsgebieden is ca. 13.000 ha, of ca. 1,6% van het Nederlandse akkerbouwareaal.

De landbouw in de grondwaterbeschermingsgebieden is onderworpen aan provinciale verordeningen, welke strenger zijn dan de landelijke regelingen met betrekking tot bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen (Werkgroep EPG, 1994). Zoals bijvoorbeeld de verordening, dat in grondwaterbeschermingsgebieden alleen bestrijdingsmiddelen van de witte lijst gebruikt mogen worden en lagere aanvoernormen voor dierlijke mest (Werkgroep EPG, 1994).

Voor de landelijk of door de provincie verplicht voorgeschreven speciale regelingen voor grondwaterbeschermingsgebieden is in de meeste provincies een landbouwschaderegeling ingesteld op grond waarvan landbouwers binnen grondwaterbeschermingsgebieden een vergoeding kunnen krijgen voor de hen opgelegde beperkingen (Werkgroep EPG, 1994. p.23/4). Bijvoorbeeld vergoedingen voor het gebruik van kunstmest ter compensatie van de vermindering van de hoeveelheden toegestane dierlijke mest. En vergoedingen voor het gebruik van duurdere minder milieu-schadelijke bestrijdingsmiddelen.

#### *Stimuleringsprojecten*

Naast deze voorgeschreven verplichte teeltregels hebben de provincies in de grondwaterbeschermingsgebieden (en in andere bepaalde gebieden) ook de mogelijkheid, landbouwers op basis van vrijwilligheid te stimuleren tot en te belonen voor speciale teeltwijzen, die verder gaan in de bescherming van de omgeving. De hoogte van de z.g. resultaatbeloning is in de regel afhankelijk van de mate en aard van het gebruik van bestrijdingsmiddelen en/of van meststoffen. Er wordt een veelheid van stimuleringspakketten of maatregelen aangeboden, zowel door de provincies als door waterleidingbedrijven (zie o.a.: Nieuwland Advies, 1996b; Prov. Noord-Brabant, 1997). De veelheid hangt ondermeer samen met het aantal teelten en het aantal teeltmaatregelen of ondersteuningsmethoden, die ingezet kunnen worden om een geringere dan de gangbare milieubelasting te bereiken. Er zijn geen nationale inventarisatie gegevens van alle stimuleringsprojecten. Een korte, vrij willekeurige, greep uit de 'stimuleringsregelingen' projecten volgt hieronder.

In de provincie Overijssel wordt landbouwers in grondwaterbeschermingsgebieden o.a. door de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) de mogelijkheid geboden, vergoeding te ontvangen voor één of meer van negen maatregelen, die bijdragen aan een vermindering van de

belasting van het grondwater. De betreffende maatregelen variëren van het opstellen van een mineralenbalans, inzaaien van een nagewas, beperkte graslandbemesting tot geïntegreerde gewasbescherming in mais. Hier worden ook loonwerkers ondersteund met begeleiding door DLV, m.b.t. machinale onkruidbestrijding en spuitadviezen. In 1996 werd in de grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel in het kader van stimuleringsprojecten met resultaatbeloning, 45% van het snijmais areaal milieuvriendelijker geteeld wat betreft het gebruik van bestrijdingsmiddelen en 10% van het areaal gras- en bouwland op nitraatgevoelige gronden wat betreft de stikstofbemesting (Leferink et al., 1997. p.28).

In de provincie Drente zijn er mogelijkheden voor landbouwers in grondwaterbeschermingsgebieden tot resultaatbeloning. Onder andere voor verminderd gebruik van bestrijdingsmiddelen bij de teelt van de verschillende akkerbouwgewassen en mais, en voor het afstemmen van de N mestgift tijdens het groeiseizoen bij de teelt van aardappelen en mais op bodem- en/of gewasanalyse (Dries, 1997a).

Recentelijk zijn of worden o.a. door waterleidingmaatschappijen initiatieven overwogen en/of ondernomen, tot bevordering van de biologische landbouw binnen grondwaterbeschermingsgebieden (Nieuwland Advies, 1996a en b; Noot, 1997). Dit ondermeer daar de biologische landbouw het gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen totaal verbiedt. Ook worden in andere bijzondere gebieden door verschillende organisaties inspanningen verricht, die gericht zijn op bevordering van meer milieubewuste landbouw. Dit wordt o.a. gestimuleerd door milieucoöperaties, boerenbonden en door de provincies in gebiedsgerichte projecten in WCL, ROM en milieubeschermingsgebieden. Bijvoorbeeld in het aggregaat van bodembeschermingsgebieden Beerze-Reusel-Dommel-Mark worden na stimulering door de provincie op 30.000 ha verschillende meer op het milieu-gerichte teeltmethoden toegepast. Bijvoorbeeld bij de teelt van snijmais resulterend in een afname van de bemesting met ca. 20% en van de inzet van onkruidbestrijdingsmiddelen (Prov. Noord-Brabant, 1995).

#### *Controle*

De provinciale verordeningen, m.b.t. bestrijdingsmiddelen en bemesting, worden gecontroleerd door de AID van LNV. In Drente wordt dit jaarlijks binnen één grondwaterbeschermingsgebied gecontroleerd, middels chemische analyse van grond en bladmonsters (Dries, 1997b).

De landbouwers, die in het kader van de stimuleringsregeling bepaalde teeltwijzen volgen, worden hierop niet speciaal gecontroleerd. In plaats daarvan wordt gestreefd naar eigen verantwoordelijkheid voor en betrokkenheid van de landbouwers bij duurzaamheid, o.a. via studieclubs en voorlichting.

### **3.9 Conclusies**

Naast de algemeen voor de akkerbouw geldende milieuregels en -wetten, wordt ca. 8% van het totale akkerbouwareaal beteeld met één of meer speciale, niet algemeen, voorgeschreven teeltmaatregelen gericht op het milieu.

De arealen waarop deze verschillende vormen van (meer) milieubewuste akkerbouw worden toegepast verschillen per vorm en in de tijd.

In de periode van 1995 tot 1997 werd ieder van de volgende milieubewuste vormen toegepast op meer dan 8.000 ha, d.w.z. op meer dan 1% van het totale akkerbouwareaal:

- akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden met provinciale regelgeving, ca. 25.000 ha, permanent karakter;
- akkerbouw in stimuleringsprojecten binnen grondwaterbeschermings- en binnen andere bijzondere gebieden, meer dan 40.000 ha, tijdelijk karakter (er zijn geen nationale inventarisatie gegevens van alle stimuleringsprojecten);

- A2000 akkerbouw, ca. 20.000 ha, tijdelijk karakter;
- MacSharry braak op grote akkerbouwbedrijven, ca. 10.000 ha, mogelijk lange termijn karakter.

De milieubewuste vormen welke minder dan 1% van het akkerbouwareaal beslaan zijn, gerangschikt in volgorde van afnemend areaal:

- biologische akkerbouw, ca. 5.500 ha, permanent karakter;
- geïntegreerde akkerbouw op innovatiebedrijven, ca. 3.000 ha tot in 1994 toen het innovatieproject zoals gepland werd afgesloten, wel continuering van eerder op praktijkschaal gestart onderzoek op drie PAV proefbedrijven, ca. 80 ha;
- MilieuKeur akkerbouw, ca. 1.300 ha, permanent karakter;
- akkerbouw met beheersmaatregelen, ca 1.000 ha, permanent karakter.

Deze vrijwillige (extra) gereguleerde of geregleerde milieubewuste vormen van akkerbouw verschillen op veel punten, zoals: milieu-strengheid of milieuwinst; wijze van organisatie; type van beloning of vergoeding.

Op het punt van milieuwinst zijn de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw niet eenduidig met elkaar te vergelijken. Er is geen gemeenschappelijke noemer waarmee gebruik van N, P, bestrijdingsmiddelen, ruimte met elkaar vergeleken of tegen elkaar afgewogen kunnen worden.

Het teelttechnische onderzoek naar milieubewuste akkerbouw loopt ver vooruit op de gangbare praktijk. Dit geldt ook voor de geïntegreerde akkerbouw, waarvan de ontwikkelde teeltmaatregelen zonder grote bedrijfsaanpassingen zijn toe te passen in de gangbare akkerbouw, zonder nadelige effecten op het saldo.

In projecten kunnen met persoonsgerichte, deskundige begeleiding en kennisoverdracht, bepaalde vormen van milieubewuste akkerbouw of teeltmaatregelen door gemotiveerde akkerbouwers worden toegepast. Zoals bijvoorbeeld de toepassing van geïntegreerde akkerbouw in het innovatie- en in het A2000 project. En stimuleringsprojecten in grondwaterbeschermingsgebieden waarin de inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen verder verminderd werd. Niet bekend zijn het uitstralings- en het nawerkingseffect van deze projecten.

Geen informatie werd gevonden of bepaalde meer milieubewuste teeltmaatregelen uit de biologische landbouw ook op gangbare bedrijven (kunnen) worden toegepast.

De overgang van gangbare naar biologische akkerbouw vereist tijd en ingrijpende bedrijfsaanpassingen. Hiervoor is EG steun beschikbaar.

Ruim de helft van het areaal met biologische akkerbouw is gelokaliseerd in Flevoland. In deze provincie wordt op 4% van het akkerbouwareaal biologisch geteeld, een veel hogere fractie dan in andere provincies.

### **3.10 Samenvatting; karakteristieken van milieubewuste akkerbouwvormen**

In de Nederlandse akkerbouw en in studies daarvan ontwikkelt zich gaandeweg een grote hoeveelheid benamingen, voor meer of minder scherp omlijnende manieren waarop de akkerbouw beoefend wordt. In deze studie wordt de nieuwe, niet originele, term 'milieubewuste akkerbouw' gebruikt, als overkoepelende term voor milieubewuste vormen van akkerbouw. Als criterium wordt gesteld, dat een milieubewuste vorm zich onderscheidt van de gangbare akkerbouw door erkende en speciale regelgeving, welke één of meer teeltmaatregelen omvat,

die bewust gericht of indirect gunstig voor het milieu zijn.

Gebaseerd op dit criterium, blijkt een redelijk grote verscheidenheid van milieubewuste vormen van akkerbouw te bestaan. Deze worden vanuit verschillende maatschappelijke segmenten geïnitieerd en behartigd, zijn alle klein in omvang en zijn veelal niet blijvend van aard of opzet. (Overzichten van karakteristieken van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw zijn gegeven in de Tabellen 2.1, 3.1 en in Bijlage 1.) In totaal worden op ongeveer 8% van het nationale akkerbouw areaal, (landelijk, provinciaal of regionaal) 'erkende', vormen van milieubewuste akkerbouw uitgeoefend.

1. De biologische akkerbouw. De oudste vorm van meer milieubewuste akkerbouw, de biologisch dynamische akkerbouw, dateert van 1908 en beslaat tegenwoordig met de nauw verwante ecologische akkerbouw ca. 5.500 ha, ofwel 0,7% van het totale Nederlandse akkerbouwareaal. Dit tweespan, de biologische akkerbouw genoemd, heeft een permanent karakter en heeft met het EKO keur van zijn produkten grote herkenbaarheid op de markt. In de uitvoering onderscheidt de biologische akkerbouw zich van de gangbare akkerbouw allereerst door een totaal verbod op het gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen. Een ander onderscheid met de gangbare akkerbouw is dat het gebruik van alle kunstmeststoffen verboden is. Naar de huidige inzichten verdient het aanbeveling in de regelgeving criteria op te nemen voor bevordering van agro-natuur en limitering van de bemesting op gronden met een (meer dan) voldoende fosfaattoestand. In het project ecosysteemgerichte biologische akkerbouw wordt dit door LNV beproefd met tien biologische akkerbouwers in Flevoland.

2. De geïntegreerde akkerbouw. Vanaf 1979 wordt door LNV op een toenemend aantal proefbedrijven de geïntegreerde akkerbouw toegepast en onderzocht. Doelstelling hiervan is, bij behoud van opbrengst, een zo laag mogelijke inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen door toepassing van de, hierop gerichte, nieuwste kennis en technieken. Op 38 door het land verspreide particuliere akkerbouwbedrijven werd de geïntegreerde akkerbouw met succes uitgetest in een driejarig project.

3. De A2000 akkerbouw. In 1992 werd het driejarige A2000 project gestart op 500 particuliere akkerbouwbedrijven, met een totaal oppervlak van ca. 20.000 ha. Hier werden, ook met behoud van het bedrijfseigen karakter en van opbrengst, teelttechnieken toegepast gericht op de milieudoelstellingen van het jaar 2000.

4. De MilieuKeur akkerbouw. Door de Stichting MilieuKeur worden voor verschillende gewassen teeltschema's ontwikkeld, deze zijn in belangrijke mate geënt op de ervaring opgedaan met de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw en gaan uit van dezelfde doelstellingen. De aldus geteelde en geogoste produkten kunnen het MilieuKeur verkrijgen. In 1997 werden 1.326 ha beteeld overeenkomstig de SMK voorschriften.

5. De beheerslandbouw en andere akkerranden. In gebieden met bijzondere natuur of landschappelijke waarden kunnen, voor de instandhouding hiervan, landbouwers contracten sluiten met LNV voor beheerslandbouw. Deze contracten bevatten beheerspakketten met voorschriften betreffende bepaalde teelt- of beheersmaatregelen. De twee verschillende akkerbouw beheerspakketten beslaan een oppervlak van in totaal ca. 1000 ha, een gering oppervlak vergeleken met de graslandbeheerspakketten van in totaal 42.000 ha. De geraamde saldo vermindering, door de overeengekomen beheersmaatregelen, wordt door LNV vergoed. Er is een graanpakket, met om het jaar verbouw van een graangewas, niet zijnde mais, zonder onkruidbestrijding. Dit is vooral gericht op oude esgronden. Verder is er het randenbeheerspakket, waarbij in 3 tot 12 meter brede akkerranden geen bemesting, insecticiden en herbiciden mogen worden toegepast. Het oogmerk is in de regel

aangrenzende natuurgebieden of oppervlaktewater te beschermen.

Naast de 'LNV-beheersakkerranden' zijn er verschillende andere instanties die akkerranden contracten afsluiten. Deze zijn vooral gericht op verrijking van het (on)kruidenbestand en op verbetering van de wildstand.

De totale lengte, 200 km, van al deze speciaal beheerde akkerranden is aanzienlijk. Het oppervlak ervan is slechts ca. 90 ha, echter door de verschillende 'randeffecten' is de waarde ervan groot.

6. De MacSharry braak. De MacSharry hectaresteu regelingen zijn gericht op internationalisering van de markt en vermindering van landbouw overschotten binnen de EU. Het zijn financieel aantrekkelijke regelingen waaraan landbouwers vrijwillig kunnen deelnemen. Bij de algemene regeling moet minimaal 5% van het areaal, waarvoor hectaresteu aangevraagd wordt, braakgelegd worden. In Nederland is dit in totaal ca. 10.000 ha, ongeveer 2.500 ha hiervan met zwarte braak (geen bemesting toegestaan), 7.000 ha met groene braak (afhankelijk van het type braak is bemesting wel of niet toegestaan) en 500 ha met non food/non feed gewassen (bemesting toegestaan). Bij de zwarte en groene braak is beweiding of maaien met afvoer alleen toegestaan na 31 augustus. Braak kan in bepaalde situaties waarschijnlijk indirect milieuvriendelijke effecten tot gevolg hebben.

De vereenvoudigde regeling geeft de mogelijkheid tot hectaresteu voor ieder bedrijf op maximaal 13 of 18 ha "steungewassen" (snijmais, granen en verschillende gewassen; echter o.a. hakvruchten en groenten niet) zonder verplichting tot braaklegging of andere teeltwijziging. Het gebruik van deze regeling leidt niet tot (in)directe vermindering van de milieubelasting. Er wordt in grote mate gebruik gemaakt van de vereenvoudigde regeling. Bijvoorbeeld op vrijwel het gehele areaal snijmais in Nederland wordt hectaresteu gegeven.

7. De grondwaterbeschermingsgebieden. Akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden is onderhevig aan provinciale regelgeving, zoals een verbod op zwarte lijst bestrijdingsmiddelen en strengere normen dan de nationale voor dierlijke mest. In totaal beslaan de grondwaterbeschermingsgebieden ca. 65.000 ha, circa 13.000 ha hiervan is in gebruik voor akkerbouw.

8. Stimuleringsprojecten in grondwater- en milieubeschermingsgebieden. Projecten waaraan akkerbouwers vrijwillig kunnen deelnemen en waarin zij beloond worden voor minder gebruik van bestrijdingsmiddelen of bemesting dan toegestaan onder de bestaande regelgeving. Deze regionaal of lokaal georganiseerde projecten zijn niet geïnventariseerd, wel zijn enige ervan nader beschouwd. Deze projecten kunnen aanzienlijke oppervlakten omvatten. Bijvoorbeeld een stimuleringsproject in de bodembeschermingsgebieden Beerze-Reusel-Dommel-Mark, met als doel het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen te verminderen, omvatte ruim 13.000 ha met snijmais.

Belangrijke gewassen.

Aardappelen zijn zowel voor het saldo in de gangbare als in de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw het belangrijkste gewas. Bijzondere aandacht is daarom gegeven aan ruimte en milieu aspecten van dit gewas.

Snijmais is het meest verbouwde akkerbouwgewas in 1995 in de gangbare en in de biologische landbouw. Het is een voedergewas en is afwijkend, in de zin dat meer dan 80% van dit akkerbouwgewas door (melk)veehouders geteeld wordt. In de biologische veehouderij neemt snijmais relatief gezien echter een minder dominante positie in dan in de gangbare. Namelijk in de biologische landbouw is het snijmais aandeel in het areaal akkerbouwgewassen 9,6% en het oppervlak ervan is 9,6% van het graslandoppervlak, terwijl deze cijfers voor de gangbare landbouw respectievelijk 27,5% en 20,9% zijn.

## 4. BODEMGESCHIKTHEID EN BODEMBEPERKINGEN

### *Te beschouwen aspecten*

De gronden die beschouwd zullen worden zijn de gronden die geschikt zijn voor intensieve akker- en weidebouw (graslandcultuur) en de gronden alleen geschikt voor minder intensieve weidebouw. Deze gronden worden gezamenlijk aangeduid als potentiële landbouwgronden. Het areaal van de gronden die niet geschikt zijn voor landbouw is klein in Nederland. De belangrijkste componenten ervan zijn de buitendijkse zilte gronden en sterk versneden stuifgevoelige zandgronden (kustduin-gebied, Hoge Veluwe, en enkele andere kleine gebieden). Overall in Nederland waar op de potentiële landbouwgronden gangbare vormen van akkerbouw, weidebouw, tuinbouw, etc. mogelijk zijn, kunnen dezelfde vormen van landbouw op milieubewuste wijze bedreven worden. In de gangbare landbouw worden op alle potentiële landbouwgronden teeltmaatregelen aangewend om nadelige effecten te voorkomen of te verminderen van een aantal produktiebeperkende bodemfactoren; zoals niet optimale chemische bodemvruchtbaarheid, bodempathogenen en onkruid. Hiertoe wordt veelal in ruime mate gebruik gemaakt van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. De milieubewuste landbouw is erop gericht het gebruik van deze middelen te verminderen of zelfs tot nul te reduceren. Hierdoor kunnen bepaalde agroecologische bodemfactoren beperkingen opleggen aan vormen van milieubewuste landbouw, in vergelijking met de gangbare landbouw. Zoals een meer beperkte vruchtwisseling (gelimiteerde bouwplan keuzemogelijkheden en intensiteit), de vermindering van de opbrengst (kwaliteit en kwantiteit) en noodzakelijke aanpassingen in de bedrijfsvoering (speciale werktuigen voor mechanische onkruidbestrijding). De agroecologische bodemfactoren worden hier in kwalitatieve zin besproken, de kwantitatieve aspecten komen aan de orde in de paragrafen over opbrengst en milieu.

Tevens zal aandacht geschonken worden aan een geheel ander aspect, namelijk bodemverontreiniging. Dit daar bepaalde vormen van milieubewuste landbouw beperkingen stellen aan de mogelijkheid een keur, of financiële vergoeding, te krijgen voor milieubewuste teelt op verontreinigde bodems.

### *Niet of terloops beschouwde aspecten*

Dalgronden (veenkoloniale zandgronden met bolsterveen in de bouwvoor) hebben lokaal alleen al door de natuurlijke mineralisatie het probleem, dat de nitraatconcentratie in het uitspoelende water de norm van 50 mg nitraat per liter overschrijdt. Op de overige zandgronden wordt de nitraatconcentratie in veel gevallen ook overschreden als gevolg van de bemesting, zelfs bij een scherp N-bemestingsbeleid duidelijk beneden de N verliesnorm (Wijnands, 1995; Wijnands et al., 1995b). Uit milieu oogpunt zijn deze gronden dus problematisch voor alle vormen van landbouw, zowel de gangbare als de milieubewuste. De beperking van deze gronden is dus algemeen en wordt besproken in par. 6.1.4.

Op lange termijn heeft iedere vorm van landbouw veranderingen van de bodem tot gevolg en leidt mogelijk tot veranderingen in de geschiktheid en beperkingen van de bodem voor landbouw en het milieu. Lange termijn effecten van milieubewuste akkerbouw kunnen zowel gunstig als ongunstig zijn in vergelijking met de veranderingen veroorzaakt door de gangbare akkerbouw. De informatie hierover, voor de in dit rapport beschouwde milieuaspecten, is schaars. Aan de hand van één voorbeeld zal het lange termijn effect kort beschouwd worden.

### 4.1 Agroecologische bodemfactoren

#### 4.1.1 Bodemvruchtbaarheid en bemesting

##### *Biologische landbouw, organische mest*

Een ideaal van de biologische landbouw is zelfvoorziening van plantenuitriënten binnen een

bedrijf, d.w.z. alleen gebruik van eigen gegenereerde organische mest en veevoerders, zonder gebruik van kunstmest. Dit ideaal wordt het dichtst benaderd op een gemengd (combinatie van akkerbouw en veeteelt) bedrijf, welke bedrijfsvorm ook wordt gepropageerd in de biologische landbouw. In 1977 werd geschat dat om op deze wijze met de gangbare landbouw vergelijkbare gewasopbrengsten te verkrijgen, de verhouding binnen een bedrijf tussen het areaal grasland en bouwland ongeveer 2/1 dient te zijn, waarbij een groot deel van de dierlijke mest wordt aangewend voor de akkerbouwgewassen (COBL, 1977. p.217). Dit was te ver van de "normale" praktijk verwijderd om zonder mogelijk bevestigend onderzoek via voorbeeldbedrijven ingevoerd te kunnen worden.

In 1979 werd door LNV in de Noordoostpolder een proef gestart met een gemengd biologisch bedrijf van 22 ha met op 11 ha akkerbouwgewassen voor de verkoop en met 11 ha twee- tot driejarige gras/klaver maai- en graskunstweiden, waarop 22 GVE deels in potstal i.v.m. distributie van dierlijke mest naar de akkerbouwgewassen. In 1987 werd besloten toch nutriënten aan het bedrijf toe te voeren, middels aankoop van stro en veevoer om de daling van P en K reserves in de bouwvoor te compenseren (Vereijken, 1990).

Zelfvoorziening van plantenuutriënten wordt in de biologische landbouw in Nederland dan ook niet expliciet nagestreefd. Dit is ook niet noodzakelijk dankzij het overvloedig en vrijwel kosteloos beschikbaar zijn van dierlijke mest en de beschikbaarheid van laag geprijsd geïmporteerd krachtvoer. De bodemvruchtbaarheid in algemene zin is dus geen zware beperkende factor voor de biologische landbouw. Ondanks de (van nature) te geringe nalevering van plantenuutriënten door langer in cultuur zijnde Nederlandse zand- en kleigronden en ondanks het nagestreefde hoge productiepeil.

Wel heeft het gebruik van alleen organische mest verschillende nadelen in vergelijking met een combinatie ervan met kunstmest of in vergelijking met alleen kunstmest. Deze nadelen hebben betrekking op het milieu en/of op de gewasopbrengst:

- (1). De toediening van N, P en K kan met organische bemesting niet per element afgestemd worden op bodem en gewas. Zodat in de regel over- of onderbemesting met één of twee van deze elementen moeilijk te vermijden is.
- (2). De precieze gehalten aan nutriënten in organische mest zijn alleen bekend na analyse, daar zij voor iedere soort mest binnen vrij ruime grenzen variëren. Ook is de beschikbaarheid van de nutriënten, in het bijzonder van N, moeilijker in te schatten dan bij (anorganische) kunstmest.
- (3). Het knelpunt van een geringe N-beschikbaarheid bij het koud en laat zijn van gronden in het voorjaar is moeilijk of niet op te heffen met organische mest. Zeker niet bij gebruik van de langzaam werkende vaste dierlijke mest, welke gepropageerd wordt in de biologische landbouw.
- (4). Het is niet mogelijk tijdens het groeiseizoen organische mest op het staande gewas toe te dienen. Om hiermee de groei van het gewas te sturen naar hoge kwalitatieve en kwantitatieve opbrengsten, zoals dat met bijbemesting van kunstmest wel kan.
- (5). Vaste mest moet voor het ploegen worden toegediend om ingewerkt te worden en werkt langzaam.
  - a) Zware zavel en kleigronden (lutum > 16%) worden in het najaar geploegd. De hieraan gekoppelde najaarstoediening van mest veroorzaakt een groter N-verlies voor het gewas en een toename van de emissie van N naar het milieu. Namelijk een deel van de in de mest aanwezige gereduceerde N-vormen zal nitrificeren tot nitraat. Dit kan uitspoelen en het grond- of drainwater belasten, of door denitrificatie worden omgezet worden in stikstofgas en het broeikasgas lachgas.
  - b) Lichte gronden worden in het voorjaar geploegd. Daar vaste mest langzaam werkt, dient bij voorkeur ook dunne mest te worden toegediend, dit strookt niet geheel met de vaste mest voorkeur van de biologische landbouw.
- (6). Op zware zavel en kleigronden (lutum > 16%) wordt, in verband met niet te voorziene berijdbaarheidsproblemen in het voorjaar, ook dunne mest in de praktijk alleen in het najaar uitgereden. Dit geeft de hierboven onder 5a genoemde extra stikstofverliezen.

- (7). Organische mest is in de regel alleen bij aanwending van grote hoeveelheden redelijk uniform over een akker te verdelen. (Het is geen homogeen, makkelijk strooibaar produkt. Behalve na een kostbare omzetting tot gedroogde mestkorrels.) Bijvoorbeeld van dunne mest is ongeveer 12 ton de minimum hoeveelheid welke nog redelijk homogeen over een hectare kan worden verdeeld. In het geval van dunne varkensmest is dan de minimum aanvoer ca. 35 kg  $P_2O_5$  per ha, van dunne rundermest is dit ca. 20 kg  $P_2O_5$  per ha.
- (8). Organische mest bevat veel bulkstoffen als water en organische verbindingen, waardoor het in het gebruik een volumineus en zwaar produkt is. Toediening ervan stelt relatief hoge eisen aan de berijdbaarheid/draagkracht van de grond.
- (9). Organische mest kan kiemkrachtige onkruidzaden bevatten.
- (10). Organische mest bevat vrijwel altijd vrij hoge gehalten aan één of meer verontreinigingen. Deze lopen uiteen van zware metalen als Cu en Zn tot organische verbindingen als antibiotica. Waarschijnlijk is de organische mest uit biologische bedrijven 'schoon'. (Kunstmest kan ook verontreinigingen bevatten, zoals Cd in de meeste P-meststoffen.)

#### *MilieuKeur, geïntegreerde en A2000 akkerbouw*

In de MilieuKeur, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw is de chemische bodemvruchtbaarheid geen probleem, omdat bemesting met organische en kunstmest is toegestaan. Het uitgangspunt bij deze vormen van milieubewuste landbouw is dat excessieve bemesting wordt tegengegaan. De uitwerking hiervan wordt in detail besproken in par. 6.1. Opbrengstverminderingen kunnen optreden indien door ongunstige weersomstandigheden of andere factoren de uitgekende, relatief lage bemesting aan de te lage kant blijkt te zijn. In de praktijk komt dit bij uitzondering voor, zonder dat dit een echt beperkende factor is voor deze vormen van milieubewuste akkerbouw (zie hoofdstuk 5).

#### *Beheerslandbouw*

Voor de akkerbouw is alleen in het beheerspakket B1, randenbeheer, een beperking opgenomen betreffende de bemesting. Namelijk de beperking dat de rand niet bemest mag worden. Dit resulteert in opbrengstderivingen, die overeenkomstig de van te voren ingecalculerde grootte ervan vergoed worden. De bodemvruchtbaarheids-productiebeperking heeft dus geen effect op de economische bedrijfsresultaten (zie verder hoofdstuk 5).

#### *Landbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden*

In grondwaterbeschermingsgebieden gelden in de regel strengere beperkingen wat betreft het gebruik van dierlijke mest (zie par. 6.1.6). Deze kunnen ondervangen worden door het gebruik van kunstmest. Er zijn dus geen specifieke bodemvruchtbaarheids beperkingen voor de akkerbouw in de grondwaterbeschermingsgebieden (zie verder hoofdstuk 5).

### **4.1.2 Bodempathogenen en plagen**

Een klein deel van in de grond levende of overwinterende virussen, bacteriën, schimmels, aaltjes en insecten kunnen op daarvoor gevoelige plantensoorten ziekten of vreterij veroorzaken. Het telen van gewassen in monocultuur, zoals gebruikelijk in de huidige akkerbouw, verhoogt de kans op schade door deze z.g. bodempathogenen. Bij de voorkoming van schade door en de bestrijding van bodempathogenen, staan in de Nederlandse akkerbouw aardappelvormende aaltjes centraal. Overschrijdt de aaltjes populatie een bepaalde kritieke hoeveelheid dan treedt aardappelmoetheid (AM) op. De aaltjes tasten dan het wortelstelsel van verschillende aardappelrassen dermate aan, dat er sprake is van aanzienlijke opbrengstderiving. Ook het veel geteelde ras 'Bintje' is een van de meer AM-gevoelige rassen. Beperking van schade aan gewassen door bodempathogenen is o.a. mogelijk door: telen van resistente rassen; een aangepaste vruchtwisseling; bevordering van antagonistische of predatoren;

grondontsmetting; bovengrondse bestrijding van de ziekte in aangetaste planten en gewassen; preventie van verspreiding van besmet plantmateriaal en van besmette grond via werktuigen.

#### *Biologische landbouw*

Zoals gezegd worden in de biologische landbouw geen synthetische bestrijdingsmiddelen gebruikt. Uit bedrijfsbezoeken en aanvullende informatie voor de jaren 1972 t/m 1974 werd vastgesteld dat bij de alternatieve landbouw minder directe bestrijdingsmaatregelen nodig zijn en worden toegepast dan in de gangbare landbouw. Problemen door ziekten en plagen in de alternatieve landbouw konden meestal worden teruggevoerd op een verkeerde keuze van ras, te krappe vruchtwisseling, of op andere onjuiste teeltmaatregelen (COBL, 1977. p.210). De voornaamste noodzakelijke aanpassingen in de biologische akkerbouw zijn:

- ruime vruchtwisseling met (merendeels) niet-ziektegevoelige gewassen;
- keuze van rassen die resistent zijn tegen bepaalde ziekten;
- aanpassing van de teeltperiode door vroeg of juist laat zaaien.

Dat met deze aanpassingen ziekten en plagen grotendeels beheerst worden, moet gezien worden als een bio-ecologisch succes. Anderzijds dient onderkend te worden, dat de bodem de biologische landbouw dwingt tot deze aanpassingen en in dit opzicht beperkingen oplegt aan de biologische landbouw. Bijvoorbeeld het hoofdgewas aardappelen kan in verband met AM slechts éénmaal in de zes jaar geteeld worden. In de gangbare en geïntegreerde landbouw kunnen aardappelen met gebruik van bestrijdingsmiddelen, echter zonder natte grondontsmetting toe te passen, éénmaal in de drie à vier jaar geteeld worden.

#### *MilieuKeur landbouw*

Fungi-, bacteri-, insecti- en acariciden worden alleen als noodmaatregel en in de laagst mogelijke nog effectieve dosering gebruikt. Middelen die voorkomen op de zogenaamde zwarte lijst van de waterleidingbedrijven mogen niet worden toegepast. Wat betreft de ingezette middelen om bodemaaltjes te bestrijden, is alleen MK-certificering mogelijk op percelen waarvan de grond de laatste vier jaar niet chemisch ontsmet is, in andere woorden waar de laatste vier jaar geen natte grondontsmetting is toegepast. Ethoprofos mag alleen in de plantrij worden toegepast, andere granulaten of droge grondontsmetingsmiddelen tegen bodemaaltjes zijn niet toegestaan. Verder wordt rekening gehouden met de milieubelastingpunten bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen (par. 5.1.2). In de SMK certificatieschema's zijn de toegestane middelen en dosering beschreven (SMK, 1995a/b/c). Met deze voorschriften behoudt de MK landbouw de mogelijkheid tot gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen, echter met een minder dan gemiddeld gebruik dan in de gangbare landbouw.

De MK eisen kunnen gezien worden als het resultaat van milieubewuste agronomische keuzes, waarmee de bodempathogenen geen wezenlijk andere beperkingen aan de MK akkerbouw stellen dan aan de gangbare akkerbouw. De MK eisen zijn sterk geïnspireerd op de met de geïntegreerde akkerbouw opgedane ervaringen en verworven inzichten.

#### *Geïntegreerde en A2000 akkerbouw*

In de geïntegreerde en A2000 akkerbouw is de beheersing van de mogelijke schade door bodempathogenen gebaseerd op bio-ecologische teeltaanpassingen, welke alleen indien noodzakelijk ondersteund worden door inzet van synthetische middelen. Bodempathogenen stellen geen sterkere beperkingen aan deze vormen van akkerbouw dan aan de gangbare akkerbouw.

#### *Beheerslandbouw*

In de beheerslandbouw zijn geen voorschriften opgenomen m.b.t. beperking van ziektebestrijdingsmiddelen, met uitzondering van randbeheersovereenkomsten. Er zijn dus geen aan bodempathogenen gerelateerde beperkingen anders dan in de gangbare landbouw.

### *Grondwaterbeschermingsgebieden*

In grondwaterbeschermingsgebieden is het gebruik van zwarte lijst bestrijdingsmiddelen niet toegestaan, daarnaast zijn er geen andere dan de algemene beperkingen op het gebruik van bestrijdingsmiddelen. De witte lijst biedt voldoende andere, in de regel duurdere, bestrijdingsmiddelen. Bodempathogenen veroorzaken dus geen teelt beperkingen.

### **4.1.3 Onkruid**

Evenals bij bodempathogenen bepaalt de bedrijfsvoering in de voorgaande jaren voor een groot deel de onkruiddruk op een perceel. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen zand- en kleigronden. Op zandgronden wordt de onkruiddruk voornamelijk veroorzaakt door eenjarige zaad-onkruiden, die zich na kieming snel ontwikkelen. Terwijl op kleigronden 'vegetatief (onkruid)plantmateriaal' van meerjarige wortelonkruiden als distels en kweek aandacht vraagt.

### *Biologische landbouw*

In de biologische landbouw is chemische onkruidbestrijding niet toegestaan. Onkruid wordt mechanisch of met de hand gewied, ook worden branders gebruikt. Dit vereist de inzet van extra loonwerk, of van extra manuren voor handwieden, of de aanschaf van eigen aangepaste werktuigen om onkruid te wieden. De piekperioden die zich voordoen bij de onkruidbestrijding in de biologische akkerbouw worden genoemd als een belangrijke belemmering voor de grootschalige omschakeling naar biologische akkerbouw. Onkruidbestrijding wordt door verschillende landbouwers en onderzoekers genoemd als knelpunt in de biologische landbouw (LT jaartal, 1997). Er zijn geen onkruidrempels gekwantificeerd of nationale inventarisaties van gebieden waar de onkruiddruk problematisch is voor biologische of gangbare akkerbouw. Onkruid op zich wordt nooit genoemd als een wezenlijke belemmering voor de biologische akkerbouw, ook niet als een produktiebeperkende factor. Wel zal in sommige gevallen afhankelijk van de aard van de ondernemer en van de onkruiddruk op zijn percelen, onkruid mogelijk één van de factoren zijn om af te zien van omschakeling op biologische akkerbouw. Ook als op "slechts" een deel van het bedrijf het onkruid extra veel aandacht vraagt, daar biologische akkerbouw alleen voor het gehele en niet voor een deel van het bedrijf mogelijk is. Naast het wieden van onkruid in het ingezaaide en groeiende gewas, wordt ook de teelt van een twee- of meerjarig bodembedekkend (maai)gewas genoemd om de onkruiddruk terug te dringen. Mogelijkheden hiervoor zijn meerjarige kunstweidemengsels, luzerne en graszaad. Op die biologische bedrijven waar van deze optie gebruik gemaakt wordt, kan gesteld worden dat de onkruiddruk een zeker accent legt op de gewaskeuze.

### *MilieuKeur akkerbouw*

Het gebruik van synthetische herbiciden in de MK akkerbouw is op dezelfde grondslag, als dat van bestrijdingsmiddelen aangewend voor de bestrijding van ziekten en plagen (par. 4.1.2). Namelijk alléén gebruik met de laagst mogelijke nog effectieve dosering is toegestaan. Middelen die voorkomen op de zogenaamde zwarte lijst van de waterleidingbedrijven mogen niet worden toegepast. Verder wordt rekening gehouden met de milieubelastingspunten bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen (par. 5.1.2). In de SMK certificatieschema's zijn de toegestane middelen en dosering beschreven (SMK, 1995a/b/c). De onkruiddruk stelt dus geen beperkingen aan deze vormen van akkerbouw, anders dan in de gangbare akkerbouw.

### *Geïntegreerde en A2000 akkerbouw*

In de geïntegreerde en A2000 akkerbouw is de beheersing van de mogelijke schade door onkruid gebaseerd op bio-ecologische teeltaanpassingen, welke alleen indien noodzakelijk ondersteund worden door inzet van synthetische middelen. De onkruiddruk stelt dus geen beperkingen aan deze vormen van akkerbouw, anders dan in de gangbare akkerbouw.

### *Beheerslandbouw*

In het beheerspakket B2, randenbeheer bouwland, is totaal geen bestrijding van onkruid toegestaan in de rand. De opbrengstderving (par. 5.1), die het gevolg is van deze (en van de andere clausules) in het pakket, wordt vergoed.

In het graanpakket (B3) met tenminste om het jaar een (niet mais) graangewas zijn in dat graangewas geen synthetische onkruidbestrijdingsmiddelen toegestaan. Dit resulteert in opbrengstdervingen, die overeenkomstig de van te voren ingecalculerde grootte ervan vergoed worden. Het uitsluiten van het gebruik van herbiciden heeft dus geen effect op de economische bedrijfsresultaten (par. 5.1).

Naast de ingecalculerde opbrengstdervingen die vergoed worden, worden de bouwland beheerspakketten B2 en B3 niet verondersteld enige verdere beperkingen op te leggen aan de beheers akkerbouw.

## **4.2 Bodemverontreiniging**

### *Biologische landbouw*

In Nederland is tot op heden vanwege de aanwezige bodemverontreiniging aan één bedrijf door Skal geweigerd om biologische landbouwproducten met het EKO keur op de markt te brengen. Dit deed zich voor bij een bedrijf in de omgeving van de zink-fabriek in Budel. Bij een registratie aanvraag voor biologische landbouw hanteert Skal in nieuwe situaties een overgangperiode. Deze periode varieert, mede afhankelijk van aanwezige bodemvervuiling, van één tot meerdere jaren (Skal, 1995).

Hoewel het niet onjuist zou zijn worden de fosfaat-rijke, fosfaat-verzadigde en fosfaatlekkende gronden niet aangeduid als 'fosfaat-verontreinigde' of als 'vermeste' gronden. Vanuit een milieu-oogpunt is op deze gronden, met een ruime of hoge fosfaattoestand, biologische akkerbouw ongewenst. Namelijk het gebruik van alleen organische mest leidt (vrijwel) onvermijdelijk tot verdere accumulatie van fosfaat in de bodem (par. 6.1.1).

### *MilieuKeur akkerbouw*

De SMK stelt duidelijke beperkingen voor het MilieuKeur bij gronden met fosfaat-accumulatie (SMK, 1995a. p.3):

- (1). Op gronden met  $Pw > 100$  kunnen geen producten geteeld worden voor de MilieuKeur.
- (2). Op gronden met een  $Pw > 60$ , waar eerder voor de MilieuKeur geteeld werd en de  $Pw$  een waarde had van minder dan 60, kan het MK niet meer verkregen worden.
- (3). Op percelen met een  $Pw$  getal tussen de 60 en 100 mag geen fosfaat gegeven worden. Op deze percelen mogen dus geen organische meststoffen toegediend worden en kan alleen kunstmest aangewend worden om N, K en andere elementen toe te dienen.

Tabel 4.1 toont dat vanwege de fosfaataccumulatie in de bodem de teelt voor het MK in een groot deel van de Nederlandse landbouwgrond niet wordt toegestaan. Bijvoorbeeld 20% van het bouwland op zand heeft een  $Pw > 100$ , deze gronden worden afgekeurd voor MK teelt. Op veel gronden is teelt voor het MilieuKeur wel mogelijk, waarbij echter het gebruik van dierlijke mest niet is toegestaan. Bijvoorbeeld 30% van het bouwland op zand heeft een  $60 < Pw < 100$ , op dit bouwland is bij MK teelten totaal geen gebruik van dierlijke mest toegestaan.

In tabel 7 is ook het areaal grasland met een hoge fosfaattoestand vermeld, dit i.v.m. de mogelijke omschakeling van grasland naar bouwland. Hierbij kan opgemerkt worden dat voor eenzelfde grond de getalswaarde van de  $Pw$  en PAL cijfers weinig of niet verschillen (Fraters et al., 1997). Op 3% van het areaal grasland is omschakeling naar MK akkerbouw voorlopig uitgesloten door te hoge fosfaat-cijfers in de bodem. En op 20% is omschakeling mogelijk echter onder voorwaarde dat voorlopig geen organische bemesting op deze percelen gebruikt wordt. De percentages genoemd voor grasland zijn enigszins hoge schattingen, daar de verschillen in bemonsteringsdiepte in aanmerking nemend het  $Pw$ -getal veelal enigszins lager

zal zijn dan het PAL-getal.

#### *Geïntegreerde en A2000 akkerbouw*

In de geïntegreerde en A2000 akkerbouw is bodemverontreiniging een beperkende factor in dezelfde mate als in de gangbare akkerbouw. Eventueel aanwezige bodemverontreiniging is dus geen extra beperkende factor voor deze vormen van milieubewuste landbouw.

#### *Beheerslandbouw*

De beheerslandbouw is vrijwel geheel beperkt tot de EHS gebieden. De locaties binnen de EHS met verontreinigde bodems zullen in de meeste gevallen door de provincie buiten het, voor beheerslandbouw te begrenzen, gebied gehouden worden. Bodemverontreiniging is in die situaties een beperkende factor voor de aanwijzing als gebied voor beheerslandbouw.

#### *MacSharry braak*

Bodemverontreiniging vermindert de mogelijkheden gebruik te maken van de MacSharry braaklegregeling niet.

#### *Grondwater- en milieubeschermingsgebieden*

In grondwaterbeschermingsgebieden worden strengere milieueisen aan de akkerbouw gesteld, middels provinciale verordeningen. Bij aanwezigheid van bodemverontreinigingen zijn de algemene landelijke regelingen van kracht en zijn geen speciale regels opgesteld voor gangbare of milieubewuste vormen van akkerbouw in deze gebieden. Hetzelfde geldt voor andere bijzondere gebieden.

*Tabel 4.1 Arealen bouwland (incl. snijmais) en grasland in 1993 met hoge fosfaattoestand (60 < Pw of PAL < 100) en met zeer hoge fosfaattoestand (Pw of PAL > 100).*

Pw getal	Fosfaattoestand van het akkerbouwland (incl. snijmais) <sup>1)</sup>			
	Alle bodems		Zandgronden	
	ha	Fractie van totaal areaal bouwland	ha	Fractie van totaal areaal bouwland op zand
>60	290.000	30%	160.000	50%
>100	85.000	10%	60.000	20%
PAL getal	Fosfaattoestand van het grasland <sup>2)</sup>			
	Alle bodems		Zandgronden	
	ha	Fractie van totaal areaal grasland	ha	Fractie van totaal areaal grasland op zand
>60	220.000	20%	100.000	20%
>100	33.000	3%	13.000	3%

Bron: Fraters et al., 1997a.

<sup>1)</sup> Op bouwland wordt de bouwvoor 0-25 cm bemonsterd met bepaling van water oplosbaar fosfaat, Pw.

<sup>2)</sup> Op grasland wordt de zode 0-5 cm bemonsterd met bepaling van in ammoniumlactaat oplosbaar fosfaat, PAL. In milieukundig onderzoek wordt PAL van grasland ook wel bepaald na bemonstering van 0-10 cm.

**Tabel 4.2** *Veranderingen in bodemeigenschappen na langdurige toepassing van verschillende vormen van akkerbouw. (Waarnemingen en berekeningen voor een jonge zeeklei (lichte zavel) in Noord Beveland).*

Landbouw systeem, de afgelopen 70 jaar	'Gangbaar' alleen kunstmest	Biologisch Dynamisch	Permanent grasland <sup>1)</sup>
Veranderingen in bodemeigenschappen			
Org.stof % in de bouwvoor <sup>2)</sup>	1,0-2,5%	2,5-4,1%	4,1-5,9%
Vochtleverend vermogen v.d. grond in droge perioden <sup>3)</sup>	het minste	tussenin	het beste
Berijd- en bewerkbaarheid v.d. grond <sup>4)</sup>	het beste	het minste	tussenin
Potentiële lengte groeiseizoen <sup>3)</sup>	het langst	het kortst	tussenin
% van de jaren dat bodemcondities optimaal zijn bij ideale pootdatum aardappelen (20 maart) <sup>3)</sup>	93%	17%	33%

Bron: Droogers, 1997; Droogers et al., 1997.

<sup>1)</sup> Zeventig jaar permanent grasland, vergelijkbaar met eigenschappen na ontginning van ongestoorde natuurlijke grond.

<sup>2)</sup> Org. stof % waargenomen in akkers van de betreffende landbouwsystemen.

<sup>3)</sup> Resultaat van simulatie berekeningen, steeds voor één groeiseizoen met de huidige bodemeigenschappen, met weergegevens van de laatste 30 jaar en conventionele grondbewerking.

<sup>4)</sup> Vastgesteld met onderzoek van de Atterbergse waarden in het laboratorium, bevestigd door tractorproef in het veld.

### 4.3 Effecten van akkerbouw

Landbouw begint met het ontginnen van grond. Vervolgens wordt deze in cultuur genomen voor akkerbouw of andere landbouwsystemen. Onder invloed hiervan veranderen in de regel de bodemeigenschappen en mogelijk daarmee de bodemgeschiktheid en beperkingen. Deze veranderingen kunnen verschillen afhankelijk van de vorm van akkerbouw die wordt toegepast. Hiervan kan het volgende voorbeeld gegeven worden.

Lange termijn effecten van biologische akkerbouw op verschillende bodemeigenschappen zijn bestudeerd op een ruim 70 jaar oud biologisch dynamisch akkerbouwbedrijf in Noord Beveland. Dit werd vergeleken met een nabijgelegen even oud gangbaar akkerbouw (proef)bedrijf, waar alleen kunstmest wordt gebruikt en met een permanent grasland situatie op (oorspronkelijk) dezelfde bodems (Tabel 4.2).

Het blijkt dat onder het gangbare akkerbouwsysteem de meeste voor de akkerbouw belangrijke bodemeigenschappen verbeterd en door de biologische akkerbouw verslechterd zijn in vergelijking met de natuurlijke uitgangstoestand van de bodem, zoals gerepresenteerd door de permanent grasland situatie. Een uitzondering hierop vormt het vochtleverend vermogen van de grond in droge perioden.

#### 4.4 Conclusies

Overall in Nederland waar op de potentiële landbouwgronden gangbare vormen van akkerbouw, weidebouw, tuinbouw, etc. mogelijk zijn, kunnen dezelfde vormen van landbouw op milieubewuste wijze bedreven worden.

In speciale gevallen van bodemverontreiniging met zware metalen en/of fosfaat kan het zijn dat aan de geteelde producten geen keur wordt toegekend. Ook kunnen langere overgangperiodes geëist worden voor de overgang van gangbare naar biologische akkerbouw. In ernstige gevallen van verontreiniging komt de grond daar zelfs in het geheel niet voor in aanmerking, terwijl gangbare akkerbouw nog wel is toegestaan.

Vanwege hoge fosfaatgehalten in de bouwvoor komt 10% van het bestaande akkerbouwland

niet in aanmerking voor het MilieuKeur. Op 20% van het bouwland mag bij teelt voor de MilieuKeur geen organische mest gebruikt worden, noch P bevattende kunstmest. Voor het bestaande akkerbouwland op zandgrond zijn de overeenkomstige percentages hiervan respectievelijk 20% en 30%.

Bestaande bodemverontreiniging kan een reden zijn, dat het betreffende areaal niet wordt aangewezen als potentieel in aanmerking komend voor beheerslandbouw.

In de biologische akkerbouw waar geen andere dan organische bemesting is toegestaan, is een beperking van zware gronden, dat alleen in het najaar kan worden bemest. Hetgeen tot hogere nutriëntenemissies leidt, dan wanneer een deel van de mestgift na de winter als kunstmest kan worden toegediend.

De door de biologische akkerbouw gepropageerde vaste mest wordt in het najaar toegediend. Op alle gronden zal dit leiden tot relatief hoge nutriëntenemissies.

In de biologische landbouw waar het gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen niet is toegestaan is een beperking, dat bodemmoedigheid bij de teelt van bepaalde gewassen alleen voorkomen kan worden door een lage vruchtwisselingsfrequentie. Bijvoorbeeld de verbouw van aardappelen niet vaker dan eenmaal in de zes jaar.

In de biologische akkerbouw wordt de onkruidbestrijding veelal genoemd als een knelpunt, echter niet als een productie beperkende factor. In situaties met een hoge onkruiddruk legt de onkruiddruk de biologische akkerbouw beperkingen op met betrekking tot de gewaskeuze of vruchtwisseling.

De voor de hand liggende hypothese, dat de beste gronden voor de gangbare akkerbouw ook de beste gronden zijn voor de biologische akkerbouw, wordt ondersteund door het relatief grote areaal van de biologische akkerbouw in de provincie Flevoland. Naast de goede marktorganisatiestructuur voor de afzet van biologische producten, zijn er meerdere mogelijke teelttechnische of agronomische verklaringen:

- gronden met goede textuur, structuur, ontwatering/drainage;
- goede bereikbaarheid met mogelijkheid tot toediening van organische bemesting in het voorjaar;
- N-mineralisatie jonge zeeklei relatief hoog;
- chemische bodemvruchtbaarheid relatief hoog;
- jonge relatief schone (lage onkruiddruk) gronden;
- mogelijk een geringere ziektedruk door bodem gerelateerde plantpathogenen.

## 4.5 Samenvatting; bodemgeschiktheid en beperkingen

### *Grondsoort algemeen*

Een belangrijk punt is de geschiktheid van de bodem voor de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw. In algemene zin kan gesteld worden dat, op plaatsen waar de gangbare teelt van bepaalde akkerbouw gewassen mogelijk is, daar ook dezelfde gewassen milieubewust geteeld kunnen worden. De voor de hand liggende hypothese, dat de beste gronden voor de gangbare akkerbouw ook de beste gronden zijn voor de milieubewuste akkerbouw, wordt ondersteund door het relatief grote areaal van de biologische akkerbouw in de provincie Flevoland. Hier zijn meerdere teelttechnische of agronomische verklaringen voor, met als grondslag de gunstige bodemgesteldheid. Daarnaast is er een goede marktorganisatiestructuur aanwezig voor de afzet van biologische produkten.

De natuurlijke vruchtbaarheid van Nederlandse gronden is te laag om zonder bemesting aan de N, P en K gewasbehoefte te kunnen voldoen, bij het in Nederland nagestreefde gewasopbrengst niveau. In de biologische akkerbouw blijkt het nagestreefde gesloten nutriënten voorzieningssysteem zeker voor P en K niet mogelijk, zelfs niet in de Flevopolders op gemengde bedrijven.

Op zware gronden wordt organische bemesting in het najaar uitgereden met als gevolg extra N verliezen in het winterseizoen. In dit opzicht zijn zware gronden dus meer geschikt voor andere vormen van milieubewuste akkerbouw dan voor biologische akkerbouw, die geheel is aangewezen op organische bemesting.

### *Biologische bodemvruchtbaarheid*

Een beperking die de bodem, door de daarin aanwezige cysteaaltjes, stelt aan o.a. aardappelen is de frequentie van de teelt. Zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen, zoals in de biologische akkerbouw, kunnen aardappelen niet vaker dan 1x per zes jaar op hetzelfde perceel verbouwd worden. Met beperkt gebruik van bestrijdingsmiddelen 1x per vier jaar; bij voorkeur niet frequenter, zoals in de geïntegreerde akkerbouw. In het algemeen varieert de frequentie in de gangbare akkerbouw van 1x per 3 of 4 jaar.

### *Verontreinigde gronden*

Verontreinigde gronden zullen in de regel niet in aanmerking komen voor beheerspakketten. Ook kunnen langere overgangperioden geëist worden voor de overgang van gangbare naar biologische akkerbouw. In bepaalde gevallen van verontreiniging komt de grond daar zelfs in het geheel niet voor in aanmerking, terwijl gangbare akkerbouw nog wel is toegestaan. De teelt voor het MilieuKeur wordt niet toegestaan op gronden met een zeer hoge fosfaattoestand ( $P_w > 100$  of  $PAL > 100$ ). Dit betreft 10% van het huidige akkerbouw- en 3% van het graslandareaal. Met het selectief aanscherpen van bodem- en produktnormen voor milieubewuste akkerbouw wordt het potentiële areaal hiervan kleiner. Waar keurmerken niet meer verkregen kunnen worden, zal de daaraan gekoppelde economische stimulans schoon te produceren ontbreken. In die zin is aanscherping van, nationaal geaccepteerde, bodem- of produktnormen ongewenst.

*Veranderingen in bodemgeschiktheid door akkerbouw*

Een vraag is, hoe de veranderingen in bodemgeschiktheid door milieubewuste vormen van akkerbouw zijn, vergeleken met die veroorzaakt door de gangbare akkerbouw. Dat de veranderingen door milieubewuste akkerbouw, niet zonder meer altijd gunstig zijn blijkt uit onderzoek in Noord Beveland. Op lichte zavelgronden ging hier, over een periode van ruim 70 jaar, bij de biologische akkerbouw de berijd- en bewerkbaarheid sterker achteruit, dan bij de gangbare akkerbouw. Verder zijn er weinig of geen gegevens over de lange termijn effecten van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw op de bodem. Noch wat betreft veranderingen in geschiktheid van de bodem voor de akkerbouw, noch wat betreft veranderingen in de bodem die van invloed zijn op het milieu en de milieubelasting.

## 5. OPBRENGST EN RUIMTEBESLAG

Een agrarisch ondernemer richt zijn bedrijfsvoering op eigen welzijn en in overeenstemming met het laatste op een al of niet maximaal bedrijfssaldo. Hierbij zijn vele factoren van belang, zoals bedrijfsomstandigheden (o.a. areaalgrootte, gebouwen, machines, dieren, locatie, bodemtypen), traditie, persoonlijke omstandigheden, de eigenschappen en wensen van de landbouwer. Dit leidt tot een divers scala aan landbouwbedrijfsvoeringen (par. 2.1), ook binnen de vormen van extensieve landbouw die hier beschouwd worden. Aan dit scala zal hier geen aandacht geschonken worden, daar hiermee corresponderende data niet voorhanden zijn.

In het onderhavige rapport wordt alleen de fysieke opbrengst beschouwd. De fysieke opbrengst geeft een indicatie van het niveau en de aard van de landbouw, landbouwoverschotten of tekorten en de te verwachten prijsvorming. De landbouwstatistiek geeft jaarlijkse overzichten van o.a. nationale en regionale fysieke opbrengsten per ha (LEI-DLO/CBS, 1996).

De fysieke opbrengst wordt o.a. uitgedrukt in kg produkt (bijv. graan, ruwvoer) per ha per jaar. In par. 5.1 zal de gewasopbrengst per ha per jaar van verschillende gewassen beschouwd worden. De grondsoort/bodemtype is zowel van invloed op de opbrengst als op de gewaskeuze of vruchtwisseling. Daar de akkerbouw sterk geconcentreerd is in de kleiregio hebben de meeste data betrekking op deze regio, indien dit niet het geval is wordt dit vermeld. Met uitzondering van het voedergewas snijmais, waarvan het grootste areaal verbouwd wordt melkveehouderijbedrijven op de hoge zandgronden. Tevens zal het jaar van opbrengst, of de jaren waarover gemiddeld wordt, vermeld worden daar opbrengsten sterk verschillen per jaar. Het bedrijfssaldo is naast de fysieke opbrengst afhankelijk van veel andere factoren, zoals produktkwaliteit, ziektebestrijding (afhankelijk o.a. van rassenkeuze en vruchtwisseling), suikerquotum, melkquotum, afnemende meeropbrengsten. Landbouwers streven dus binnen bepaalde grenzen naar hoge fysieke opbrengsten.

De opbrengst van de gewassen in het jaar dat zij geteeld worden (in het vervolg aangeduid als de opbrengst, of de 'teeltjaar-opbrengst', van een gewas) wordt in zekere mate beïnvloed door de aard van de vruchtwisseling en de volgorde van de gewassen hierin. Wat dit laatste betreft zal een akkerbouwer geen variant kiezen die nodeloos ongunstig is, de volgorde van de gewassen binnen de vruchtwisseling blijft daarom buiten beschouwing.

Een ander aspect is de opbrengst van de gewassen over meerdere jaren, hierbij is de vruchtwisseling van dominante invloed. Bijvoorbeeld de aardappelopbrengst gerekend over zes jaar is ruwweg tweemaal zo hoog bij de 1:3 als bij de 1:6 vruchtwisseling. De gewasopbrengst gemiddeld per vruchtwisselingsjaar (in het vervolg aangeduid als de vruchtwisselingsopbrengst van een gewas) wordt beschouwd in par. 5.2.

Naast de ruimte nodig voor de groei van het gewas, leggen verschillende inputs (produktie en opslag van zaad en pootgoed, bestrijdingsmiddelen, enz.), werktuigen, gebouwen en infrastructuur beslag op ruimte. Het aantal jaren dat een gewas niet geteeld kan worden, kan voor dat gewas ook als ruimtebeslag worden meegerekend. Zeker bij een hoog renderend gewas als aardappelen dat met een zo hoog mogelijke frequentie geteeld wordt.

In dit rapport zullen alleen de hoofdcomponenten van het ruimtebeslag beschouwd worden, namelijk de ruimte voor de gewasgroei in het jaar van de teelt, met daarbij het aantal jaren voordat hetzelfde gewas weer in dezelfde ruimte geteeld wordt. D.w.z. voor een gewasprodukt: de inverse van ton produkt/ha/jaar \* teeltfrequentie gewas in de vruchtwisseling = ha.jaar per ton gewasprodukt. Dit wordt hier benoemd als gewasrotatiegroeiruimte met als acroniem gr2. Bij de vruchtwisselingsopbrengst van een gewas ligt het accent op de opbrengst en bij de gewasrotatiegroeiruimte op ruimte, zoals de woorden aangeven. Voor eenzelfde gewas zijn zij elkaars reciproque.

Tenzij nader gespecificeerd zal het kwaliteitsaspect van het gewasprodukt niet in beschouwing genomen worden.

## 5.1 Gewasopbrengst

### *Biologische landbouw*

De opbrengsten per ha zijn in de biologische landbouw lager dan in de gangbare landbouw (Tabel 5.1). Hoofdredeken hiervoor zijn de keuze van meer ziekteresistente rassen met in de regel een lager opbrengstvermogen, de sterkere fluctuaties in de stikstofwerking van de organische bemesting dan in kunstmest, het niet kunnen bijsturen van de gewasgroei met stikstof(kunst)mestgiften en eventueel groeiregulators tijdens het groeiseizoen en het slechts beperkt kunnen bestrijden van ziekten en plagen.

### *MilieuKeur akkerbouw*

Zoals vermeld zijn voor de akkerbouwgewassen aardappelen, uien, tarwe en gerst door de SMK teelteisen geformuleerd en zijn deze voor suikerbieten in ontwikkeling. De SMK uitgangspunten komen ruwweg overeen met die voor de geïntegreerde akkerbouw, waar door LNV op proef- en innovatiebedrijven teeltmethodes voor ontwikkeld zijn en waar voortdurend vernieuwing van plaats vindt.

Er is geen overzicht beschikbaar van opbrengsten van deze gewassen na teelt overeenkomstig de SMK eisen. De SMK opbrengsten zullen echter niet of nauwelijks afwijken van de opbrengsten in de geïntegreerde akkerbouw. Deze laatste zijn niet structureel verschillend van

*Tabel 5.1 Opbrengsten van akkerbouwgewassen op kleigrond en hoofdoorzaken van lagere opbrengst in de biologische dan in gangbare landbouw.*

Gewas	Opbrengst ton/ha.jaar		Hoofdoorzaken v. lagere opbrengst in biologische dan in gangbare landbouw		
	Biol. <sup>1)</sup>	Gangb. <sup>2)</sup>	Ziekten, plagen (geen synth. bestrijdingsm.)	Bemesting <sup>6)</sup>	Andere hoofdoorzaak
Consumptie aardappelen <sup>3)</sup>	32	54	Phytophthora aantasting blad, waardoor kortere groeiperiode		
Suikerbiet <sup>3)</sup>	60	75	blad aantasting door schimmels en insecten		
Zaaiui <sup>3)</sup>	33	53	ziektedruk resulteert in meer plantenuitval		sorteerverliezen
Winterpeen <sup>3)</sup>	50	68	wortelvlieschade bij (te) hoge teeltfrequentie		sorteerverliezen door alternaria vlekken op penen
Wintertarwe <sup>4)</sup>	6	8,8		lagere N beschikbaar. geen bijbemesting tijdens groeiseizoen	
Zomertarwe <sup>4)</sup>	6 <sup>4)</sup>	7		idem.	
Conserven erwten <sup>5)</sup>	4,5	5,3	periodiek kans op rupsen en luizen plagen		

Bron: Bondt et al., 1997; Wijnands et al., 1992; DLV, 1997; LEI-DLO/CBS, 1996; Vereijken et al., 1994.

<sup>1)</sup> IKC-L opbrengstcijfers, o.a. gebaseerd op PAV 1995 Kwantitatieve Informatie v.d. Akkerb. en Groenteteelt in de Vollegrond.

<sup>2)</sup> Gemiddelde van LEI boekhoudbedrijven in klei-gebied, oogsten 1991 t/m 1994.

<sup>3)</sup> Vers gewicht.

<sup>4)</sup> 16% vocht; de tarwe in de biologische landbouw heeft veelal een lager eiwitgehalte (10-11%) en lagere bakkwaliteit dan in de gangbare landbouw (Wijnands et al., 1992. p.123; Vereijken et al., 1994. p.35).

<sup>5)</sup> ca. 25% droge stof.

<sup>6)</sup> In veel situaties in de biologische akkerbouw is de N-voorziening niet optimaal, dit is alleen vermeld bij tarwe.

die in de gangbare akkerbouw (zie onder). Waarbij het opbrengstverlies, van minder dan 1%, door het niet betelen van een ca. 0,6 m brede akkerrand bij de MK teelt buiten beschouwing is gelaten.

#### *Geïntegreerde akkerbouw*

Met de toepassing van de geïntegreerde akkerbouw in de praktijk op 38 innovatiebedrijven van 1990 tot en met 1993, blijken in de regel de opbrengsten per ha enigszins lager dan in de gangbare landbouw op vergelijkbare bedrijven. In sommige jaren echter zijn de opbrengsten van bepaalde gewassen ook hoger dan in de gangbare akkerbouw (Tabel 5.2). Factoren die hierbij een rol speelden waren o.a.:

- keuze van andere rassen;
- minder preventieve bestrijding van ziekten en plagen;
- voorzichtiger/zuiniger met N bemesting;
- ruimere rijen afstand voor mechanische onkruidbestrijding;
- stress op het gewas door schoffelen of branden als onkruidbestrijding;
- insporen werktuigen.

Met het toenemen van de ervaring van de akkerbouwers op innovatiebedrijven, met de andere teeltmaatregelen zijn de opbrengstverminderingen vrijwel nihil, of is het resultaat in enkele gevallen opbrengstvermeerdering in het geïntegreerde systeem (Wijnands et al., 1995a).

*Tabel 5.2. Fysieke opbrengst verschillen van de geïntegreerde akkerbouw op PAV proefbedrijven en bij akkerbouwers op innovatiebedrijven, t.o.v. de gangbare akkerbouw en de hoofdoorzaken daarvan (waarnemingen tussen 1986 en 1993).*

Gewas	Waargenomen fysieke opbrengst van geïntegreerde t.o.v. gangbare akkerbouw	Indicatie van structurele opbrengst verschillen	Hoofdoorzaken van opbrengst reducties in de geïntegreerde akkerbouw			
			Minder ziekte/plaag gevoelige rassen met lagere opbr. potentie	Vermijding hoge N bemesting <sup>1)</sup>	Minder preventief bestrijdings middelen gebruik <sup>1)</sup>	Andere hoofdoorzaak
cons.aard.	5% reductie tot 5% verhoging	nee	x	x		
s.biet	10% reductie tot 5% verhoging	nee		x		
zaaiui	0-20% reductie	nee		x		
w.peen	5% verhoging	nee				
w.tarwe	5-10% reductie	nee		x		rassen met betere bakkwaliteit en lagere pot. opbr.
conserv. erwt	15% reductie tot 10% verhoging	nee			x	

Bron: Wijnands et al., 1992; Wijnands et al., 1995a.

<sup>1)</sup> kosten en milieu (be)sparend

### *Akkerbouw 2000*

De fysieke gewasopbrengsten verkregen door de 500 deelnemers aan de A2000 akkerbouw, toonden geen consistente verschillen met die van de hen omringende collega's met gangbare teeltmethoden (par. 3.4). De opbrengsten van de gewassen toonden wel grote regionale verschillen, die parallel liepen voor de A2000 en de gangbare akkerbouw. Hierbij werden de volgende vijf PAV regio's onderscheiden (Wijnands et al., 1995a):

- NZK Noordelijke zeeklei, de klei-akkerbouwgebieden in Friesland en Groningen.
- CZK Centrale zeeklei, de klei-akkerbouwgebieden in IJsselmeerpolders, Noordhollandse polders.
- ZWK Zuidwestelijke zeeklei, de klei-akkerbouwgebieden in Zuid-Holland, Zeeland en Noord-Brabant.
- NON Noordoost Nederland, de Noordoostelijke zand- en dalgronden.
- ZON Zuidoost Nederland, de zandgronden en rivierklei in Utrecht, Noord-Brabant, Gelderland en Limburg en lössgronden in Zuid-Limburg.

De teeltjaaropbrengsten van consumptieaardappelen waren gemiddeld over de jaren 1993, '94 en '95 in het A2000 project in de PAV regio's: NZK 45 ton; CZK 58 ton; ZWK 50 ton; NON 48 ton; ZON-zand 51 ton, ZON-löss 40 ton (DLV, 1996a). Deze verschillen hangen samen met meerdere factoren, zoals o.a. vochtvoorziening, lengte groeiperiode, ras en teeltmaatregelen.

### *Beheerslandbouw*

#### 1. Pakket B2, randenbeheer bouwland.

Bij dit pakket wordt de rand niet bemest en wordt er tenminste om het jaar in de rand(strook) een graangewas niet zijnde mais verbouwd. Na een paar jaar zal er in de rand sprake zijn van een misoogst, 0-10% van de reguliere opbrengst (Heinen, 1997a. p.37/8). De mate waarin dit de opbrengst van het betreffende perceel verlaagt, is afhankelijk van de verhouding van het oppervlak van de rand tot die van het totale perceel. Deze verhouding varieert afhankelijk van de lengte en breedte van de rand, de vorm en het oppervlak van het perceel. Een rand van 3 meter breed rondom een rechthoekig perceel van 500 m lengte bij 200 m breedte beslaat 2,1% van het oppervlak, bij een perceel van 200 m bij 100 m is dit 4,4%. Een rand van 12 m breed langs de lange zijde beslaat bij deze percelen respectievelijk 6% en 12% van het perceeloppervlak. Ruwweg wordt de fysieke opbrengst per ha met eenzelfde percentage verlaagd. Bij beheersvergoedingen voor het pakket B2, houdt men er verder nog rekening mee dat beheersboeren hun bouwplan aanpassen aan het randenbeheer (zie par. 5.2). En ook dat in de (gangbare) landbouw de gewasgroei op de wendakkers en perceelranden minder is; een 10% lagere opbrengst in de (bemeste) rand is normaal (Heinen, 1997a. p.37/8).

Het effect van de rand over het gehele bedrijf beschouwd, is afhankelijk van het aantal percelen van het bedrijf waarop het randenbeheer wordt toegepast. I.h.a. zal de fysieke opbrengst over het gehele bedrijf berekend bij beheerspakket B2 met ongeveer 1 à 5% dalen.

#### 2. Pakket B3, het graanpakket.

In het graanpakket wordt om het jaar een ander graan dan mais geteeld zonder gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen. In dat jaar zal de graanopbrengst gemiddeld ca. 15% minder zijn dan bij gangbare teelt (Snoo de, 1995; Heinen, 1997a. p.39). In het jaar daarna zal de opbrengst van mais of van andere gewassen waarschijnlijk niet beïnvloed worden door het graanpakket.

### *MacSharry braak*

De opbrengsten van gewassen in het teeltjaar worden niet structureel beïnvloed door een braakjaar direct of meerdere jaren voorafgaand aan het teeltjaar. De MacSharry braak is dus in het algemeen niet van grote invloed op de gewasopbrengst in het teeltjaar.

### *Grondwaterbeschermingsgebieden*

Er zijn vrijwel geen specifieke gegevens betreffende opbrengst hoeveelheid en/of kwaliteit in

grondwaterbeschermingsgebieden. Door onderzoekers, voorlichters en landbouwers wordt voorsnog aangenomen dat de bestaande regelingen en de stimuleringsprojecten met verdergaande vermindering van bemesting en bestrijdingsmiddelen, in de regel geen risico's op eventuele opbrengstderving met zich meebrengen (Buijze et al., 1995a. p.40). Wel is dit in speciale situaties mogelijk. Bijvoorbeeld bij de teelt van fabrieksaardappelen kunnen akkerbouwers van de Waterleiding Maatschappij Drente (WMD) een vergoeding krijgen voor een opbrengst derving van 2%. Als compensatie voor het (zwarte lijst) verbod op het gebruik van het goed oplosbare Temik. Het nematicide granulaat Temik wordt gebruikt bij het poten en geeft na opname door het gewas tevens bescherming tegen bladluis. Ook kan een vergoeding worden gegeven door de WMD voor het schonen van graan, indien hierin veel onkruidzaad voorkomt, als gevolg van het niet kunnen inzetten van bepaalde onkruidbestrijdingsmiddelen (Noot, 1997).

## 5.2 Vruchtwisseling en vruchtwisselingsopbrengst

### *Achtergronden van de vruchtwisseling*

Vruchtwisseling, gewasrotatie en bouwplan zijn vrijwel synonieme termen en worden zonder nadere toelichting ook als zodanig gebruikt in dit rapport. Genoemde termen geven aan dat op een akker in de regel ieder jaar een ander gewas geteeld wordt. Door rotatie van gewassen over de akkers binnen een bedrijf worden jaarlijks even grote oppervlakten van ieder van de gewassen verbouwd.

Vruchtwisseling heeft als oogmerk een balans te vinden tussen het telen van hoog en minder renderende gewassen, ziekten en plagen te voorkomen of te beperken door niet veelvuldig hetzelfde gewas te telen, het afwisselen van rooivruchten met maaivruchten (gezien hun directe en nawerkings-verschillen in onkruidonderdrukking, bodemstructuuraantasting/herstel, bewortelingsdiepte en diepte van nutriënten onttrekking, mogelijkheid tot groenbemestingsvolggewas, enz.). Een zorgvuldige afweging van deze factoren bij de gewaskeuze en vruchtopvolging resulteert in een 'gewogen-optima' vruchtwisseling, de z.g. multifunctionele vruchtwisseling (Vereijken et al., 1994).

De praktijk en het onderzoek tonen dat bodemgebonden ziekten en plagen in de regel kunnen worden beheerst zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen, door gewassen niet vaker dan éénmaal in de zes jaar en door verwante gewassen niet vaker dan éénmaal in de drie jaar te telen op hetzelfde veld. Bovendien moeten gewassen jaarlijks voorbij het aangrenzende veld geplaatst worden, om te voorkomen dat ziekten en plagen het gewas kunnen volgen (Vereijken et al., 1994. p.9,25, Bijl.1; Leeuwen van et al., 1997). Aardappelen, het gewas met het hoogste saldo, kunnen zonder natte grondontsmetting niet frequenter dan eens per vier jaar (1:4) verbouwd worden. Tenzij (deels) aardappelmoehheid (AM) resistente soorten geteeld worden, of tenzij een groot risico van uitbreiding van de aaltjespopulatie en AM genomen wordt met daaraan verbonden de noodzaak tot grondontsmetting.

### *Vruchtwisseling in de gangbare akkerbouw*

Bij de meeste studies en beschouwingen betreffende de gangbare akkerbouw wordt uitgegaan van een 1 op 4 vruchtwisseling; o.a. door PAV, IKC-L (Bondt et al., 1997), DLG (Heinen, 1997a. p.37). Zowel aardappelen als suikerbieten worden dan geteeld op 1/4 en granen op 2x 1/4 van het beschikbare bouwland van het bedrijf. Dienovereenkomstig is het bouwplan op alle percelen 1 jaar aardappelen, waarna 1 jaar suikerbieten en 2 jaar granen. Op het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (OBS) te Nagele in de NOP, wordt in aansluiting op het bouwplan in de IJsselmeerpolders ook gekozen voor een vierjarige vruchtwisseling op het gangbare bedrijf, volgens het schema 1/4 aardappelen, 1/4 diversen (elk jaar verdeeld over erwten, winterpeen, zaaiui), 1/4 suikerbiet en 1/4 wintertarwe (Vereijken, 1990. p.13).

Tabel 5.3. Aandeel van verschillende gewassen<sup>1)</sup>, kunstweide en braak in de gehele Nederlandse en in de biologische akkerbouw.

Gewassen <sup>1)2)</sup> (excl. snijmais)	Biologische akkerbouw NL totaal 1995	Biologische akkerbouw PAV Bedrijfssystemen onderzoek				Biologische akkerbouw IKC-L schema 1997	NL akkerbouw totaal 1995
		OBS <sup>4)</sup>		Vre <sup>5)</sup> 1993	Koo <sup>6)</sup> 1997		
		1979-90	1991				
Percentage van het gewas in het bouwplan <sup>1)</sup>							
Aardappelen	12%	14%	17%	17%	17%	17%	30%
Suikerbieten	2%	---	---	17%	17%	17%	20%
Granen	41%	14%	33%	33%	33%	33%	31%
Diversen <sup>3)</sup>	30%	17%	50%	33%	33%	33%	17%
Kunstweide <sup>2)</sup>	---	55%	0% <sup>4)</sup>	---	---	---	---
Braak	15%	---	---	p.m. <sup>5)</sup>	---	---	2%

Bron: Linden van der, 1996; Vereijken, 1990; Bondt et al., 1997; LEI-DLO/CBS, 1996.

<sup>1)</sup> Snijmais overall, bij de PAV proefboerderijen mede ook braak, buiten beschouwing gelaten.

<sup>2)</sup> Kunstweide alleen meegerekend bij OBS proefbedrijf in periode 1979-90 gemengd bedrijf met akkerbouw en grondgebonden veeproductie.

<sup>3)</sup> Diversen, de meest geteelde gewassen/vollegrondsgroenten zijn zaaiui, conserven erwt, winterpeen.

<sup>4)</sup> Nagele (NOP), zware zavel. Op het OBS proefbedrijf na 1990 geen veehouderij meer en omschakeling naar akkerbouw/vollegrondsgroenteteelt; mede i.v.m. toename melkproductie tot boven het melkquotum.

<sup>5)</sup> Vredepeel bij Venray, zandgrond. Enige jaren is zwarte braak toegepast ter vermindering van het aantal wortelknobbelaaltjes.

<sup>6)</sup> Kooijenburg bij Rolde

In de gangbare akkerbouwpraktijk is er sprake van de teelt van pootaardappelen veelal 1:5, consumptieaardappelen 1:4 à 1:3 en fabrieksaardappelen op veenkoloniale zandgronden 1:2 met daaraan gekoppeld 1x per 4 jaar grondontsmetting (Wijnands et al., 1995. p.23). In het SMK certificatieschema voor de teelt van aardappelen worden zowel voorbeelden van 1:4 als van 1:3 vruchtwisselingen gegeven (SMK, 1995a). De nationale gegevens van de arealen van de verschillende akkerbouwgewassen tonen dat landelijk de aardappelen gezamenlijk de 1:3 vruchtwisseling benaderen (Tabel 5.3).

#### Vruchtwisselingsopbrengst

Berekend over meerdere jaren kan de opbrengst per ha van één gewas sterk verschillen per bedrijf afhankelijk van de teeltfrequentie en ten dele afhankelijk van de opbrengst per ha in het teeltjaar. Vergelijking van de fysieke opbrengst van de verschillende milieubewuste vormen van akkerbouw zou eenvoudig zijn met een standardeenheid voor de fysieke vruchtwisselingsopbrengst. Eén van de mogelijkheden hiertoe is de netto energie gegenereerd of geconsumeerd in agrosystemen, naar gelang de energie inputs, fossiele en andere, de geogste energie output overtreffen of niet (Odum, 1971). Hierbij blijft het probleem, dat in het kader van landgebruiksplanning geogste aardappel-Joules niet vergelijkbaar zijn met geogste graszaad-Joules.

In de praktijk beoordelen en kiezen akkerbouwers hun vruchtwisseling grotendeels op het economisch rendement. Reeds enige decennia zijn aardappelen economisch het hoogst renderende akkerbouwgewas. Aardappelen zijn bij wijze van spreken de economische spil van de meeste akkerbouwbedrijven. Dit gewas staat dan ook centraal in de hiernavolgende

beoordeling van de vruchtwisselingsopbrengst van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw. Waarbij het accent gelegd wordt op de teeltfrequentie en de keuze van de verschillende gewassen. De fysieke vruchtwisselingsopbrengst per jaar, wordt in dit rapport alleen berekend voor consumptie aardappelen (Tabel 5.4).

#### *Biologische landbouw*

De vruchtwisseling in de biologische landbouw zoals geïnventariseerd in 1995 (Linden van der, 1996) toont opvallende verschillen met die in de gangbare landbouw (Tabel 5.3).

Het aandeel braakland in de biologische landbouw is aanzienlijk. Voor het herstel van de chemische bodemvruchtbaarheid en een verlaging van de ziektedruk is een braakperiode vaker noodzakelijk in de biologische dan in de gangbare landbouw. Op het proefbedrijf te Vredepeel werd o.a. zwarte braak toegepast ter vermindering van het aantal wortelknobbelaaltjes. Er waren in die periode alleen vlinderbloemige groenbemesters bekend, die als waardplant het aantal wortelknobbelaaltjes verder zouden doen toenemen.

De nationaal gemiddelde frequentie van de verbouw van aardappelen in de biologische landbouw is 1:8, dit is ruim de helft lager dan bijna 1:3 frequentie in de gangbare landbouw. Bij een teeltfrequentie van 1:6 is er in de biologische landbouw vrijwel geen risico meer op opbrengstderving door aardappelmoehed (AM) (Vereijken et al., 1994. p.25; Leeuwen van et al., 1997). Op het proefbedrijf OBS is ook gekozen voor een rotatie van aardappelen met een laag risico op AM, oorspronkelijk 1:7 daarna 1:6 (Tabel 5.3). Ook in het innovatie project ecosysteemgerichte biologische akkerbouw wordt een 1:6 multifunctionele vruchtwisseling aanbevolen en is wat betreft aardappelen op alle bedrijven ingevoerd (Vereijken, 1994. p.7,31). Suikerbieten zijn vrijwel geheel uit het (nationaal gemiddelde) biologische bouwplan verdwenen (1:50). Ook in het OBS bouwplan zijn zij niet opgenomen (alleen in de eerste jaren van het gemengde bedrijf werden voederbieten geteeld). De oorzaken liggen voor een deel bij ziekten

*Tabel 5.4. Gewasopbrengst, teeltfrequentie, vruchtwisselingsopbrengst, gewasrotatiegroeiruimte van gangbaar en milieubewust geteelde consumptie aardappelen en ruimtebeslag toename t.o.v. de gangbare akkerbouw.*

Vorm van akkerbouw	Opbrengst in teeltjaar	Frequentie in rotatie	Vruchtwisselingsopbrengst	Gewasrotatiegroeiruimte = gr2	Toename ruimtebeslag t.o.v. gangbare akkerbouw met 1:3 bouwplan
	ton/ha/jaar		ton/ha.jaar	ha.jaar/ton	%
Gangbaar	54	1:3 <sup>1)</sup>	18,00	0,056	0%
Biologisch	32	1:6	5,33	0,188	240%
Geïntegreerd	54	1:4 <sup>1)</sup>	13,50	0,074	33%
MK; A2000; Beheerspakket B3; MacSharryBraak; Grondwaterbeschermingsgebieden	54	1:3	18,00	0,056	0%
	54	1:4	13,50	0,074	33%
Beheerspakket B2	54	1:3,03 <sup>2)</sup>	17,82	0,056	0,3%
	54	1:4,03 <sup>2)</sup>	13,40	0,075	35%

<sup>1)</sup> De teelt frequentie verschilt per bedrijf met sterk regionaal bepaalde trends. De frequentie in de geïntegreerde en de gangbare akkerbouw zijn veelal gelijk of groeien naar elkaar toe.

<sup>2)</sup> Vruchtwisseling aangepast aan de beheersrand (Heinen, 1997a. p.37), zie tekst.

en plagen<sup>2</sup>. Mogelijk belangrijker nog is de eerder genoemde reden, dat er voor suikerbieten geen aparte afzet en hogere prijs is voor biologische bieten, zoals wel bij de meeste andere akkerbouwproducten. Vlinderbloemige gewassen (groene erwten, peulvruchten en luzernevoedergewas) beslaan ca. 14% van het totale biologische akkerbouwareaal (incl. snijmais), in de gangbare landbouw is dit 2% (Linden van der, 1996; LEI-DLO/CBS, 1996). Op 24 biologische akkerbouwbedrijven, waarvan DLV de mineralen huishouding inventariseerde, werden gemiddeld op 16% van het areaal vlinderbloemigen geteeld als hoofdgewas. En bovendien werd op 13% van het areaal nog een vlinderbloemige groenbemester gezaaid onder een dekvrucht (Tjalkes, 1996).

De vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen in de biologische akkerbouw is, door de lage teeltfrequentie en de lage opbrengst, in vergelijking met die in de gangbare akkerbouw altijd laag (Tabel 5.3 en 5.4). In het IKC-L schema waar wordt uitgegaan van een 1:6 teelt met het AM resistente ras Santé (Bondt et al., 1997), is de vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen dan 5,3 ton/ha.jaar (Tabel 5.4).

#### *MilieuKeur akkerbouw*

MilieuKeur eisen zijn vooralsnog niet gedefinieerd voor alle gewassen. De MK akkerbouw is hierdoor niet mogelijk voor een complete vruchtwisseling. De SMK voorschriften voor akkerbouwgewassen die gereed zijn, staan zowel een 1:4 als een 1:3 rotatie toe. Met als voorwaarde dat de grond waarop geteeld wordt voor de MK, de laatste vier jaar niet met chemische middelen ontsmet is (SMK, 1995a). Dit voorschrift beperkt de vruchtwisseling en/of de keuze van aardappelrassen alleen in gronden, die zwaar met aardappelcystealtjes besmet zijn en waar men toch frequent aardappelen wil telen. Dit betreft in het bijzonder de teelt van zetmeelaardappelen in de Veenkoloniën, waar natte grondontsmetting op recept nog veelvuldig eenmaal per vier jaar wordt toegepast. Daar zouden de MK voorschriften een duidelijk effect op de vruchtwisseling hebben, met name op de teeltfrequentie van zetmeelaardappelen en dus ook op de vruchtwisselingsopbrengst ervan.

De vruchtwisselingsopbrengst van consumptieaardappelen geteeld volgens de MilieuKeur eisen verschilt nauwelijks of niet van die in de gangbare akkerbouw (Tabel 5.4).

#### *Geïntegreerde akkerbouw*

Één van de doelen van de geïntegreerde akkerbouw is de hiervoor genoemde multifunctionele vruchtwisseling. Basis hiervan is een meer bewuste keuze en opvolging van gewassen. De richtlijn voor de teeltfrequentie van aardappelen is 1:4 (Vereijken et al., 1990, p.46-47). Hiermee kan eenzelfde saldo gehaald worden als in de gangbare akkerbouw. Er zijn geen andere specifieke beperkingen aan de vruchtwisseling of de teeltjaaropbrengsten van de gewassen verbonden. Met het niet meer toestaan van natte grondontsmetting wordt de teeltfrequentie van consumptie aardappelen waarschijnlijk ook lager in de gangbare akkerbouw. De 1995 landbouwstatistiek cijfers met 179.300 ha aardappelen (waarvan 80.200 ha met consumptie aardappelen) en 577.152 ha akkerbouwgewassen (excl. snijmais) komen neer op een frequentie van 1:3,2 (Tabel 2.1). En wijzen nog op een relatief hoge teeltfrequentie van aardappelen in de gangbare akkerbouw.

De op de proefbedrijven ontwikkelde prototypen geïntegreerde akkerbouw werden uitgetest van 1990 t/m 1993 bij 38 geïnteresseerde akkerbouwers in de vijf PAV-akkerbouwregio's (Wijnands

<sup>2</sup> Aspecten van ziekten en plagen bij de biologische teelt van suikerbieten:

- OBS te Nagele (NOP), rhizomanie;
- Vredepeel in 1995, Cercospora zonder bestrijding eerder bladverlies, hergroei met nieuwe bladvorming leidde tot lagere suikergehalten en -opbrengsten, er is een toename van deze ziekte in Zuid-Oost Nederland (Leeuwen van, 1995);
- Rhizoctonia solani, tot nu toe geen effectieve bestrijdingsvorm bekend;
- In de gangbare akkerbouw zaaizaad behandeling met Gaucho, hierna spuiten tegen insecten vrijwel niet nodig (DLV, 1996a p.12). Dergelijke zaaizaadbehandeling is niet toegestaan in de biologische landbouw.

Tabel 5.5. *Representatief 1990 bouwplan op gangbare akkerbouwbedrijven in de vijf PAV-regio's.*

Regio	Aardappelen	Suiker- bieten	Granen (incl. mais)	Peul- vruchten	Belangrijkste overige gewassen
	Aandeel in het bouwplan %				
NZK	30 cons./poot	20	35	5	10 graszaad
CZK	30 cons./poot	25	25	5	15 ui, graszaad
ZWK	25 consumptie	15	35	10	15 ui, graszaad
NON	50 zetmeel	15	15	5	15 diversen
ZON	30 consumptie	25	15	10	20 vollegrondsgroenten

Herleid uit: Wijnands et al., 1995a. p.20-23.

et al., 1995a). Hierbij werd aangesloten op de bouwplannen van de deelnemers (Tabel 5.5). Met uitzondering van de NON-regio waar het project afweek van de daar gangbare 1:2 (zetmeel)aardappelteelt, daar bij deze vruchtwisseling periodiek natte grondontsmetting vereist is, hetgeen strijdig is met de milieudoelstelling van het project. Er werden in de NON regio slechts 6 bedrijven gevonden, die bereid waren het bouwplan te verruimen. Twee hiervan bevonden zich binnen grondwaterbeschermingsgebieden en teelden 1:4, op de andere vier bedrijven werd verruimd naar een 1:3 vruchtwisseling. Hierdoor is de vruchtwisselingsopbrengst van zetmeelaardappelen in de geïntegreerde akkerbouw bij 1:4 teelt 50% en bij 1:3 teelt 67% van de opbrengst in de gangbare zetmeelaardappelteelt.

In de overige vier PAV-akkerbouwregio's konden, bij het uittesten van de geïntegreerde akkerbouw op de overige deelnemende 32 bedrijven, de bouwplannen van voor de start van het project zonder veranderingen voortgezet worden. Daar de gewasopbrengsten op een niveau bleven gelijk aan dat in de gangbare landbouw (par. 3.4), was dit ook het geval voor de vruchtwisselingsopbrengsten van de consumptieaardappelen in deze regio's. In Tabel 5.5 zijn de (afgeronde) gemiddelde bouwplannen vermeld. Bij de consumptie-aardappelen varieerde de teeltfrequentie van 1:3 tot 1:5. Waarbij in enkele gevallen nog natte grondontsmetting werd toegepast (Wijnands et al., 1995a. p.96). Dit bevestigt dat de 1:4 richtlijn zeker tegenwoordig voorkeur verdient. Hierop zijn ook de vruchtwisselingsopbrengst en de gewasrotatiegroeiruimte voor geïntegreerde akkerbouw gebaseerd in Tabel 5.4. Uitgaande van een gelijke teeltjaaropbrengst is de geïntegreerde vruchtwisselingsopbrengst lager dan in de gangbare akkerbouw, door de lagere (1:4) teeltfrequentie. De teeltfrequentie van aardappelen in de geïntegreerde akkerbouw richt zich in de praktijk, zoals op de 38 innovatiebedrijven, echter ten dele op de in de regio gangbare frequentie.

#### *A2000 akkerbouw*

De teeltjaaropbrengst van aardappelen op de 500 akkerbouwbedrijven van deelnemers aan het A2000 akkerbouwproject is gelijk aan die van de gangbare akkerbouw (par. 5.1). In het project zijn de teeltfrequenties niet gewijzigd, dus is de vruchtwisselingsopbrengst van de A2000 akkerbouw gelijk aan die van de gangbare akkerbouw. De verschillen tussen de PAV regio's zijn naar voren gebracht in par. 5.1.

### *Beheerslandbouw*

Bij de berekening van de vergoeding voor het beheerspakket B2, randenbeheer, in de akkerbouw wordt rekening gehouden met aanpassingen van het bouwplan op individuele percelen om voor de belangrijkste gewassen de veranderingen in het bouwplan zo gering mogelijk te laten zijn. Bijvoorbeeld door in de percelen met randbeheer de vruchtwisseling te extensiveren, rotatie van 3 jaar wintertarwe met 1 jaar aardappelen, en op de overige percelen de suikerbietenverbouw enigszins te intensiveren. Hiermede blijft over het gehele bedrijf genomen de 1:4 bieten rotatie en het suikerquotum gehandhaafd (Heinen, 1997a. p.37). Op bedrijfsniveau is het effect van het randenbeheer dan, dat driemaal in de 4 jaar het areaal graan verminderd met het oppervlak van de rand en dat dit eenmaal in de 4 jaar het geval is voor aardappelen. In het geval dat de rand 3% van het beteelbare oppervlak beslaat, verandert dan de frequentie van de verbouw van aardappelen bij een 1:4 vruchtwisseling naar een  $(100\% - 1/4 * 3\%) : 4 = 1 : 4,03$  en is de hoeveelheid geproduceerde aardappelen gemiddeld per jaar  $1/4 * 3\% = 0,75\%$  minder, bij eenzelfde opbrengst per ha.

Het beheerspakket B3, graanpakket, behelst een verandering in de vruchtwisseling zoals eerder is besproken (par. 3.6). Namelijk om het jaar een graangewas niet zijnde mais. Dit pakket heeft geen invloed op de mogelijke frequentie van de teelt van aardappelen.

De vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen geteeld op bedrijven met een B2 en B3 beheerspakket zijn vermeld in Tabel 5.4.

### *MacSharry "Braak" in de akkerbouw*

Grote bedrijven die gebruik maken van de hectaresteen via de algemene regeling, dienen minimaal 5% van het areaal, waarop hectaresteen wordt ontvangen, braak te leggen. In de praktijk blijkt dit meer te zijn (par. 3.7) en wordt waarschijnlijk ca. 5% van het bedrijfsareaal braakgelegd. Verschillen in dit opzicht tussen veehouderijbedrijven en akkerbouwbedrijven zijn niet nagegaan. De braaklegging zal op bedrijven waar ook aardappelen, bieten en granen geteeld worden, in de regel resulteren in een minder frequente teelt van granen. Hiervan zal de productie verminderen met een fractie gelijk aan de braakfractie van het bedrijfsareaal. De teeltfrequentie van aardappelen zal ongewijzigd blijven op de meeste bedrijven. Op het braakgelegde areaal kunnen groenbemesters of non-food/non-feed gewassen geteeld worden, de teeltfrequentie hiervan zal dus toenemen.

Het merendeel van de Nederlandse landbouwbedrijven beschikt niet over een groot areaal. Mede hierdoor wordt de hectaresteen in de regel aangevraagd via de vereenvoudigde regeling (Tabel 3.4). Deze verplicht niet tot braaklegging, maar ondersteunt o.a. de teelt van granen (incl. snijmais). Deze regeling leidt waarschijnlijk op akkerbouwbedrijven (juist) niet tot veranderingen in het bouwplan, noch in de frequentie van de graanteelt. Ook zal de teeltfrequentie van aardappelen op de meeste bedrijven ongewijzigd blijven. Op melkveebedrijven stimuleert de vereenvoudigde regeling waarschijnlijk de teelt van snijmais, daar op dit gewas hectaresteen gegeven wordt.

De vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen geteeld op bedrijven met MacSharry Braak zal niet veranderen t.o.v. die in de gangbare akkerbouw; noch bij de algemene, noch bij de vereenvoudigde regeling (Tabel 5.4).

### *Akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden*

In de grondwaterbeschermingsgebieden en in de stimuleringsprojecten in deze gebieden, is het niet noodzakelijk door de aangescherpte milieuregelingen de vruchtwisseling te veranderen. De vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen zal dus gelijk zijn aan die in de gangbare akkerbouw (Tabel 5.4). De enige uitzondering hierop is, zoals eerder opgemerkt, de teelt van fabrieksaardappelen in de Veenkoloniën (Noot, 1997; Wijnands et al., 1995a).

### 5.3 Ruimtebeslag, gewasrotatiegroeiruimte

Zoals uiteengezet in de inleiding van dit hoofdstuk zal alleen de hoofdcomponent van het ruimtebeslag beschouwd worden, namelijk de ruimte voor het gewas in het teeltjaar, met daarbij de jaren dat op dezelfde ruimte het gewas niet geteeld wordt. De ruimte benodigd om van een gewas één ton opbrengst te verkrijgen, de totaal benodigde (vruchtwisselings)ruimte, wordt benoemd als gewasrotatiegroeiruimte, met als acroniem gr2.

#### *Biologische landbouw*

Op vrijwel alle akkerbouwbedrijven is de vruchtwisseling afgestemd op aardappelen, het best renderende gewas. De gewasrotatiegroeiruimte van het gewas aardappelen heeft dan ook een geringe spreiding, van 0,18 tot 0,26 ha.jaar.ton<sup>-1</sup>, bij de verschillende beschouwde bedrijfssystemen van de biologische landbouw (Tabel 5.6). Zelfs in het gemengde biologische bedrijf in de OBS, waar het ruimtebeslag door kunstweiden is meegerekend, wordt nog een gr2 voor aardappelen van 0,22 ha.jaar.ton<sup>-1</sup> gehaald. Het gr2 voor aardappelen in de gangbare akkerbouw 0,06 ha.jaar.ton<sup>-1</sup>, is echter ruim een factor drie lager dan de gr2 in de biologische akkerbouw. Voor de produktie van 1 ton aardappelen is in de gangbare landbouw 0,06 ha of 600 m<sup>2</sup> nodig en in de biologische akkerbouw volgens het IKC-L schema 0,18 ha of 1.800 m<sup>2</sup>. De gr2 in de biologische akkerbouw is ook hoger voor de suikerbieten en wintertarwe.

#### *MK akker(land)bouw, geïntegreerde akkerbouw, A2000 akkerbouw, akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden*

In de MilieuKeur, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw worden nieuwe agro-ecologische en teeltkundige kennis en technieken toegepast, die in vergelijking met de gangbare akkerbouw gunstiger zijn voor het milieu. Tot nu toe sluiten deze naadloos aan bij de gangbare akkerbouw en worden in deze milieubewuste vormen dezelfde gewasopbrengsten verkregen als in die ook in de gangbare akkerbouw, bij dezelfde bouwplannen. De gr2 van deze vormen van milieubewuste akkerbouw is dus gelijk aan die in de gangbare akkerbouw (Tabel 5.4). Hetzelfde geldt voor akkerbouw in grondwaterbeschermings- en andere bijzondere gebieden, welke in de regel niet meer verschilt van de gangbare akkerbouw, dan dat één of enige meer milieuvriendelijke teeltmaatregelen worden toegepast (par. 5.1 en 5.2).

Tabel 5.6. Gewasrotatiegroeiruimte (gr2) in de Nederlandse en in de biologische landbouw gebaseerd op opbrengstgegevens van 1995.

Gewassen	Biologische landbouw			NL landb. 1995
	NL 1995	OBS gemengd bedrijf	IKC-L schema; Vreedepeel; Kooijenburg	
Gewasrotatiegroeiruimte in ha.jaar per ton oogstprodukt <sup>1)</sup>				
Aardappelen <sup>2)</sup>	0,26	0,22	0,18	0,06
Suikerbieten	0,83	n.v.t.	0,10	0,07
Granen <sup>3)</sup>	0,41	1,19	0,51	0,36

<sup>1)</sup> Berekening gebaseerd op gegevens van de opbrengst in Tabel 5.1 en van de vruchtwisseling in Tabel 5.3.

<sup>2)</sup> Ter vereenvoudiging is aangenomen dat alle geteelde aardappelen consumptieaardappelen zijn.

<sup>3)</sup> Ter vereenvoudiging is aangenomen dat alle geteelde granen (excl.snijmais) wintertarwe zijn.

### *Beheerslandbouw en MacSharry "Braak" in de akkerbouw*

De beheerslandbouw en de MacSharry "Braak" zijn vooral van invloed op de frequentie van de teelt van granen. De frequentie van de teelt van aardappelen blijkt ook bij deze vormen van milieubewuste akkerbouw niet of nauwelijks te veranderen in vergelijking met de gangbare akkerbouw (par. 5.1 en 5.2). De effecten op de vruchtwisselingsopbrengst van aardappelen zijn gering, evenals die op de gr2 (Tabel 5.4).

## **5.4 Conclusies**

De fysieke opbrengsten van de gewassen zijn, met uitzondering van de biologische akkerbouw, voor alle vormen van milieubewuste akkerbouw gelijk aan die in de gangbare akkerbouw (afgezien van de normale variatie).

De fysieke opbrengst per gewas in de biologische akkerbouw is structureel minder dan in de andere vormen van milieubewuste akkerbouw. De opbrengstverschillen met de andere vormen van milieubewuste akkerbouw zijn het grootst, gemiddeld ca. 40% lager, bij aardappelen en zaauien en het kleinst, ca. 15% lager, bij zomertarwe en conservenerwten.

De lagere fysieke gewasopbrengsten in de biologische landbouw zijn vooral terug te voeren op: vroegere necrofylicie (bladsterfte/aantasting) en plantenuitval door schimmels en insecten, die niet beheerst kunnen worden met synthetisch chemische bestrijdingsmiddelen; en het niet kunnen bijbemesten op het staande gewas.

De fysieke gewas- en vruchtwisselingsopbrengst van consumptie aardappelen is met uitzondering van de biologische akkerbouw, voor alle vormen van milieubewuste akkerbouw gelijk aan die in de gangbare akkerbouw.

In de biologische akkerbouw worden vlinderbloemige hoofdgewassen met relatief hoge frequentie 1:6 geteeld, in de gangbare landbouw is dit gemiddeld 1:50. Hiermee wordt in de biologische akkerbouw gemiddeld over het bedrijfsoppervlak ca. 40 à 60 kg N/ha/jaar biologisch gebonden, waarvan ca. 50% met de oogst van het vlinderbloemige gewas afgevoerd wordt.

Wanneer bij het ruimtebeslag, zowel met de opbrengst in het teeltseizoen, als met de teeltfrequentie rekening gehouden wordt, is om jaarlijks 1 ton consumptie aardappelen te produceren een gewasrotatiegroeiruimte (gr2) in de gangbare en de geïntegreerde akkerbouw nodig van 560 m<sup>2</sup> bij een bouwplan van 1:3, bij een 1:4 bouwplan 740 m<sup>2</sup> en bij biologische akkerbouw (1:6) 1.880 m<sup>2</sup>.

Het huidige (1995) totale areaal consumptie-, poot- en zetmeel aardappelen in Nederland beslaat 179.300 ha, bij een gemiddelde teeltfrequentie van 1:3 (excl. snijmais). Voor dezelfde aardappelproductie zou, bij alleen geïntegreerde akkerbouw, jaarlijks eenzelfde areaal aardappelen, 179.300 ha, nodig zijn. Indien alle aardappelen biologisch geteeld zouden worden, zou jaarlijks ca. 300.000 ha aardappelen nodig zijn. Voor de geïntegreerde akkerbouw (1:4) is dan een totaal bouwland areaal nodig van 717.200 ha en voor de biologische akkerbouw (1:6) bij benadering 1.800.000 ha. Dit laatste areaal is 90% van het huidige Nederlandse landbouwareaal (grasland, bouwland, enz.), waarvan een groot deel niet geschikt is voor de verbouw van aardappelen.

In de praktijk van de geïntegreerde akkerbouw, zoals op de 38 innovatiebedrijven, richt de teeltfrequentie van aardappelen zich op de, op het bedrijf en in de regio, gangbare frequentie.

De gewasrotatiegroeirimte voor aardappelen zal in die gevallen niet verschillen met die van de gangbare akkerbouw. Hetzelfde geldt voor de MilieuKeur teelt.

Toename van milieubewuste vormen van akkerbouw zal complexe neveneffecten hebben op het ruimtegebruik en de milieubelasting door de gangbare akkerbouw en door de andere sectoren van de landbouw (Helming, 1997).

Indien de biologische akkerbouw op grote schaal wordt toegepast, impliceert de 1:6 vruchtwisseling van aardappelen, dat een groter areaal voor andere gewassen beschikbaar komt. Hetgeen kan resulteren in een toename van het areaal met tarwe en peulvruchten, echter met een lagere (biologische) produktie per ha, zodat mogelijk het totale produktievolume van deze gewassen weinig verandert. Een ander alternatief is het vrij gekomen areaal te benutten voor ruwvoerproduktie voor de veehouderij. Resultaten uit het gemengde biologische bedrijf in de jaren 1979-1990 op het OBS te Nagele wijzen op de teelttechnische haalbaarheid van de verbouw van ruwvoer (o.a. driejarige kunstweiden) als onderdeel van, of in combinatie met, biologische akkerbouw en melkveehouderij (Vereijken, 1983/88).

Op melkveebedrijven stimuleert de vereenvoudigde regeling, voor de MacSharry braak, waarschijnlijk de teelt van snijmais, daar op dit gewas hectaresteun gegeven wordt.

## 5.5 Samenvatting; opbrengst en ruimtebeslag

### *Fysieke opbrengst*

De fysieke opbrengst van akkerbouwgewassen is bij alle vormen van milieubewuste akkerbouw geheel of vrijwel gelijk aan die in de gangbare akkerbouw, met uitzondering van opbrengsten in biologische akkerbouw. De structureel lagere opbrengsten hiervan zijn toe te schrijven aan het niet gebruiken van kunstmest, zonder deze kan de toevoer van plantenutriënten niet geoptimaliseerd worden. Bovendien in situaties dat schimmels en insecten, te vroege necrofylicie (bladsterfte/aantasting) en plantenuitval dreigen te veroorzaken, kan dit niet voorkomen worden met synthetisch chemische bestrijdingsmiddelen. De opbrengstverschillen van de biologische akkerbouw met andere vormen van milieubewuste en met de gangbare akkerbouw zijn het grootst, ca. 40% lager, bij aardappelen en zaaiuien en het kleinst, ca. 15% lager, bij zomertarwe en conservenerwten.

### *Vruchtwisseling*

Met het inzetten van vlinderbloemigen in de biologische akkerbouw, voor de N voorziening, dient de vruchtwisseling te worden aangepast. In de praktijk worden dan ook vlinderbloemige hoofdgewassen met relatief hoge frequentie 1:6 geteeld (in de gangbare akkerbouw gemiddeld 1:50). Van het biologische akkerbouwareaal heeft zo éénzesde deel niet met N bemest te worden.

De vruchtwisseling bij de geïntegreerde akkerbouw en in sterkere mate bij de biologische akkerbouw dient aangepast te worden, respectievelijk aan het verminderd en aan het totaal niet inzetten van synthetische bestrijdingsmiddelen. Verschillende gewassen, waaronder aardappelen, kunnen minder frequent op hetzelfde perceel geteeld worden.

### *Ruimtebeslag, gewasrotatiegroeirimte*

De opbrengst per ha in het teeltseizoen en de teeltfrequentie van een gewas bepalen samen de gewasrotatiegroeirimte ( $gr_2$ ), het ruimtebeslag nodig voor een jaarlijkse opbrengst van (gemiddeld) 1 ton. Voor consumptieaardappelen in de gangbare en de geïntegreerde akkerbouw is bij een bouwplan van 1:3 de  $gr_2$  560 m<sup>2</sup>, bij de geïntegreerde akkerbouw met een 1:4 bouwplan 740 m<sup>2</sup> en bij biologische akkerbouw met een 1:6 bouwplan 1.880 m<sup>2</sup>. De

biologische akkerbouw heeft dus een ongeveer een 2,5 maal zo groot areaal nodig voor de produktie van eenzelfde hoeveelheid aardappelen. De geïntegreerde akkerbouw en de MilieuKeur akkerbouw vereisen ruwweg eenzelfde areaal als de gangbare akkerbouw, de teeltopbrengsten zijn aan elkaar gelijk en de teeltfrequenties zijn veelal gelijk of groeien naar elkaar toe (afgezien van verschillen per bedrijf en regio).

Bij het graanpakket van de beheerslandbouw en de MacSharry braak via de algemene regeling is de hoofddoelstelling, respectievelijk het landschap en produktievermindering van o.a. granen (binnen de EU). Dit wordt bereikt middels een drastische wijziging in het bouwplan. Daar het effect op de gewasopbrengst (in het teeltjaar) nihil of miniem is en het mogelijk blijft om op ieder perceel 1x per 3 of 4 jaar aardappelen te verbouwen, blijft dan de gr2 van aardappelen gelijk aan die in de gangbare akkerbouw. Dit laatste geldt ook voor de akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden.

Bij het randenbeheerspakket is de hoofddoelstelling bescherming van de natuur. Dit pakket leidt evenmin tot een reductie van de fysieke opbrengst per ha beteeld oppervlak. De verandering in het bouwplan zal in de regel miniem zijn. Bijvoorbeeld bij een rand, waarin geen teelt van gewassen plaats vindt en die 3% van het bedrijfsoppervlak beslaat, is een mogelijke aanpassing het aandeel van aardappelen in het bouwplan van 1:4 te verlagen naar 1:4,03, terwijl in verband met het suikerquotum het aandeel van suikerbieten 1:4 blijft. De gr2 van aardappelen neemt hierdoor toe met ongeveer 1%.

## 6. MILIEUBELASTING MET N, P EN BESTRIJDINGSMIDDELEN

Het gebruik van de nutriënten (N en P<sup>3</sup>) en bestrijdingsmiddelen door de akkerbouw veroorzaakt emissies naar de bodem, grond- en/of oppervlaktewater. Reducties van deze emissies zijn belangrijke punten in het milieubeleid en de regelgeving voor de akkerbouw. De emissies van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw worden in het onderstaande besproken en vergeleken met de gangbare akkerbouw en met de regelgeving. In dit stadium wordt voorbij gegaan aan andere vormen van milieubelasting door de akkerbouw, zoals bijvoorbeeld atmosferische emissies van vluchtige N- en C-verbindingen en de belasting van de bodem met zware metalen.

De keuze van de meststof, het tijdstip van toedienen en de maximale hoogte van de bemesting met stikstof N en fosfaat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) in de landbouw is een afweging tussen milieubelasting, fysieke opbrengst en bedrijfssaldo maximalisatie. Het bepalen van de balans tussen deze factoren wordt aan de landbouwers zelf overgelaten, waarbij zij rekening dienen te houden met de regelgeving van de overheid met betrekking tot de milieubelasting. Hetzelfde geldt voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen door landbouwers.

### 6.1 Nutriënten N en P

#### 6.1.1 Begrippen, processen en regelgeving

##### *Minas-regelgeving en Minas-terminologie*

Op grond van de Wijziging van de meststoffenwet (LNV, 1997a/b) worden landbouwers met meer dan twee grootvee-eenheden (GVE) per ha en de landbouwers, die de aanvoernorm voor fosfaat uit organische mest overschrijden, per 1 januari 1998 voor N en P verplicht tot een (mineralen)boekhouding hiervan, het doen van een mineralen aangifte naar LNV en tot het betalen van een mineralenheffing in geval het bedrijf de verliesnorm voor N en/of P overschrijdt. Met deze wijziging van de meststoffenwet wordt beoogd de huidige te ruime bemesting, met N en P, middels heffingen in toenemende mate aan banden te leggen, met als doel o.a: vermindering van de P-accumulatie in de bodem; vermindering van nitraatuitspoeling naar het grondwater, opdat de concentratie op 2 m beneden de grondwaterspiegel de 50 mg nitraat/liter in 2008 niet overschrijdt; vermindering van belasting van het oppervlaktewater met N en P.

Onderdeel van de nieuwe regelgeving is het mineralenaangifte-systeem, Minas genoemd. Vanaf 2002 is een jaarlijkse mineralenaangifte verplicht voor alle landbouwbedrijven. Er is voor landbouwers de mogelijkheid van een forfaitaire Minas-aangifte, bij deze aangifte wordt uitgegaan van standaardcijfers voor N en P. Daarnaast is er de mogelijkheid tot een verfijnde Minas-aangifte, waarbij meer gegevens en chemische analyses gebruikt worden, zodat de werkelijke mineralen-situatie van het bedrijf beter benaderd wordt. Beide berekeningswijzen maken een schatting van het verschil tussen aanvoer en afvoer van N en van P van het totale bedrijf, een zogenaamde 'farm gate balance' methode (Brouwer et al. (eds.), 1997).

De Minas-terminologie met Minas-voorbeeldberekeningen zijn uitvoerig beschreven voor verschillende bedrijven (COMMA, 1997a/b). Minas-aangiften zijn vooral complex voor gemengde en veehouderij bedrijven, daar in die bedrijven rekening gehouden dient te worden met de mest, die de (in de regel verschillende soorten en leeftijdscategorieën) eigen dieren op het bedrijf produceren en de verschillende soorten dierlijke producten en mest, die van het bedrijf afgevoerd worden.

In het hiernavolgende wordt alleen een toelichting gegeven op Minas-termen waarmee een

---

<sup>3</sup> Tenzij anders vermeld worden in dit rapport fosfor, P, fosfaat en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> altijd gekwantificeerd als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ;  
1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,44 kg P.

akkerbouwer, zonder enige dierlijke productie op zijn bedrijf, te maken krijgt (COMMA, 1997a/b; LNV, 1997a/b):

- (1). De fosfaataanvoernorm heeft (vooralsnog) alleen betrekking op met organische mest (dierlijke mest, gft, slib, zwarte grond) aangevoerde fosfaat op het bedrijf.
- (2). De aanvoer van stikstof en fosfaat op het bedrijf is de aanvoer met organische mest en met kunstmest van respectievelijk stikstof en fosfaat op het bedrijf. (Aanvoer van N door: netto bodemmineralisatie, atmosferische depositie en N-binding worden niet meegerekend bij de aanvoer. Evenmin als aanvoer van N en P met zaad en pootgoed).
- (3). De afvoer van stikstof en fosfaat van het bedrijf is de afvoer van respectievelijk stikstof en fosfaat van het bedrijf met het geogste gewas of ruwvoer.
- (4). Het verlies van stikstof en fosfaat van het bedrijf is het verschil tussen de aanvoer naar en afvoer van het bedrijf van respectievelijk stikstof en fosfaat.<sup>4</sup>
- (5). Uitgaande van de aan- en afvoer van N en P naar en van de verschillende percelen, wordt de fosfaataanvoer met organische mest en het stikstof- en fosfaatverlies(Minas) berekend en gemiddeld per ha over het gehele bedrijf. Met andere woorden de fosfaataanvoer met organische mest en het stikstof- en fosfaatverlies(Minas) per ha (gemiddeld van het bedrijf) wordt verkregen door de respectievelijke totalen voor het bedrijf te delen door het bedrijfsoppervlak.
- (6). De, zonder verplichting tot Minas-aangifte, acceptabele fosfaataanvoer met organische mest en het, zonder betalen van een heffing, acceptabele stikstof- en fosfaatverlies(Minas) per ha worden respectievelijk de fosfaataanvoernorm, de stikstof- en de fosfaatverliesnorm genoemd. Voor alle duidelijkheid dient benadrukt te worden dat bij de verliesnorm van N en van P, de aanvoer door netto mineralisatie, atmosferische depositie, zaad- en pootgoed en N-binding niet meegerekend worden; en bij de fosfaataanvoernorm ook de aanvoer van P met kunstmest niet.

#### *Minas-normen*

De hoogte van de aanvoernorm en de hoogte van de verliesnormen zijn op bedrijfsniveau gespecificeerd in de meststoffenwet en de hieraan ten grondslag liggende documenten (LNV, 1997a/b; LNV, 1995b, p.14,15; COMMA, 1997b, p.11):

- de aanvoernorm op bouwland voor fosfaat uit dierlijke en overige organische mest, is 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha in 1998 en 1999, deze wordt stapsgewijs verlaagd tot 80 kg in 2002;
- de aanvoernorm op braakland voor fosfaat uit dierlijke en overige organische mest, is 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha in 1998 en 1999, deze wordt stapsgewijs verlaagd tot 30 kg in 2002;
- voor fosfaat geldt een verliesnorm van 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha in 1998 en 1999, deze wordt stapsgewijs verlaagd tot 25 kg in 2005 en tot 20 kg in 2008;
- voor stikstof geldt een verliesnorm van 175 kg N per ha in 1998 en 1999, deze wordt stapsgewijs verlaagd tot 110 kg in 2005 en tot 100 kg in 2008.
- een mineralen heffing wordt opgelegd over het positieve verschil tussen het met Minas berekende verlies(Minas) en de in het betreffende jaar geldende Minas verliesnorm.

#### *Verlies(Minas), verlies, overschot, overschot+ en emissies*

De termen stikstof- en fosfaatverlies(Minas) zijn duidelijk omschreven in de Minasregelgeving. In de agronomie en landbouw wordt onder het verlies van nutriënten iets geheel anders verstaan. Namelijk dat deel van de aan het bodem/plant systeem toegediende nutriënten, dat niet in het jaar van toediening door de plant opgenomen wordt en daar later ook niet meer voor beschikbaar komt. Dit kan bijvoorbeeld zijn door atmosferische emissie, uitspoeling of fixatie. In agronomische zin is het nutriënt daarmee voor de te verbouwen gewassen, of het grasland, verloren. Op dit type verlies wordt in dit rapport niet ingegaan, behoudens verwijzingen naar

---

<sup>4</sup> De termen stikstofverlies en fosfaatverlies zoals omschreven in de Minasregelgeving zullen in dit rapport voor alle duidelijkheid steeds vermeld worden als 'verlies(Minas)', dus verlies met toevoeging van Minas.

deze factor zoals bijvoorbeeld in hoofdstuk 4.

In het landbouw- en milieukundig-onderzoek wordt vaak het begrip overschot genoemd. Dit heeft vrijwel altijd betrekking op één perceel of een (gedeelte van) een proefveld, waar de nutriëntenbalans of componenten hiervan onderzocht worden. Bij de berekening van het overschot worden naast de aanvoer met bemesting en de afvoer met het gewas, waartoe Minas zich beperkt, één of meer van de volgende aanvoercomponenten - netto mineralisatie, atmosferische depositie, N-binding, zaad en pootgoed - meegerekend. Aldus op perceelsniveau berekende overschotten, welke in dit rapport worden aangeduid als 'N-overschot+' of het 'P-overschot+', zijn hoger dan wanneer het verlies(Minas) overeenkomstig de Minasregelgeving voor hetzelfde perceel berekend zou worden. (Los hiervan kan nogmaals vermeld worden dat de Minasregelgeving en -aangifte altijd op het gehele bedrijf en niet op afzonderlijke percelen betrekking hebben).

Het is van groot belang voor het milieu wat het lot is van nutriënten, die niet (direct) door het gewas opgenomen worden. Deze verliezen(Minas) en het overschot+ van stikstof en fosfaat worden onder meer verdeeld over de volgende processen of toegevoegd aan:

- de organische stof op en in de bodem. Met name in de op het land achtergebleven gewasresten, stoppels en wortels; de incorporatie in en adsorptie aan in de bodem aanwezige organische stof;
- incorporatie van P in de minerale fractie van de bodem, voornamelijk in de vorm van Ca-, Mg-, Al- en Fe-(hydro en ortho)fosfaten;
- adsorptie van  $\text{NH}_4^+$  en kation-hydrofosfaten aan de kleifracctie;
- emissie naar diepere bodemlagen, grondwater en oppervlaktewater van  $\text{NH}_4^+$  en N- en P-anionen;
- emissie naar de atmosfeer van  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  en  $\text{N}_2\text{O}$ ;
- N- en P-ionen in de bodemoplossing.

De verdeling van N en P over deze processen en fracties is o.a. afhankelijk van de aard van de bodem, het jaargetijde, de aanwezige vegetatie (gewas, stoppelgewas, etc.) en gewasresten, de weersomstandigheden. En mede van de vorm waarin N en P oorspronkelijk werden aangevoerd. Bij de bespreking hierna van de milieubelasting door de nutriënten N en P ligt het accent op de Minasregelgeving (aanvoer, afvoer en verlies(Minas)) en de emissies van N naar het grondwater. Met als rode draad de afstemming van de op opbrengstverhoging gerichte bemesting met een voor het milieu acceptabele belasting.

#### *Nitraat in grond- en drainwater en de norm voor (drink)water*

Nitraat<sup>5</sup> kan aanleiding zijn tot verontreiniging van het oppervlakte- en het diepere grondwater, bronnen van industrieel- en drinkwater. De kwaliteitseis van dit laatste is vastgelegd in de EG-nitratrichtlijn en in de nationale norm voor drinkwater met de grenswaarde van 50 mg nitraat per liter (streefwaarde 25 mg/l). Voor het grondwater op alle diepten en voor het drainwater is de officieuze norm eveneens 50 mg nitraat per liter. Het oppervlak en de tijdperiode waarover het nitraat in dit water gemeten, eventueel gecorrigeerd en gemiddeld, dient te worden, is niet aangegeven door het beleid (Willems et al., 1995).

Zowel onder natuurlijke vegetatie als onder landbouwgronden bevat de bovenste meter van het grondwater (hierna het bovenste grondwater genoemd) vrijwel altijd nitraat. Normaliter is het grootste deel van dit nitraat afkomstig uit de bovengrond. Nitraatconcentraties in het bovenste grond- en drainwater tonen een range in de orde van 0 tot ca. 800 mg nitraat per liter; in het pleistocene zandgebied is in het grondwater van 5 tot 15 meter beneden het maaiveld de range in de orde van 0 tot 200 mg/l en op 15 tot 30 meter diepte 0 tot 50 mg/l; in het zeekleigebied

---

<sup>5</sup> Nitraat wordt in dit rapport altijd gekwantificeerd als  $\text{NO}_3$ .  $1 \text{ g N} = 1 \text{ g NO}_3\text{-N} = 4,43 \text{ g NO}_3$ . Nitraatconcentraties worden in dit rapport niet beoordeeld op variatie in ruimte en tijd, of in ieder geval niet nader dan in de studies waarnaar verwezen wordt.

zijn beneden de 5 meter diepte de nitraatconcentraties lager dan 0,5 mg/l. De nitraatconcentraties worden vooral door de volgende factoren en door de interactie daartussen bepaald:

- de toevoer van N naar de bodem met atmosferische depositie, beregening, biologische N-binding, meststoffen;
- de chemische verbindingvorm van N in meststoffen en het tijdstip van toediening;
- het organische stof gehalte met het C/N quotiënt daarvan (in de bodem);
- de afvoer van N met oogst- en dierlijke produkten;
- de hoeveelheid en kwaliteit van de jaarlijkse toevoer van vers plantaardig materiaal. In de akkerbouw bestaat de toevoer uit oogstresten, wortelmassa van het geteelde gewas, eventuele groenbemesting en organische meststoffen;
- de grootte en verdeling van het neerslagoverschot, dat varieert in tijd en met locatie en vegetatie of gewas, met mogelijke effecten van beregening;
- de on- en verzadigde waterdoorlatendheid van de bodem;
- toe- of afstroming van oppervlakkig water en/of regenwater;
- de geohydrologische situatie, o.a. inzijging of aanvoer van kwelwater, het debiet en de samenstelling daarvan;
- het grondwaterregime, o.a. beïnvloed door de geografie en de ontwatering;
- de aanwezigheid van oxideerbare componenten (o.a. sulfiden, organische stof) en denitrificerende biologische activiteit in de anaërobe bodemzone;
- de bodembiochemische processen als mineralisatie, nitrificatie en denitrificatie afhankelijk van de bodemaëratie.

In landbouwgronden is uitspoeling van een deel van de stikstof bemesting de belangrijkste bron van nitraat in het grond- en drainwater. Uit vrijwel ieder onderzoek komt naar voren dat de nitraat concentraties in het bovenste grondwater sterk kunnen wisselen, zowel binnen enkele dagen, als binnen hetzelfde perceel, bovendien in het drainwater ook binnen éénzelfde drain en tussen drains in hetzelfde perceel. Daarbij blijkt wel dat onder landbouwgronden te hoge nitraatconcentraties veelvuldig voorkomen (Bijlage 2) (Boumans et al., 1991; Bronswijk et al., 1995; Dekker et al., 1984; Fraters et al., 1997; Huining, 1997; Meinardi et al., 1995).

Onder ruim 80% van het pleistoceen zandgebied overschrijdt de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater de 50 mg/l (RIVM, 1998. p.87/8). Gemiddeld over de kleigebieden is de nitraatconcentratie in het drainwater ca. 45 mg/l is en voldoet aan de nitraatnorm. Echter op 30 à 40 % van de bedrijven overschrijdt de concentratie de norm (Meinardi et al., 1995; Huinink, 1998). Ten opzichte van de situatie in 1985 is het aantal overschrijdingen nationaal waarschijnlijk met ruim 10% afgenomen.

Op grond van modelberekingen wordt geschat dat met de invoering van de Minas regelgeving in 2015 de overschrijdingen onder landbouwgronden tot de helft van die in 1985 zullen zijn terug gedrongen. De nitraatnorm wordt dan nog overschreden onder 21% van het totale landbouwareaal, met name 8% op droge pleistocene zandgronden en 13% op medium-droge pleistocene zandgronden en scheurende zware kleigonden. Een verdere afname tot een overschrijding op ca. 10% van het nationale landbouwareaal wordt berekend voor 2040 (Oenema et al., 1997).

Naast de Minas-regelgeving die de overschrijding van de nitraatnorm zal beperken middels heffingen op en daarmee het terugdringen van het N-verlies(Minas) zijn er verschillende teeltmaatregelen, die ook kunnen bijdragen aan de vermindering van de uitspoeling van nitraat. Zoals bijvoorbeeld: telen van een nagewas of van een vanggewas, gedeelde mestgiften, rijenbemesting, bodem-, mest- en gewasanalyse, beheer gewasresten, tijdstip van scheuren van grasland en grondbewerking (Schröder et al., 1995). Hoewel deze teeltmaatregelen veelal worden aanbevolen zijn zij niet opgenomen in de regelgeving van één of meerdere van de vormen van milieubewuste akkerbouw. In dit rapport wordt daarom slechts beperkte aandacht geschonken aan deze maatregelen.

## 6.1.2 Biologische landbouw

### *Aanvoer van mest noodzakelijk*

In de biologische landbouw is gebruik van kunstmest niet toegestaan; en bij gebruik van dierlijke mest dient dit bij voorkeur vaste stalmest te zijn. Daarnaast wordt het aanbevolen om zoveel mogelijk alleen met organische mest van eigen bedrijf te werken en zoveel mogelijk de kringlopen van nutriënten te sluiten binnen het bedrijf. Om de huidige produktiedoelen te halen wordt aanvoer van nutriënten van buiten het bedrijf als noodzakelijk gezien (par. 4.1). Waarbij de aanvoer per ha het laagst kan zijn indien de akkerbouw uitgevoerd wordt binnen een gemengd bedrijf.

Inventarisaties tonen dat het aantal gemengde biologische bedrijven beperkt is. Bijvoorbeeld in 1995 lagen de 5.470 ha biologisch geteelde gewassen grotendeels op 106 akkerbouwbedrijven met 5.120 ha grond en lag slechts een klein deel van de gewassen op gemengde akkerbouw/veeteelt combinatiebedrijven, 19 bedrijven met een oppervlak van 570 ha (grasland + akkerbouw) (Linden van der, 1996). Hieruit kan geconcludeerd worden dat, op vrijwel alle biologische akkerbouw percelen, organische mest van buiten het bedrijf aangevoerd dient te worden.

Van de in par. 4.1.1 genoemde nadelen van het gebruik van alleen organische mest komt in het onderstaande meerdere malen aan de orde, dat de toediening van N, P en K met organische bemesting niet per element afgestemd kan worden op bodem en gewas. Zodat in de regel over- of onderbemesting met één of twee van deze elementen moeilijk te vermijden is.

### *Fosfaataanvoer en de -norm*

Uit een (voor)studie in het kader van het project 'Introductie voor -mineralenboekhouding voor biologische landbouwbedrijven' (Tjalkes, 1996. p.16) blijkt, dat mogelijk ook voor de biologische akkerbouw de Wijziging van de meststoffenwet van grote invloed zal zijn op de bedrijfsvoering en de fysieke opbrengsten. Van de 24 bestudeerde biologische akkerbouwbedrijven varieert de fosfaataanvoer van 0 tot 215 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha, waarbij 7 bedrijven de aanvoernorm voor 1998 (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) overschrijden en 9 die voor 2002 (80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha).

De drie bedrijven met de hoogste fosfaataanvoer (160-215 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) gebruiken varkensmest (lage N/P verhouding), daar onder de gegeven omstandigheden dit financieel aantrekkelijker was dan het gebruik van mest van verafgelegen rundveebedrijven. De gebruikte hoeveelheid varkensmest is afgestemd op de N benodigd voor de gewassen in het bouwplan. De bedrijven maken weinig of geen gebruik van vlinderbloemigen in hun bouwplan voor N-binding. Zodat N vrijwel alleen met organische meststoffen (waarin P) aangevoerd wordt.

De drie bedrijven met de laagste fosfaataanvoer (0-28 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha) verschillen onderling. Het bedrijf met 28 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha heeft een evenwichtsbemesting bereikt, het bevindt zich op een grond met een hoog organische stof gehalte en voldoende mineralisatie van P. Het bedrijf met een aanvoer van 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha, heeft de laatste 3 jaar geen mest gebruikt en verbouwt gewassen met een lage mineralenbehoefte. Nu, na deze drie jaar, is gepland om op éénderde deel van dit bedrijf weer bemesting toe te passen. Het derde bedrijf heeft een uitgekende bemestingsstrategie met 18 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha op een bouwplan waarin ook mais en aardappelen zijn opgenomen, gewassen die veel mineralen vragen. Beide laatste bedrijven teren in op de bodemvoorraad P, K en N.

Tabel 6.1. Fosfaat aanvoer en verlies(Minas) in teeltseizoen 94/95 op 24 biologische-akkerbouw mineralen-voorstudie bedrijven.

	Aanvoer	Verlies(Minas)
	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per ha	
Laagste waarneming	0	<0
Hoogste waarneming	215	183
Gemiddeld	78	41
Mineralenheffing <sup>1)</sup> normen meststoffenwet	Aanvoernorm 100 in 1998 80 in 2002	Verliesnorm 40 in 1998 25 in 2005

Bron: Tjalles, 1996.

<sup>1)</sup> Mineralenheffing alleen bij overschrijding van zowel aanvoer- als verliesnorm.

De gemiddelde fosfaataanvoer van de 24 bedrijven lag met 78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha net beneden de 80 kg/ha, de fosfaataanvoernorm voor 2002. Gezien de grote spreiding rond dit gemiddelde (Tabel 6.1) tonen de resultaten van de voorstudie, dat het fosfaatverlies(Minas) op veel bedrijven de fosfaatverliesnorm overschrijdt.

In algemene zin blijkt dat de fosfaataanvoernorm voor veel biologische akkerbouwbedrijven zal resulteren in beperkingen van bouwplankeuze en mogelijk in intering op de mineralen voorraad (vooral van N); naast de genoemde, reeds bestaande, geringere fysieke opbrengsten per ha. Verdere resultaten van het project mineralenboekhouding voor biologische landbouwbedrijven zullen hierover een beter inzicht geven en dit eerste beeld al dan niet bevestigen.

#### Aanvoer van N en de normen

De fosfaataanvoernorm limiteert de hoeveelheid dierlijke mest wil men een mineralenaangifte en mogelijke mineralenheffing vermijden. In het algemeen zal men deze lijn willen volgen. Echter de lage N/P verhouding in dierlijke mest heeft als consequentie een lage N voorziening van de gewassen, die de fysieke productie limiteert (par. 5.1). Een beperkte verbetering van de N-voorziening is mogelijk door:

- (1) gebruik van organische meststoffen met een (relatief) minder lage N/P verhouding;
- (2) meer N-bindende groenbemesters en gewassen in de vruchtwisseling op te nemen;
- (3) binnen het bedrijf de bemesting te concentreren op hoog salderende en sterk N-behoefte gewassen, zoals bijv. aardappelen.

Op de 24 biologische akkerbouwbedrijven, van de genoemde voorstudie, is het N-verlies(Minas) gemiddeld 31 kg N/ha. Dit is ver beneden de toegestane N-verliesnorm van 175 kg N/ha in 1998 en ook ruim beneden die, voor 2005, van 110 kg N/ha. De 24 bedrijven hebben gemiddeld op 25% van het totale areaal vlinderbloemigen, 38% hiervan wordt gezaaid onder een dekvrucht. De nadruk op biologische N-binding resulteert samen met de aanvoer van dierlijke mest, desalniettemin in slechts beperkte hoeveelheden voor het gewas beschikbare hoeveelheden N. Dit wordt indirect aangegeven door het overschot+ (inclusief N-binding en depositie) van 98 kg N/ha, dit is laag in vergelijking met het gemiddelde overschot+ van 154 kg N/ha op gangbare akkerbouwbedrijven, die deelnemen aan de LEI-DLO boekhouding (Tjalles, 1996). Gemiddeld blijven deze laatste bedrijven beneden de 1998/99 N verliesnorm (exclusief N-binding en N-depositie) van 175 kg N/ha, en die van 110 kg N/ha in 2002.

Tabel 6.2. *Het N-verlies(Minas) en de nitraat concentratie in drainwater in 1993 en 1994 in de vier bedrijfssystemen op het OBS proefbedrijf te Nagele (NOP).*

Bedrijfssysteem	N-verlies(Minas) kg N/ha		Nitraat mg/l in drainwater	
	1993	1994	1993	1994
1. Biologische akkerbouw <sup>1)</sup>	12	4	34	39
2. Geïntegreerde akkerbouw <sup>2)</sup>	55	58	21	18
Als 2. Bovendien P-evenwichtsbemesting met dierlijke en kunstmest <sup>3)</sup>	32	62	21	19
Als 2. Bovendien P-evenwichtsbemesting met alleen kunstmest <sup>4)</sup>	-2	22	19	19
Norm	1998: 175 2005: 110		50 in grondwater	

Bron: Wijnands et al., 1995c.

<sup>1)</sup> Alleen vaste dierlijke mest toegediend in het najaar.

<sup>2)</sup> De bemesting is overeenkomstig het bemestingsadvies en is toegediend met dunne dierlijke mest in het voorjaar aangevuld met kunstmest.

<sup>3)</sup> Geïntegreerde akkerbouw met P evenwichtsbemesting, toegediend met dunne dierlijke mest in het voorjaar, aangevuld met kunstmest (gecodeerd als XP<sub>dm</sub> in oorspronkelijke publikatie).

<sup>4)</sup> Geïntegreerde akkerbouw met P evenwichtsbemesting, geheel toegediend met kunstmest (gecodeerd als XP<sub>km</sub> in oorspronkelijke publikatie).

#### *Uitspoeling van nitraat*

Op het OBS te Nagele waar de biologische akkerbouw, de geïntegreerde akkerbouw en de akkerbouw met P-evenwichtsbemesting (P-aanvoer = P-afvoer) vergeleken worden, toonde de biologische landbouw de laagste N-verliezen(Minas) en de hoogste N-uitspoeling in 1993 en 1994 (Tabel 6.2), gemeten aan de nitraatconcentratie in het drainwater. Dit relativeert (voor dit proefbedrijf) de waarde van het lage N-verlies(Minas) in de biologische landbouw. De relatief hoge N-uitspoeling wordt toegeschreven aan, de na het groeiseizoen doorgaande N-mineralisatie van (Wijnands et al., 1995c):

- de vaste dierlijke mest gegeven ruim een jaar geleden in het najaar;
- de vaste dierlijke mest gegeven in het afgelopen najaar;
- de N-rijke gewasresten, die achterblijven op het veld, na verbouw van N-bindende vlinderbloemige gewassen.

Metingen op het OBS in 1987-1990 op het toen nog gemengde biologische proefbedrijf toonden een met de jaren stijgende nitraatconcentratie in het drainwater. Ook werd waargenomen dat de concentratie driemaal zo hoog was in het akkerbouwdeel van het bedrijf als in het grasland deel. In dit licht bezien kan de rapportage, dat in de helft van grondwatermetingen onder vijf biologisch gemengde bedrijven op zandgrond de nitraatnorm overschreden werd (Werff van der (ed.), 1993), geïnterpreteerd worden als een duidelijke aanwijzing, dat in veel gevallen de grondwaternitraatnorm in de biologische akkerbouw op zandgrond overschreden zal worden.

Waarnemingen in 1992 en '93 op de tien ecosysteemgerichte biologische bedrijven in de Flevopolders bevestigen dit beeld, op deze zavelgrond hebben slechts twee bedrijven een nitraatconcentratie in het drainwater van minder dan 50 mg/l (Vereijken et al., 1994).

Op het PAV proefbedrijf te Vredepeel blijken over de periode 1993-'95 de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater bij de biologische teelt bij alle gewassen tussen de 50 en 80 mg/l te

zijn; dit is ook het geval bij de geïntegreerde teelt op dat bedrijf. (Per kg gewas-product is de nitraatuitspoeling bij biologische teelt aldaar dus veel hoger.)

Van de biologische teelt van snijmais op akkerbouwbedrijven is enige informatie beschikbaar van het PAV proefbedrijf te Vredepeel. In de periode 1993-95 bleek de nitraatconcentratie onder de biologisch geteelde snijmais bemest met ca. 43 m<sup>-3</sup> runderdrijfmest (223 kg N/ha, of totale gift 145 kg N-werkzaam) 80 mg/l te zijn. Onder geïntegreerd geteelde mais was de concentratie 50 mg/l, na een bemesting met runderdrijfmest en een geringe kunstmest startgift (totale gift 156 kg N-werkzaam). Op dit proefbedrijf is bij vergelijking de nitraatuitspoeling onder biologisch geteelde snijmais dus hoger dan bij geïntegreerde teelt (Wijnands et al., 1998). Van het totale areaal snijmais in Nederland bevindt zich ca. 80% op melkveebedrijven, waarschijnlijk is dit ook het geval bij de biologisch geteelde snijmais. Opvallend daarbij is het geringe aandeel snijmais in de biologische landbouw vergeleken met dat in de gangbare (par. 2.3). Met de gemiddeld vrij lage veebezetting in de biologische landbouw en het niet gebruiken van kunstmest, is ook in de biologische grondgebonden (melk)veehouderij de beschikbare hoeveelheid organische mest beperkt, mogelijk is dit een reden van de lage snijmais/graslandareaal verhouding. Er zijn zeer weinig gegevens beschikbaar over de bemesting van snijmais in de biologische landbouwpraktijk. In een studie, van vijf gemengde biologische bedrijven op pleistocene zandgronden over de jaren 1989 tot en met 1992, bleek de bemesting van snijmais per perceel en per bedrijf te variëren van 90 - 330 kg N/ha en gemiddeld rond de 200 kg N/ha te zijn (Werff van der (ed.), 1993). Lage giften zijn deels gekoppeld aan een ruime N-nalevering, bijvoorbeeld na scheuren van een gras-klaver weide, op het bedrijf met een hoge melkproductie per ha werden hoge N-giften gegeven. Een recente schatting van de stikstof bemesting van snijmais in biologische melkveebedrijven is ca. 30 à 40 m<sup>-3</sup> runderdrijfmest of ca. 175 kg N per ha (Water, 1998), dit is aanzienlijk minder dan de ca. 300 kg N/ha (50 m<sup>-3</sup> drijfmest en 70 kg N met kunstmest) in de gangbare melkveehouderij (Schröder et al., 1997). De uitspoeling van nitraat zal onder biologisch geteelde snijmais gemiddeld (waarschijnlijk) veel lager zijn dan onder gangbaar geteelde snijmais. (Op fosfaatverzadigde gronden hebben de biologische teeltvoorschriften als milieu-nadeel dat de benodigde N-bemesting, of een deel daarvan, niet met N-kunstmest en dus niet zonder P gegeven kan worden.)

#### *Kalium bemesting en overschot*

In de K-behoefte van de gewassen wordt geheel of gedeeltelijk voorzien met de organische bemesting. Aanvulling hierop is mogelijk door te bemesten met het industriële organische afvalproduct Vinasse dat rijk aan K is.

De voorstudie toont dat het K-overschot op de 24 bestudeerde biologische akkerbouwbedrijven gemiddeld 31 kg K/ha is op de 24 biologische akkerbouwbedrijven (Tjalkes, 1996). Dit is hoger dan het gemiddelde van 25 kg K/ha op gangbare LEI akkerbouwbedrijven. Het hogere overschot in de biologische akkerbouw kan vermoedelijk worden toegeschreven aan het gebruik van organische meststoffen, waarmee onvermijdelijk K wordt toegediend, ook in teeltsituaties waarin dit niet vereist is.

#### *Ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw*

In het ecosysteemgerichte innovatie project van de biologische akkerbouw (zie par. 3.1) wordt bij de bemesting van de volgende redenatie en overwegingen uitgegaan (Vereijken et al., 1994, p.45,57):

(1). Van de hoofdplantevoedingselementen N, P en K heeft het element P de sleutelrol bij gebruik van organische en andere meststoffen, die deze drie elementen bevatten. P heeft deze rol omdat P-verbindingen niet vluchtig zijn en in normale niet fosfaatverzadigde gronden niet uitspoelen. In het innovatie project zijn de P-bemestingsadviezen afgestemd op aardappelen, één van de meest P-behoefte gewassen in de vruchtwisseling. Als streeftraject is gekozen voor een

voor dit gewas voldoende P-toestand van de bodem, dat is in het Pw-traject van 20-30.

(2). In dit traject, Pw 20-30, wordt een P-aanvoer met bemesting nagestreefd die gelijk is aan de P-afvoer met de geoogste gewasproducten, z.g. evenwichtsbemesting.

(3). Bij een onvoldoende P-toestand wordt een overschot P-bemesting gegeven, gericht op het bereiken van de fosfaat toestand voldoende in de komende jaren.

(4). Bij een fosfaat boven het streeftraject wordt weinig of geen reguliere organische bemesting gegeven, namelijk bij Pw >40 dient P-aanvoer/P-afvoer <0.1 te zijn en <0.5 bij Pw 30-40.

Op alle gronden wordt, voor zover noodzakelijk, in aanvulling op de te geven organische bemesting, in de N-behoefte van de gewassen voorzien door de teelt van N-bindende groenbemesters.

Door de hoge fosfaattoestand van vele Nederlandse landbouwgronden (Tabel 6.3) kunnen daar slechts zeer beperkte hoeveelheden organische meststoffen toegediend worden en vormt de teelt van N-bindende groenbemesters en gewassen vrijwel de enige N-bron.

Op de gronden met Pw>40 (63 % van de akkerbouwgronden) kan bij de teelt van consumptie aardappelen niet meer dan  $0,1 \cdot 50 = 5$  kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha gegeven worden. Bij gebruik van de relatief N-rijke dunne rundermest (N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verhouding 3,2) kan met deze fosfaatgift 16 kg N/ha gegeven worden. Bij de teelt van aardappelen zou 200-300 kg N/ha gewenst zijn. Na een teelt in het voorgaande jaar van een vlinderbloemig voedergewas, luzerne of klaver, kan hier 100-250 kg N/ha van achterblijven in wortels en stoppel (Vereijken et al., 1994. p.IV-1). Hiervan komt ca. 60-150 kg N/ha vrij voor de aardappelen. Met andere woorden, ook na de teelt van een vlinderbloemige in het voorgaande jaar blijft op deze gronden met Pw>40, de N-voorziening van het gewas aardappelen aan de lage kant.

De resultaten in 1992 en/of 1993 op de 10 ecosysteemgerichte voorhoedebedrijven in de Flevopolder tonen (Vereijken et al., 1994):

- dat gemiddeld het P-verlies(Minas) 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha is en het N-overschot+ 0 kg N/ha is;
- dat de P-verliezen(Minas) op bedrijfsniveau tussen minus 20 en plus 55 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha liggen;
- dat de N-overschotten+ op bedrijfsniveau liggen tussen minus 25 en plus 35 kg N/ha;
- dat landbouwkundig er geen negatieve gevolgen zijn verbonden aan de geconstateerde over- of onderdosering van P en K; en ecologisch gezien evenmin daar volgende bemestingen

Tabel 6.3. Aanbevolen P-bemesting in ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw en de fosfaat bodemvruchtbaarheid van het landbouwareaal in 1993.

Pw en/of PAL getal	P bemesting, aanbevolen voor ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw	Verdeling van de landbouwgronden over P-bodemvruchtbaarheidsklassen			
		Bouwland totaal %	Bouwland op zand %	Grasland totaal %	Grasland op zand %
<20	overeenkomstig landbouwkundig bemestingsadvies	6	4	7	6
20-30	P-aanvoer/P-afvoer = 1 evenwichtsbemesting	12	8	18	17
30-40	P-aanvoer/P-afvoer = 0,5	19	12	22	22
>40	P-aanvoer/P-afvoer = 0,1	63	76	53	55

Bron: Fraters, 1997; Vereijken et al., 1994.

afgaande op bodemanalyses verder aangepast worden;

- dat voor N er wel negatieve effecten optreden op landbouw- en milieuresultaten bij onder-respectievelijk overdosering;
- dat op zeven van de tien bedrijven de (te) lage N-voorziening, zowel de productie als de kwaliteit van tarwe beperkt heeft;
- dat het drainwater op slechts twee van de 10 bedrijven voldoet aan de 50 mg N/l norm;
- dat op gewasniveau het drainwater van akkers met granen, suikerbiet, peen, grasklaver, luzerne gemiddeld voldoet aan de 50 mg nitraat/l norm, maar gemiddeld overschrijden aardappelen, erwten, stamslabonen, ui en knolselderij deze norm;
- dat de te hoge N-uitspoeling na erwten en na stamslabonen, die ieder 100-200 kg N/ha op akkers achterlaten onvermijdelijk is, zelfs na inzaai in de stoppel van (niet vlinderbloemige) groenbemesters die maximaal 50-100 kg N/ha hiervan opnemen.

#### *Lange termijn effecten van biologische landbouw*

Lange termijn effecten van biologische akkerbouw op verschillende bodemeigenschappen zijn bestudeerd op een ruim 70 jaar oud biologisch dynamisch akkerbouwbedrijf in Noord Beveland. Dit werd vergeleken met een nabijgelegen even oud gangbaar akkerbouw (proef)bedrijf, waar alleen kunstmest wordt gebruikt en met een permanent grasland situatie op (oorspronkelijk) dezelfde bodems (par. 4.3).

Om inzicht te krijgen in mogelijke verschillen in nitraatuitspoeling van de drie bodems bij de bewuste teeltsystemen werden simulatie-berekeningen verricht van de teelt van zomergraan onder de weersomstandigheden van de afgelopen 30 jaar (Tabel 6.4). De nitraat uitspoeling op het biologische bedrijf via het drainwater, zoals berekend voor ieder van deze 30 jaren, overschrijdt de nitraatnorm nooit, terwijl deze in de andere landbouwsystemen in meerdere jaren wel overschreden wordt. De geringere nitraatuitspoeling bij het gesimuleerde biologische teeltsysteem, op de 70 jaar oude biologische akkerbouw-bodem, kan waarschijnlijk toegeschreven worden aan de volgende bijzondere omstandigheden en aannamen:

*Tabel 6.4. Simulatie berekeningsresultaten van de opbrengst van zomergraan en het risico van nitraatuitspoeling op (van oorsprong gelijke) gronden verschillend door langdurige toepassing van verschillende vormen van akkerbouw.<sup>1)</sup>*

Landbouw systeem, de afgelopen 70 jaar	'Gangbaar' alleen kunstmest	Biologisch Dynamisch	Permanent grasland <sup>2)</sup>
Opbrengst en risico van nitraat uitspoeling na de teelt van zomergraan			
Bemesting kg N/ha/jaar <sup>3)</sup>	130 (alleen kunstmest)	30 (org.mest 30 ton/ha)	130 (alleen kunstmest)
Zomergraan opbrengst kg/ha/jaar <sup>4)</sup>	3.750 - 7.500 gem. 6.800	1.250 - 4.400 gem. 2.900	5.700 - 7.500 gem. 7.300
% van de jaren, dat het drainwater de nitraatnorm (50 mg/l) overschrijdt <sup>4)</sup>	16%	0%	66%

Bron: Droogers, 1997; Droogers et al., 1997.

<sup>1)</sup> Waarnemingen en berekeningen voor een jonge zeeklei (lichte zavel) in Noord Beveland

<sup>2)</sup> Zeventig jaar permanent grasland, simulatie van zomergraan en uitspoeling na scheuren van dit grasland; vergelijkbaar met eigenschappen van en ontginning ongestoorde natuurlijke grond.

<sup>3)</sup> Invoergegevens gebruikt bij simulatieberekeningen.

<sup>4)</sup> Resultaat van simulatie berekeningen, steeds voor één groeiseizoen met de huidige bodemeigenschappen, met weergegevens van de laatste 30 jaar en conventionele groundbewerking.

- de keuze voor een zeer lage N bemesting in het biologische teeltsysteem (met als gevolg een, ook voor de biologische akkerbouw, uitzonderlijk lage opbrengst);
- jonge zeeklei met een relatief hoge N nalevering (par. 6.1.4) (oude zeeklei en in sterkere mate zandgronden vereisen een hogere N bemesting);
- de lichte zavelgrond waarop in de simulatie berekeningen de organische bemesting in het voorjaar uitgereden wordt;
- de keuze voor zomergraan, een gewas met een goede N benutting en met weinig uitspoeling van N.

De simulatie-uitkomst, dat in het biologische teeltsysteem de nitraatnorm in het drainwater nooit overschreden wordt, is (mogelijk) gunstiger, dan die welke verkregen zou zijn voor een complete vruchtwisselingscyclus, of voor de praktijk van de graanteelt op het bestudeerde biologische bedrijf. De lange termijn effecten van de biologische akkerbouw op de nitraat uitspoeling in de praktijk zijn ook voor dit bedrijf nog onbekend.

### 6.1.3 MilieuKeur akkerbouw

#### *Fosfaattoestand en -bemesting*

Op gronden met fosfaataccumulatie die een bepaalde Pw waarde overschrijdt is geen MK teelt mogelijk en op gronden met Pw>30 zijn bepaalde randvoorwaarden voor de bemesting met fosfaat. Hiervoor kan verwezen worden naar par. 4.2 waar dit in detail besproken is, met vermelding van de fracties van de landbouwgronden waarop de verschillende SMK criteria van toepassing zijn bij teelt voor de MK.

#### *N-bemesting, overschot+ en nitraatuitspoeling*

Voor de bemesting met N was tot en met 1996 de MK-norm: een N-overschot+ van maximaal 125 kg N/ha op bouwplanniveau. D.w.z. dat het gemiddelde N-overschot+ per jaar, over een complete vruchtwisselingscyclus op het perceel waar in het betreffende jaar een gewas geteeld wordt voor het MilieuKeur aan deze norm diende te voldoen. Vanuit de landbouw-sector werden bezwaren geuit tegen deze norm. Deze leidde tot een hoog afkeuringspercentage van aardappelen voor het MilieuKeur. De SMK heeft de verschillen in overschot+ tussen gewassen en dus ook voor verschillende vruchtwisselingen onderkend, evenals de verschillen die terug te voeren zijn op het gebruik van dierlijke mest naast kunstmest. In overeenstemming hiermee heeft SMK de MK-normen verder gedifferentieerd, naar de samenstelling van het bouwplan en het al of niet gebruiken van dierlijke mest. Zo kan afhankelijk hiervan de ene teler met een N-overschot+ van 183 kg N/ha voldoen aan de MK-eisen, terwijl een andere teler met een overschot+ van 45 kg N/ha hier niet aan voldoet (Tabel 6.5). Als bovengrens voor de MK-norm

Tabel 6.5. De door de Stichting MilieuKeur vast gestelde MK-normen voor het N-overschot+.

Bouwplan, 4 jarige cyclus	Bemesting alleen met kunstmest	Bemesting dierlijke mest aangevuld met kunstmest
	MilieuKeur N-overschot+ norm in kg N/ha/jaar	
Aard./wintertarwe/suikerb./erwten	44	124
Aard./wintertarwe/suikerb./graszaad	114	183
Aard./zomertarwe/suikerb./graszaad	104	173

is het gemiddeld landbouwkundig overschot+ volgens de adviesbemesting gesteld (SMK, 1995a). Bij het gebruik van dierlijke mest is een lagere werkingscoëfficiënt aangenomen. Er zijn geen verdere gegevens beschikbaar hoe dit uitwerkt in de praktijk op de uitspoeling van nitraat.

Dat de oorspronkelijke MK norm van 125 kg N/ha een duidelijke hindernis was bij het verkrijgen van de MilieuKeur, komt ook in het A2000 project naar voren. Op ongeveer de helft van de bedrijven zouden de geteelde aardappelen niet aan de vroegere MK N-norm voldoen (Brinks, 1995).

Door de onbeteelde en onbemeste rand van ca. 0,6 m langs watergangen zal de nutriënten belasting ook van de akker als geheel minder zijn.

#### **6.1.4 Geïntegreerde akkerbouw**

##### *Bemestingsstrategie*

De algemene strategie voor de bemesting in de geïntegreerde akkerbouw met betrekking tot P en K is evenwichtsbemesting. Deze strategie is voor toepassing bij een bodemvruchtbaarheidsniveau dat landbouwkundig gewenst is (toestand goed) en milieukundig acceptabel is, dus met niet te hoge fosfaat bodemvruchtbaarheid. Bij een Pw getal groter dan 50 wordt gestreefd naar een zodanige vermindering van de P aanvoer, dat de bodemvruchtbaarheid naar een milieukundig acceptabel niveau daalt. Wanneer de bodemvruchtbaarheid daalt beneden het streeftraject "goed", dient de landbouwkundig gewenste toestand hersteld te worden door middel van een beperkte overschot-bemesting.

Tevens wordt gestreefd naar een minimale inzet van eindige grondstoffen (fosfaaterts) en energie (nodig voor productie van N, P en K kunstmest). Gegeven de Nederlandse mestoverschot situatie wordt de voorkeur gegeven aan dierlijke mest, waarvan de hoeveelheid in de regel afgestemd wordt op de gewenste P mestgift en N wordt aangevuld met kunstmest. De dierlijke mest dient milieukundig acceptabel gebruikt te worden om N-emissies naar het milieu te minimaliseren (dosering van N gewasgericht, inwerkmethod, etc.). Dit vergt o.a. het tijdig kennen van de werkelijke nutriënten inhoud van de mest; en aandacht voor het tijdstip van toedienen (lichtere gronden in het voorjaar, zwaardere gronden in het najaar in combinatie met groenbemesters en/of stro om verliezen van mineralen in najaar en winter te beperken).

De N-bemesting wordt in een geïntegreerde strategie gebaseerd op de N-mineraal in het voorjaar, teelt-, perceels- en gewasspecifieke hulpmiddelen zoals stikstof-bijbemesting-systeem (NBS), bladsteeltjes of N-vensters (gewasanalyses naar bijbemesting behoefte). De bemesting is gericht op een optimale kwantiteit en kwaliteit van de productie, vitaliteit en gezondheid van de gewassen en op beperking van de N-verliezen. (Wijnands et al., 1994 en 1995a).

Tabel 6.6. *N en P bemesting, verlies(Minas) en overschot+ in gangbare, biologische, geïntegreerde en alleen-kunstmest A2000 akkerbouw bedrijven.*

Vorm van akkerbouw Jaar	Aandeel van organische mest in de totale bemesting	Nutriënten aanvoer via		Bemesting totaal	Verlies (Minas)	Overschot+
		Dierl.mest	Kunstmest			
	Fosfaat	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per ha				
'Gangbaar' <sup>1)</sup> Referentiejaar 87/89	55 %	72	58	130	75 (76) <sup>2)</sup>	80
Biologisch <sup>3)</sup> 94/95	100%	78	0	78	41	n.d.
Geïntegreerd <sup>1)</sup> jaar 92/93	80 %	60	15	75	20	25
A2000 alleen kunstmest <sup>4)</sup> 1994	0%	0	n.d.	n.d.	11	n.d.
	Stikstof	kg N/ha				
'Gangbaar' <sup>1)</sup> Referentiejaar 87/89	40 %	94	141	235	100 (186) <sup>2)</sup>	160
Biologisch <sup>3)</sup> 94/95	100%	117	0	117	31	98
Geïntegreerd <sup>1)</sup> jaar 92/93	50 %	93	92	185	60	115
A2000 alleen kunstmest <sup>4)</sup> 1994	0 %	0	n.d.	n.d.	29	69

Bronnen: Brinks, 1995; DLV, 1996a; Tjalles, 1996; Wijnands et al., 1995a. p.55; Wijnands et al., 1995b.

<sup>1)</sup> 'Gangbaar' dit zijn de 38 gangbare bedrijven die na het referentiejaar overgingen naar geïntegreerde akkerbouw als deelnemers aan het innovatieproject.

<sup>2)</sup> LEI boekhoudnet (nationaal) gemiddelde akkerbouwcijfers (Poppe et al. eds., 1995).

<sup>3)</sup> 24 biologische bedrijven.

<sup>4)</sup> 53 bedrijven.

#### *N en P aanvoer en verlies(Minas), inzet dierlijke mest*

Op de 38 innovatiebedrijven resulteerde deze bemestingsstrategie gemiddeld in het groeiseizoen 1992/93 t.o.v. het referentiejaar 1987/88 in (Tabel 6.6):

- een daling van de N-bemesting met 20% en van het N-verlies(Minas) met 40%. Het N-verlies(Minas) was oorspronkelijk reeds lager dan de verliesnorm van 100 kg N/ha in 2002;
- vrijwel een halvering van de P bemesting (het aandeel van dierlijke mest in de aanvoer van P nam toe van 55% naar 80%);
- een daling in de P aanvoer via organische mest, van oorspronkelijk 72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (juist beneden de fosfaataanvoernorm van 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in 2002) tot 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in 1992/93;
- meer dan een halvering van het P-verlies(Minas), oorspronkelijk 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha ver boven de verliesnorm, tot 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, juist beneden de fosfaatverliesnorm van 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in 2005;
- een relatieve stijging van het aandeel van organische mest in de totale N en P bemesting;
- de vermindering van de nutriënten aanvoer is vrijwel geheel bereikt door te bezuinigen op de inzet van kunstmest.

*Voorjaarstoediening dunne dierlijke mest in vergelijking tot kunstmest*

Op het OBS te Nagele werd akkerbouw met P-evenwichtsbemesting met alleen kunstmest vergeleken met akkerbouw met dunne dierlijke mest toegediend in het voorjaar aangevuld met kunstmest. Hiertussen werd geen verschil gevonden in N-uitspoeling (Tabel 6.2).

Modelberekeningen voor het Vredepeel proefbedrijf met geïntegreerde landbouw, duiden er ook op dat de N-uitspoeling niet vermindert door van dunne dierlijke mest (toegediend in het voorjaar!), over te schakelen op kunstmest (Wijnands et al., 1995c).

*Verschillen per gewas van N bemesting, overschot+ en rest-N*

Gegevens van 38 innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw verspreid over geheel Nederland tonen grote verschillen in bemesting tussen de gewassen (Tabel 6.7). Ook de rest-N (de hoeveelheid minerale N op 1 november aanwezig in de bodem tussen 0 en 100 cm -mv) varieert per gewas. Daarnaast varieert deze sterk per jaar. In 1990 werd door de "Commissie Stikstof" als N-rest streefwaarde 70 kg N/ha genoemd (Goossensen et al. eds., 1990). Belangrijke gewasspecifieke teelt-karakteristieken en daaraan gekoppelde verschillen tussen de gewassen zijn (Tabel 6.7) (Wijnands et al., 1994):

- aardappelen en snijmais krijgen een hoge N bemesting, waarvan een groot deel als dierlijke mest. Op kleigronden kan dit veelal alleen in het najaar gegeven worden, de hieraan verbonden lagere N-werking leidt tot hogere giften;
- aardappelen hebben een hoge N-behoefte mede vanwege een lage opname-efficiëntie, hetgeen leidt tot hoge overschotten+ en relatief hoge rest-N waarden;
- suikerbieten benutten de aangeboden N goed, met een hoge opname in blad en bieten. Met de

*Tabel 6.7. Gemiddelde waarden per gewas van de N bemesting, het overschot+<sup>1)</sup> en de rest-N bepaald voor de 38 innovatie bedrijven met begeleide geïntegreerde akkerbouw.*

Gewas	Rest-N 01-11-92 <sup>1)</sup>	Bemesting 1992/93	Overschot+ <sup>2)</sup> 1992/93	Rest-N 01-11-93 <sup>3)</sup>
	kg N/ha			
cons.aard.	160	350	220	70
fabr.aard.	120	250	130	60
pootaard.	120	180	120	60
suikerbiet	60	195	135 <sup>4)</sup>	30
wintertarwe	60	160	20	40
snijmais	120	220	60	75
peulvrucht	110	50	160 <sup>4)</sup>	70
ui	160	175	90	60

Bron: Wijnands et al., 1994.

<sup>1)</sup> Rest-N najaar 1992 (na het tweede projectjaar-teeltseizoen) mogelijk hoge waarden door veel mineralisatie.

<sup>2)</sup> N-Overschot+, in deze studie is naast de N-aanvoer met dierlijke en kunstmest ook de N-aanvoer met depositie, N-binding, zaai en pootgoed meegerekend.

<sup>3)</sup> Rest-N najaar 1993 (na het derde projectjaar-teeltseizoen) mogelijk lage waarden deels door regenrijke herfst-winter 1992.

<sup>4)</sup> Veel N in op het land achtergelaten loof-gewasresten, bij peulvruchten N-rijk door bacteriële N-binding.

bieten wordt 100 kg N/ha afgevoerd. De op het land achtergelaten kop met blad bevat 100-150 kg N/ha en leidt tot een hoog N overschot+, de N-rest waarden zijn relatief laag;

- snijmais benut de aangeboden N redelijk (afvoer 190 kg N/ha), het N overschot+ is redelijk laag. De rest-N is relatief hoog, doordat het gewas na juli vrijwel geen N meer opneemt, terwijl de mineralisatie dan nog sterk is.

De in tabel 6.7 vermelde N-bemesting van snijmais op de innovatie-akkerbouwbedrijven stemt overeen met die in het project 'Management Duurzame Melkveehouderij'. Gemiddeld is de bemesting op de MDM-bedrijven 40-45 m<sup>-3</sup> runderdrijfmest met daarbij 30 kg N (en 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) als kunstmest in de rij, ofwel een totale N-gift van ca. 240 kg N/ha. Op MDM-bedrijven varieerde de rest-N na snijmais gemiddeld van 60-200 kg N/ha over de jaren 1993 t/m 1996 (Boer den, 1998).

Over de bruikbaarheid van de rest-N als indicator voor de nitraatuitspoeling bestaat nog geen duidelijkheid. (Schröder et al., 1995; Verstraten, 1997; Wijnands et al., 1994). Wel wordt op het proefbedrijf Vredepeel gevonden, dat bij waarden van 30 à 40 kg N/ha van een rest-N gemeten over 0-60 cm de 50 mg nitraat/l overschreden wordt (Wijnands et al, 1998). Hier is bij de teelt van snijmais, op deze hoge zandgrond in het geïntegreerde systeem, de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de periode 1990-'92 gemiddeld 95 mg/l en in de periode 1993-'95 bij een scherpere bemesting 50 mg/l.

#### *Nitraat in grondwater op hoge zandgronden*

Op de PAV proefbedrijven te Borgerswold en Vredepeel, beide op hoge zandgronden, is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater gemeten aan het einde van de winter. Over de jaren 1991 t/m 1993 zijn er metingen verricht van 25 perceel/gewas combinaties, zowel van gangbaar als van geïntegreerd geteelde gewassen (Hack-ten Broeke et al., 1993). Bij het gangbare teeltsysteem is de nitraatconcentratie slechts eenmaal lager dan de norm, namelijk aan het einde van de winter 1990/91 op een perceel met in 1989 aardappelen en in 1990 suikerbieten. Bij het geïntegreerde teeltsysteem is de gemeten nitraat concentratie bij zes van de 25 perceels/gewas combinaties lager dan de norm, dus bij bijna 25%. Tweemaal na graszaad, dat is na beide keren dat dit verbouwd werd; tweemaal na de driemaal dat wintergraan verbouwd werd; eenmaal van de vier keer dat suikerbieten verbouwd werden; en na de enige keer dat schorseneren verbouwd werden. In het algemeen is bij de geïntegreerde teelt de nitraatconcentratie in het grondwater 15% tot 60% lager dan bij gangbare teelt (Tabel 6.8). Hierbij kan opgemerkt worden dat ook op gangbare bedrijven i.h.a. lage nitraatconcentraties na de teelt van graszaad werden gevonden (Meinardi et al., 1997. p. 159). In het geïntegreerde akkerbouwsysteem op Borgerswold wordt de lage nitraatconcentratie na graszaad deels gecompenseerd door de relatief hoge concentratie na de teelt van koolzaad (Tabel 6.8). Uit veldonderzoek en modelberekeningen (SWACROP, ANIMO) wordt aannemelijk gemaakt dat o.a. de volgende praktijkmaatregelen bij de geïntegreerde teelt, op pleistocene zandgronden, bijdragen tot de vermindering van de nitraatuitspoeling (Dijkstra et al., 1995 en 1996):

- na de teelt van graszaad (en mogelijk ook van granen) geen grondbewerking van de stoppel, maar de opslag van zaadval van dit gewas zich laten ontwikkelen en als 'nagewas' in stand houden. In plaats van zoals bij de gangbare teelt van Italiaans raaigras als winter-groenbemester eerst stoppelbewerking, waarna inzaai en startbemesting;
- de teelt van groenbemesters als nagewas;
- geen zwarte braak;
- berekening in droge perioden om doorgaande groei en hogere stikstofopname door het gewas te verzekeren, dit speelt vooral een rol bij grasland;
- nutriënten-analyse van de dierlijke mest voor een optimale afstemming van de hierop aanvullende bemesting met kunstmest;
- gedeelde kunstmestgiften, bij granen afgestemd op gewasvensters en bij aardappelen op bladsteeltjes analyse.

Tabel 6.8. *Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van hooggelegen zandgronden met gangbare en met geïntegreerde akkerbouw (1991-1993 einde winter metingen).*

Gewas <sup>1)</sup>	Vredepeel		Borgerswold	
	Gangbaar	Geïntegreerd	Gangbaar	Geïntegreerd
	mg nitraat/liter			
Aardappelen	130	110	150	130
Suikerbiet	80	60	n.d.	n.d.
Mais	240	100	n.d.	n.d.
Wintergraan	n.d.	n.d.	130	80
Erwt/Boon	260	130	n.d.	n.d.
Graszaad	n.d.	n.d.	n.d.	20
Koolzaad	n.d.	n.d.	n.d.	110
Gemiddeld <sup>2)</sup>	150	70	130	100

Bron: Dijkstra et al., 1995 en 1996; Hack-ten Broeke et al., 1993.

<sup>1)</sup> Alleen waarden opgenomen van minimaal tweemaal geteelde gewassen.

<sup>2)</sup> Gemiddelde waarden van alle percelen.

De eerste drie maatregelen verminderen de nitraatuitspoeling, verhogen de toevoer van organische stof naar de bodem en verhogen de evapotranspiratie. Dit laatste heeft een verhogend effect op de nitraatconcentratie in het, naar het grondwater, inziende bodemwater (door afname van de verdunning van nitraat en van de denitrificatie). Het netto effect hiervan op de nitraatconcentratie wordt niet genoemd. De drie laatste genoemde maatregelen resulteren in een netto vermindering van de nitraatconcentratie in het grondwater.

### 6.1.5 A2000 akkerbouw

#### *Bemestingsstrategie en praktijk*

De bemestingsstrategie in dit project is gericht op het halen van de milieudoelstellingen in 2000 rekening houdend met de specifieke wensen van de individuele ondernemer. Uitgangspunten hierbij waren:

- verantwoord gebruik van organische mest in bouwplanverband, gericht aangevuld met kunstmest;
- de bemesting dient qua hoeveelheid en tijdstip van toediening, zowel zo goed mogelijk aan te sluiten bij de gewasbehoefte, als het verlies van nutriënten zoveel mogelijk te beperken. Tussen de vijfhonderd A2000-deelnemers bestonden er in de benadering van de bemestingsstrategie vele overeenkomsten en duidelijke verschillen. Bijvoorbeeld:
  - het merendeel van de ondernemers dient bij voorkeur een zo groot mogelijk deel van de bemesting toe als organische mest;
  - de lage prijs van organische mest stimuleert een ruim gebruik ervan;
  - op kleigronden wordt de organische mest vrijwel uitsluitend in de herfst uitgereden, dit brengt relatief hoge N-verliezen met zich mee;

- een deel van de ondernemers (11%) geeft de voorkeur aan kunstmest, omdat hiermee nauwkeuriger bemest en bijgestuurd kan worden. Zij gebruiken geen organische mest;
- door de relatief hoge kosten van kunstmest wordt het gebruik ervan beperkt tot het strikt noodzakelijke.

*N en P verlies(Minas), vergelijking dierlijke en kunstmest, regio-verschillen, Bintje*

Het P-verlies(Minas) op de A2000 bedrijven is in 1994 gemiddeld 33 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha, juist onder de verliesnorm 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha voor 1998, maar boven de 25 kg norm voor 2005. Het N-verlies(Minas) op de A2000 bedrijven is in 1994 gemiddeld 90 kg N per ha, ruim onder de verliesnorm 175 kg N per ha voor 1998, en onder de 110 kg norm voor 2005.

De N en P verliezen van de A2000 bedrijven zijn lager dan die van omringende bedrijven van het LEI-DLO boekhoudmeetnet. Er zijn regionale verschillen tussen de A2000 bedrijven, het meest geprononceerd zijn echter de verschillen tussen bedrijven die geen en bedrijven die wel organische mest gebruiken (Tabel 6.9).

Van de A2000 bedrijven in de vijf PAV-akkerbouwregio's is het N-verlies(Minas) in de Zuidwestelijke klei-regio gemiddeld het grootst, 50-70 kg N/ha meer dan in de andere twee klei-regio's. In de ZW-regio is op de bedrijven die alleen kunstmest gebruiken het N-verlies(Minas) gemiddeld 49 kg N/ha, op de bedrijven die ook organische mest gebruiken is het gemiddeld 132 kg N/ha. In de Zuidwestelijke klei-regio heeft meer dan de helft van de bedrijven een N-overschot+ van meer dan 160 Kg N/ha en voldeden slechts 25% van de bedrijven aan de vroegere MK N-overschot+ norm van 125 kg N/ha (Wijnands et al., 1995b). De MK overschot+ norm werd in 1997 bijgesteld, de hoogte ervan is o.a. afhankelijk van het wel of niet gebruiken van dierlijke mest (Tabel 6.5).

De belangrijkste redenen van de hoge waarden in de Zuidwestelijke klei-regio zijn (DLV, 1996a; Brinks, 1995; Wijnands et al., 1995b):

- op de oude zeekleigronden is meer stikstof nodig dan op jonge zeekleigronden voor een maximale opbrengst;
- veel wat zwaardere kleigronden waarop de organische mest in het najaar wordt toegediend;
- redelijk hakvrucht intensieve bouwplannen;
- relatief veel teelt van het aardappelras 'Bintje' dat een hogere N-behoefte heeft dan vele van de nieuwe rassen. Bintje verdraagt bovendien een flinke organische mestgift (onzekerheid van de N-werkingsfactor geen doorslaggevende belemmering voor ruime organische mestgiften), daar de kwaliteit weinig nadeel ondervindt van een (te) ruime N-bemesting.

*Tabel 6.9. Gemiddelde P- en N-verliezen in 1994 van A2000 bedrijven, die geen en die wel organische mest gebruiken en van LEI-DLO boekhoudnet bedrijven.*

	A2000 bedrijven bemesting met		LEI-DLO boekhoudnet bedrijven	Verliesnorm Wijziging meststoffenwet	
	Alleen kunstmest	Org.mest + kunstmest		1998	2005
P-verlies(Minas) kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	11	36	49	40	25
N-verlies(Minas) kg N/ha	29	96	155	175	110

Bron: DLV, 1996a; Brinks, 1995; Wijnands et al., 1995b; Poppe et al., 1995.

### 6.1.6 Beheerslandbouw en MacSharry "Braak" in de akkerbouw

#### *Beheerspakketten*

In het beheerspakket B2 wordt de rand niet bemest, dit levert ruwweg een vermindering van de bemesting van ca. 1% tot 5%, overeenkomstig het percentage van het bedrijfsoppervlak dat ingenomen wordt door de rand. In gebieden met sloten komt daar bij dat sloot en slootkanten niet meer belast worden ten gevolge van het kunstmeststrooien zonder kantstrooivoorziening. Hierbij kunnen de sloot en zijn kanten belast worden met 30-35% van de (akker)bemestingsdosis (kg/ha), deze belasting neemt met ca. 80% af, bij randen van 1 à 2 meter breed (Melman, 1991).

In het beheerspakket B3 wordt om het jaar een graangewas niet zijnde mais geteeld. Dit komt praktisch neer op eenmaal per twee jaar tarwe, in plaats van ieder jaar mais. Dit levert in het jaar met tarwe een vermindering van het N-verlies(Minas) op van ongeveer 40 kg N/ha (Tabel 6.7).

#### *Hectaresteen*

Bedrijven met hectaresteen volgens de vereenvoudigde regeling behoeven geen enkele aanpassing te maken in hun bouwplan of in hun teeltmaatregelen. Deze regeling heeft geen effect op de bemesting en de daaraan gekoppelde emissies van nutriënten.

Bedrijven met hectaresteen volgens de algemene regeling leggen ca. 5% van hun land braak (par. 3.7). Per type braak (Tabel 3.3) en afhankelijk van de bedrijfsverandering door de braak, zal dit resulteren in uiteenlopende verminderingen van nutriënten emissies, of tot verhoging hiervan in sommige gevallen. Op deze verschillende effecten wordt niet ingegaan.

### 6.1.7 Akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden

In de meeste provincies zijn binnen grondwaterbeschermingsgebieden provinciale milieu verordeningen van kracht. De regelgeving die hierin is opgenomen voor dierlijke mest is strenger dan, of loopt in tijdschema van invoering vooruit op het nationale beleid (Tabel 6.10). Hiermee wordt een 'meer tijdige' en betere bescherming beoogd, van het grondwater en oppervlaktewater binnen de grondwaterbeschermingsgebieden. De effecten, van de nationale en de verschillende provinciale regelgevingen binnen de grondwaterbeschermingsgebieden, op de nitraat belasting van het opgepomte (diepe) grondwater zijn met modelberekeningen geschat voor twee fictieve, maar wel realistische, referentiewinningen (Werkgroep EPG, 1994. p.29-32):

a) In een kwetsbaar gebied met een hoge historische mestgift, waarbinnen een freatische winning met een nitraatconcentratie in 1995 van 100 mg/l in het opgepompte (diepe)

*Tabel 6.10. De nationale regelgeving voor het gebruik van dierlijke mest en de provinciale regelgeving voor mais en bouwland binnen grondwaterbeschermingsgebieden in Drente.*

Gebied	P-aanvoernorm met dierlijke mest		Uitrijverbod van dierlijke mest
	1998	2002	
Nederland	100	80	van 1 of 15 sept. tot 1 febr.
Grondwaterbeschermingsgebieden in Drente	75	n.d.	van 1 aug. tot 1 febr.

grondwater, heeft het bijzondere provinciale beschermingsbeleid een beperkt rendement (bijvoorbeeld bij bepaalde putten in Gelderland):

- over een periode van 25 jaar een reductie van 5 à 10% t.o.v. alleen nationaal beleid;
- na 2020 zijn de verlagende effecten van het nationale en provinciale beleid vrijwel identiek;
- een verlaging van de nitraatconcentratie tot 50 mg/l wordt niet voor 2100 bereikt.

b) In gebieden met een lage historische mestgift en lage atmosferische depositie, waarbinnen een freatische winning met een nitraatconcentratie in 1995 van 40 mg/l in het opgepompte (diepe) grondwater (bijvoorbeeld bij veel putten in Groningen en Flevoland):

- zou ook zonder het provinciale beschermingsbeleid de nitraat concentratie niet boven de 50 mg/l stijgen;
  - heeft het provinciale beschermingsbeleid wel een reductie van 20-30% tot gevolg t.o.v. alleen nationaal beleid;
  - na 2020 zijn de verlagende effecten van het nationale en provinciale beleid vrijwel identiek;
- Het landbouwareaal in grondwaterbeschermingsgebieden, ca. 65.000 ha, omvat ca. 80% grasland en 20% bouwland, incl. de 6% voor snijmais (Tabel 2.1). Naast de provinciale regelgeving stimuleren verschillende waterleidingbedrijven landbouwers om de nutriëntenbelasting te verminderen. Dit o.a. door het stimuleren tot: bijhouden van een mineralenboekhouding, bodem-, gewas- en mestanalyses, teelt van nagewassen, biologische landbouw, studieclubs, DLV-voorlichting bedrijfsbezoeken en PAV-onderzoek op geselecteerde bedrijven (Nieuwland Advies, 1996b).

In verschillende stimuleringsprojecten in milieubeschermingsgebieden wordt eveneens gestreefd naar een verlaging van de nutriënten toevoer. Een voorbeeld hiervan is een project dat zich uitstrekt over ruim de helft van de 56.000 ha landbouwgrond in het stroomgebied van de Beerze-Reuzel-Dommel en Mark. Dit project omvat 14.000 ha met akkerbouw (incl. mais).

Enige resultaten van het project blijken uit het volgende (Prov. Noord Brabant, 1995 en 1996):

- in 1992 bij de start van het project was het gemiddelde P- en N-verlies(Minas) op dit akkerbouw areaal, respectievelijk 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en 150 kg N/ha. In 1995 was dit gedaald tot respectievelijk 60 kg/ha en 120 kg/ha;
- om het verlies van stikstof in de winter te verminderen met ca. 30 kg N/ha werd op 2/3 van het areaal een groenbemester ingezaaid;
- de P- en N-bemesting op mais waren zeer hoog in 1992, 173 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha met 515 kg N/ha en blijven ondanks een sterke daling nog hoog in 1994, nl. respectievelijk 106 kg en 279 kg. Opvallend is dat in dit gebied met een overschot aan dierlijke mest, het N-verlies(Minas) beneden de 1998 N-verliesnorm blijft, terwijl daarentegen het P-verlies(Minas) het dubbele is van de P-verliesnorm.

### 6.1.7 Milieubewuste vormen, de Minas normen en de nitraatnorm

#### *Milieubewuste vormen en de Minas normen*

Kwantitatieve informatie over de bemesting, met bijbehorende verliezen(Minas), van de milieubewuste vormen van akkerbouw is voor verschillende vormen niet beschikbaar of beperkt. Voor de situaties dat hiervan geen gegevens waren of achterhaald konden worden, zijn ruwe schattingen gemaakt (Tabel 6.11). Zo is getracht een algemeen (niet naar jaar en regio gespecificeerd) overzicht te geven van de milieubelasting door N en P. Aan de hand hiervan is een rangorde ingeschat van de mate waarin, de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw, een vermindering van het N-, P-verlies(Minas) en van de aanvoer van P met organische mest bereiken (Tabel 6.11).

Wat betreft de vermindering van de verliezen(Minas) staan die A2000 bedrijven, die alleen kunstmest en geen organische bemesting toepassen, bovenaan. De lage verliezen bij gebruik van alleen kunstmest worden bevestigd door het OBS bedrijfssysteem met P-evenwichtsbemesting met alleen kunstmest, met een P-verlies(Minas) van 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en een N-verlies(Minas) van

Tabel 6.11. Ruwe gemiddelden van de P-aanvoer en het P- en N-verlies(Minas), fractie van bedrijven die Minas normen overschrijden en geschatte rangorde voor deze Minas parameters van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw.

Vorm van milieubewuste akkerbouw <sup>1)</sup>	Fosfaataanvoer met organische mest		Fosfaatverlies(Minas)		Stikstofverlies(Minas)		Relatieve rangorde. Vermindering van N en P verlies(Minas) en limitering organische P aanvoer. Meest succesvol 1, afnemend tot 7
	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Fractie van bedrijven die nu 2002 norm overschrijden	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Fractie van bedrijven die nu 2005 norm overschrijden	kg N/ha	Fractie van bedrijven die nu 2005 norm overschrijden	
Minas normen na 2000	80 in 2002		25 in 2005		110 in 2005		
Biologische akkerbouw	78	40%	41	ca. 60%	30	ca. 0%	3/4
MilieuKeur akkerbouw	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<sup>2)</sup>	ca. 50%	5 <sup>3)</sup>
Geïntegreerde akkerbouw	60	ca. 0%	20	ca. 50%	60	ca. 0%	2
A2000 akkerbouw alleen kunstmest	0	0%	11	ca. 0%	29	ca. 0%	1
A2000 akkerbouw org.- en kunstmest	n.d.	n.d.	36	ca. 70%	96	ca. 30%	3/4
Grondwater-beschermingsgebied	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6
Gangbaar	72	50%	53	80%	145	60%	7

Bron: Wijnands et al., 1995a en 1995b; DLV, 1996a; Brinks, 1995; Poppe et al., 1995; Fraters et al., 1997

<sup>1)</sup> Vormen van milieubewuste akkerbouw met vermindering van nutriënten toevoer op perceelsniveau zijn buiten beschouwing gelaten, aangezien de effecten hiervan op bedrijfsniveau onbekend zijn (zie tekst).

<sup>2)</sup> toegestaan maximum van 44 tot 183 kg N/ha afh. van gewaskeuze en wel of niet gebruik van organische mest.

<sup>3)</sup> bij MK telt zijn de bemestingscriteria voor N op bedrijfsniveau en voor P op perceelsniveau, zie tekst.

10 kg N/ha (Tabel 6.2). Na de alleen-kunstmest bemestingssystemen komt de geïntegreerde akkerbouw, gevolgd door de A2000 ex aequo met de biologische akkerbouw. Bij de lagere plaatsing van de MilieuKeur is meegewogen dat nog geen criteria ontwikkeld zijn voor alle akkerbouwgewassen, zodat de MK-teelt voorlopig slechts op enkele percelen per bedrijf kan worden toegepast. Het MK-criterium voor de P bemesting is (nog) op perceelsniveau. Het MK-criterium voor de N bemesting houdt rekening met het bouwplan en het al of niet gebruik van organische mest. Voorlopig staat de SMK in de meeste teeltsituaties een ruimer N-verlies(Minas) toe dan de Minas norm voor 2005. Door deze factoren komt de MK akkerbouw op de vijfde plaats. Er zijn weinig gegevens van de akkerbouw bemesting in grondwaterbeschermings- en milieubeschermingsgebieden. De gegevens uit het Beerze-Reusel-Dommel en Mark project tonen extreme norm-overschrijdingen bij de start in 1992. In dit stimuleringsproject werd door de deelnemende bedrijven de bemesting vrijwel gehalveerd, maar bleef toch in alle opzichten ruim boven de Minas normen voor na 2000. Op grond hiervan is de akkerbouw in grondwaterbeschermings- en bijzondere gebieden naar de laatste plaats verwezen, van de in de tabel opgenomen milieubewuste vormen. Hierin kan verbetering komen, bijvoorbeeld in de grondwaterbeschermingsgebieden in Drente gaat in 1998 een verordening

van start waarin de P-aanvoernorm verlaagd wordt tot net beneden de Minas norm voor 2002. In het Beerze-Reuzel-Dommel en Mark project was na de bereikte halvering van de mestgift, het N-verlies(Minas) beneden de 1998 N-verliesnorm (175 kg N/ha), terwijl daarentegen het P-verlies(Minas) het dubbele is van de P-verliesnorm in 1998 (40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Dit grote P-verlies(Minas) is eigen aan gebieden met een overschot aan dierlijke mest en aan bemesting met dierlijke mest.

Naast de Minas normen is er het aspect van het onbemest laten van akkerranden, zoals in het randen beheerspakket en van een smalle rand bij de teelt voor de MilieuKeur. Dit aspect en de nitraatuitspoeling naar het grondwater zijn niet meegenomen in de beoordeling voor de rangorde.

#### *Milieubewuste vormen en de nitraatnorm*

De nitraatconcentraties in het bovenste grond- of drainwater van de milieubewuste vormen van akkerbouw zijn alleen voor de biologische en geïntegreerde akkerbouw incidenteel in onderzoeksprojecten gemeten. Evenals bij de gangbare akkerbouw (par. 6.1.1 en Bijlage 2) blijken de nitraatconcentraties sterk te variëren. Uit het onderzoek wordt het volgende geconcludeerd (voor akkerbouwgewassen excl. snijmais):

- bij de biologische akkerbouw worden zowel in het grondwater op zandgronden, als in het drainwater op kleigronden in meer dan 50% van de percelen of bedrijven nitraatconcentraties gevonden boven de (drinkwater)norm;

- de geïntegreerde akkerbouw toont ruwweg hetzelfde beeld, in vergelijkend onderzoek op het OBS te Nagele zijn de nitraatconcentraties echter duidelijk lager dan in het biologische akkerbouwsysteem;

- op twee proefbedrijven op pleistocene zandgrond blijken nitraatconcentraties van de geïntegreerde akkerbouw gemiddeld lager dan die in het gangbare systeem.

- op het proefbedrijf op hoge pleistocene zandgrond (Vredepeel) verschillen de nitraatconcentraties van het biologische weinig van het geïntegreerde teeltsysteem.

De uit publikaties en van deskundigen verkregen informatie betreffende snijmais:

- duidt erop dat in de tegenwoordige praktijk snijmais een totale N-bemesting krijgt in de gangbare teelt van ca. 300 kg N/ha, in de geïntegreerde teelt ca. 220 kg N/ha en in de biologische teelt van ca. 175 kg N/ha (de onzekerheid van de vermelde waarden is het grootst bij de biologische teelt). Van zowel de biologische als de geïntegreerd verbouwde snijmais zullen de nitraatconcentraties lager zijn dan bij gangbare teelt. De geïntegreerd geteelde snijmais krijgt een deel van de N toegediend in de rij en heeft een wat hogere opbrengst dan de biologisch geteelde, welke laatste relatief vaak plaats vindt na scheuren van een N-rijke kunstweidezode. Mogelijk zullen de nitraatconcentratie van deze twee vormen van milieubewuste akkerbouw gemiddeld in de praktijk niet veel verschillen;

- op het proefbedrijf op hoge pleistocene zandgrond (Vredepeel) is de gemiddelde nitraatconcentratie na de biologische geteelde snijmais hoger dan na geïntegreerde teelt.

#### *Gewas, dierlijke of kunstmest en de nitraatnorm*

Zowel in de biologische als in de geïntegreerde akkerbouw systemen worden duidelijke verschillen in nitraatconcentraties waargenomen afhankelijk van het gewas en afhankelijk van bepaalde teeltmaatregelen en worden hieraan toegeschreven door onderzoekers:

- zeer lage nitraatconcentraties (in het drainage-seizoen) na de teelt van graszaad;

- relatief lage nitraatconcentraties, veelal lager dan de norm, na granen, suikerbieten, peen en onder gras(klaver)-maaiweiden;

- nitraatconcentraties boven de norm na aardappelen, erwten, stamslabonen, snijmais, ui, knolselderij;

- de te hoge nitraatconcentraties na erwten en na stamslabonen zijn onvermijdelijk, mogelijk zijn in het algemeen de nitraatconcentraties hoog na vlinderbloemigen;

- organische mest wordt op zware gronden toegediend in het najaar en leidt dan tot verhoogde nitraatconcentraties;
- bij een vergelijking in de geïntegreerde akkerbouw van N bemesting middels dunne dierlijke mest toegediend in het voorjaar en aangevuld met kunstmest met N-bemesting alleen door kunstmest werd geen significant verschil in nitraatconcentraties gevonden.

### **6.1.9 Conclusies milieubelasting met N en P**

De, ook in alle milieubewuste vormen van akkerbouw, nagestreefde hoge produktie per ha, vereist een hoge input aan plantenutriënten N, P en K per ha.

In de biologische akkerbouw wordt, naast de toediening van N met dierlijke mest, voor een belangrijk deel in de N-input voorzien door biologische N-binding. Dit wordt bewerkstelligd door een ruime plaats, veelal rond de 25% in het bouwplan, te geven aan vlinderbloemige hoofdgewassen en vlinderbloemige groenbemesters. Deze N-input is niet opgenomen in de Minas N-aanvoer en N-verlies(Minas) berekeningen.

Na de (biologische en andere) teelt van erwten of stamslabonen, vlinderbloemigen die 100-220 kg N/ha achterlaten, zijn nitraatconcentraties die de norm overschrijden onvermijdelijk.

Bij vergelijking van milieubewuste vormen van akkerbouw (excl. snijmais), binnen het PAV proefbedrijf te Nagele, toonde de biologische akkerbouw de laagste N-verliezen(Minas), echter met de hoogste nitraatconcentraties in het drainwater bij metingen in 1993 en 1994. De nitraatconcentraties gemeten te Vredepeel verschillen weinig tussen de biologische en de geïntegreerde teelt van gewassen.

Snijmais teeltgegevens duiden erop dat de nitraatconcentraties onder dit gewas mogelijk in de akkerbouwpraktijk weinig zullen verschillen tussen de biologische en geïntegreerde teelt en lager zullen zijn dan in de gangbare teelt.

Op waarschijnlijk tussen de 50% en 80% van de biologische bedrijven voldoet het drainwater of het bovenste grondwater niet aan de nitraatnorm voor grondwater.

Op verschillende biologische bedrijven beperkt de lage N-voorziening, zowel de opbrengst als de bakkwaliteit van tarwe.

Op verschillende biologische bedrijven werd de fosfaat aanvoernorm en/of de fosfaatverliesnorm voor 1998 in 1995 overschreden, vanwege de onvermijdelijke aanvoer van P bij gebruik van organische bemesting als (enige) N-meststof.

Het gebruik van dierlijke mest wordt gelimiteerd door de fosfaataanvoernorm. Op veel biologische bedrijven zal hierdoor de N-aanvoer met mest sterk gelimiteerd worden en zal in het bouwplan (nog) meer plaats voor vlinderbloemigen moeten worden ingeruimd.

Een algemene conclusie uit het bovenstaande is dat het, met de uitsluiting van het gebruik van kunstmest, in de biologische landbouw, zeer moeilijk is om bij de nagestreefde relatief hoge produktieniveau's een balans te vinden tussen de benodigde nutriënten-aanvoer met de P-aanvoernorm, de P-verliesnorm en met de (grond)water-nitraatnorm.

Om de ongewenste verdere accumulatie van P te beperken op gronden met een fosfaattoestand 'voldoende' of hoger, zijn voor de ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw

zwaardere P-bemestingsbeperkingen geformuleerd, dan de wettelijke regelgeving. Op deze gronden kunnen slechts zeer beperkte hoeveelheden P en dus N met organische mest (waarin N/P/K gemengd voorkomen) toegediend worden en dient vrijwel alle benodigde N aangevoerd te worden door vlinderbloemigen. Dit heeft het risico van een hogere nitraatbelasting van het grondwater, naast een (te) lage N-aanvoer voor niet-vlinderbloemige volggewassen.

In het innovatieproject geïntegreerde akkerbouw werden grote verschillen waargenomen, tussen de gewassen, in bemesting en overschot+; ook na vermindering van de bemesting. Bijvoorbeeld consumptie aardappelen en peulvruchten met respectievelijk een gemiddelde bemesting van 220 kg N/ha en 50 kg N/ha, hadden respectievelijk een overschot+ van 220 en van 160 kg N/ha. Wintertarwe dat gemiddeld bemest werd met 160 kg N/ha, was het gewas met het laagste overschot+, 20 kg N/ha.

Metingen in grondwater van twee proefbedrijven op pleistocene zandgronden wijzen erop dat na vlinderbloemigen als erwt en boon en na mais en aardappelen zeer hoge nitraatconcentraties (gangbaar 130-260 mg/l; geïntegreerd 100-130 mg/l) voorkomen, lagere na suikerbieten en wintergraan (gangbaar 80-130 mg/l; geïntegreerd 60-80 mg/l) en de laagste concentratie na graszaad (geïntegreerd 20 mg/l). Hieruit komt duidelijk naar voren dat de nitraatconcentraties bij de geïntegreerde akkerbouw lager zijn dan bij de gangbare akkerbouw. Het blijkt op het proefbedrijf Vredepeel dat de nitraatconcentraties na biologische teelt weinig verschillen van de geïntegreerde teelt. Echter de nitraatconcentraties bij deze proefbedrijven overschrijden, bij de geïntegreerde en bij de biologische akkerbouw, in vele gevallen de norm voor het grondwater.

Begin 90-er jaren voldeden weinig akkerbouwers aan de fosfaatverliesnorm voor 1998, daarentegen voldeden reeds meerdere akkerbouwers aan de N-verliesnorm voor 1998 en zelfs aan die voor 2005.

In het innovatieproject geïntegreerde akkerbouw, het A2000 project en stimuleringsprojecten in bijzondere gebieden, werden akkerbouwers bereid gevonden met technische voorlichting en begeleiding, meer milieubewust te bemesten. Dit bleek met behoud van fysieke opbrengst of saldo mogelijk en resulteerde in een bemesting, waarbij ruim voldaan werd aan de N-verliesnorm gesteld voor 1998 en aan die voor 2005. Aan de P-verliesnorm voor 1998 werd in de regel krap voldaan, terwijl niet voldaan werd aan die voor 2005. In dit geïntegreerde akkerbouw project werd de verlaging in de mestgift vrijwel geheel bereikt door vermindering van het kunstmest gebruik. Namelijk bij een vrijwel gelijkblijvende dierlijke mestgift werd driekwart minder fosfaat- en één derde minder stikstofkunstmest gegeven (geen gegevens van de nitraatuitspoeling en de nitraatconcentratie in het grondwater).

Op die A2000 akkerbouwbedrijven waar alleen met kunstmest bemest werd, waren de N en P verliezen gemiddeld 1/3 van die op A2000 bedrijven, waar dierlijke mest in combinatie met kunstmest werd toegepast. En slechts 1/5 van de verliezen op vergelijkbare gangbare akkerbouwbedrijven. Ondanks deze lagere N en P verliezen was de fysieke produktie op de A2000 bedrijven met alleen kunstmest bemesting, hoger of gelijk aan die op vergelijkbare andere bedrijven. Ook op zandgrond met P-evenwichtsbemesting werd, na vervanging van dierlijke mest (uitgereden in het voorjaar) door P-kunstmest, het N-verlies(Minas) aanzienlijk verlaagd. Dit leidde echter niet binnen twee jaar tot een lagere N-uitspoeling. Met andere woorden om het verlies(Minas) en mogelijk de emissie van nutriënten (N en P) van bouwland terug te dringen, is kunstmest te prefereren boven dierlijke mest. (Indien het mestoverschot en plaatsingsruimte-probleem buiten beschouwing worden gelaten.)

De beheerspakketten B2 randenbeheer en B3 graanpakket leiden tot een lagere nutriënten belasting in termen van N en P aanvoer en verlies(Minas). Bij benadering is de vermindering

hiervan op de betreffende percelen in de orde van 30% en op het bedrijf als geheel 1 à 5%.

Bij niet bemesten van 1 à 2 meter brede akkerranden neemt de belasting van het oppervlaktewater grenzend aan deze percelen door directe invang van (kunst)mest met 80% af. Door de minimaal 3 meter brede randen in het Beheerspakket B2 blijft hier de bemesting bij toediening geheel binnen het perceel. Dit is niet zo bij de MilieuKeur teelt met een rand van ca. 0,6 meter breedte. Bij geen van de andere erkende vormen van milieubewuste akkerbouw zijn bepalingen opgenomen over akkerranden.

Bedrijven met MacSharry hectaresteu via de algemene regeling leggen ca. 5% van hun land braak. Afhankelijk van het type braak en de bedrijfsomstandigheden kan dit leiden tot uiteenlopende verminderingen van de nutriënten emissies, of in sommige gevallen mogelijk tot verhoging hiervan. Deze factoren en de verschillen die zij veroorzaken zijn niet nader beschouwd.

MacSharry hectaresteu via de vereenvoudigde regeling leidt niet tot een verandering in de nutriënten belasting van het milieu. (Behalve mogelijk indirect, in gevallen dat de hectaresteu een effect heeft op de gewaskeuze en het bouwplan.)

#### **6.1.10 Samenvatting; milieubelasting met nutriënten en bemesting**

##### *P-verliezen*

De, in de gangbare en ook in alle milieubewuste vormen van akkerbouw, nagestreefde hoge produktie per ha vereist een ruime aanwezigheid van beschikbare plantenutriënten in de bodem. Wat betreft P kan bij een bodemtoestand voldoende, de bemesting ongeveer gelijk zijn aan de afvoer door het gewas, het verlies(Minas) is dan nihil of gering. Voor de biologische, de geïntegreerde en de A2000 vorm met alleen kunstmest werden begin jaren 90 respectievelijk de volgende gemiddelde verliezen gevonden 41, 20 en 11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Allen beduidend lager dan het verlies(Minas) van 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in de gangbare akkerbouw. Alleen de biologische akkerbouw blijft boven de Minas P-verliesnorm voor 2005 van 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

##### *P-bemesting van gronden met ruime of hoge P-toestand, plaatsingsruimte*

Een apart aspect vormen de gronden met een ruime of hoge fosfaattoestand. Regelgeving bij de milieubewuste akkerbouw dient te behelzen, dat op deze gronden de fosfaattoestand niet verder verhoogd wordt. Dus geen of een geringe P-bemesting, d.w.z. evenwichtsbemesting of minder dan dat. Dit aspect is alleen opgenomen in de regelgeving voor het MK en in de aanbevelingen voor ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw. Bij de teelt voor het MilieuKeur is geen fosfaatbemesting toegestaan op gronden met een Pw- of een PAL-getal tussen 60 en 100. Dit is het geval met 30% van het bouwland- en 20% van het graslandareaal. Op deze gronden kan dus geen dierlijke mest toegediend worden, waarbij de voor het gewas benodigde N en K met kunstmest toegediend kan worden. De aanbeveling voor de ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw is om op gronden met Pw- of PAL-getal >40 niet meer dan één tiende van de P-evenwichtsbemesting toe te dienen. Deze restrictie zou gelden voor 63% van het akkerbouw- en 53% van het graslandareaal. Bij beide regelingen wordt de plaatsingsruimte voor dierlijke en andere organische mest aanzienlijk verkleind.

##### *N-tekort bij organische bemesting van gronden met ruime of hoge P-toestand*

Bij de ecosysteemgerichte innovatieve biologische akkerbouw is een bijkomend probleem, dat met de aanbevolen lage P-bemesting, de N (en K) voorziening van de gewassen op genoemde gronden ernstig beperkt wordt. Bijvoorbeeld bij de teelt van consumptieaardappelen kan niet meer dan (0,1\* de P-afvoer van aardappelen =>) 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha gegeven worden. Bij gebruik

van de relatief N-rijke dunne rundermest (N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verhouding 3,2) kan met deze beperkte fosfaatgift slechts 16 kg N/ha gegeven worden. Voor de biologische teelt van aardappelen zal in de regel ruim 200 kg N/ha gewenst zijn. Na een teelt in het voorgaande jaar van een vlinderbloemig voedergewas, luzerne of klaver, kan hier 100-250 kg N/ha van achterblijven in wortels en stoppel. Hiervan komt ca. 60-150 kg N/ha vrij voor de aardappelen. Met andere woorden, ook na de teelt van een vlinderbloemige in het voorgaande jaar blijft op deze gronden met Pw>40, de N-voorziening van het gewas aardappelen aan de lage kant. Dit zal resulteren in een lagere teelt opbrengst en een toename van de gewasrotatiegroeiruimte voor aardappelen.

#### *N-verliezen*

De Minas N-verliesnorm in 2005 is 110 kg N/ha. Begin jaren 90 voldeden alle vormen van milieubewuste akkerbouw hieraan, althans gemiddeld. De waarden gevonden voor de biologische, de geïntegreerde en de A2000 vorm met alleen kunstmest zijn respectievelijk 31, 60 en 29 kg N/ha, terwijl het verlies(Minas) in de gangbare akkerbouw 170 kg N/ha is. De MilieuKeur houdt bij het criterium voor de N bemesting rekening met het bouwplan en het al of niet gebruik van organische mest. Voorlopig staat de SMK in de meeste teeltsituaties een ruimer N-verlies(Minas) toe dan de Minas norm voor 2005.

#### *Nitraat in grondwater*

Er bestaan grote verschillen tussen de akkerbouwgewassen, zowel in het N-verlies(Minas) als in de nitraatconcentratie in het grondwater na de teelt. Indicaties op hoge zandgronden zijn dat na erwten of stamslabonen - vlinderbloemigen die 100-220 kg N/ha achterlaten - uitspoeling van N, in concentraties ruim boven de nitraatnorm (50 mg nitraat/liter), onvermijdelijk is; zowel na de biologische als na de geïntegreerde teelt. Hetzelfde geldt voor aardappelen en mais. Granen en suikerbieten naderen de nitraatnorm, terwijl graszaad ongeveer de helft lager dan de norm scoort. Op hoge zandgronden is akkerbouw zonder overschrijding van de nitraatnorm, waarschijnlijk alleen mogelijk na drastische veranderingen in het bouwplan met geïntegreerde teeltmethoden. De biologische akkerbouw heeft als nadeel, de hoge nitraatconcentraties na de teelt van vlinderbloemigen.

Uit het beperkte aantal nitraat-meetgegevens komt inderdaad naar voren, dat op het merendeel van de (gemeten) biologische akkerbouwbedrijven, meer dan 50 mg nitraat/l aanwezig is in het drain- of grondwater. Deze overschrijding wordt ook waargenomen bij de geïntegreerde akkerbouw op proefbedrijven op hoge zandgronden, wel zijn hiervan de concentraties duidelijk lager dan bij de gangbare akkerbouw op deze bedrijven. Op het proefbedrijf in de Noordoostpolder, waar de biologische met de geïntegreerde akkerbouw (excl. snijmais) vergeleken wordt, blijkt het N-verlies(Minas) in het geïntegreerde systeem ongeveer 7x zo hoog en de nitraatconcentratie in het drainwater ongeveer de helft van die in het biologische systeem. Het N-verlies(Minas), dat geen rekening houdt met de N-binding door vlinderbloemigen en het tijdstip wanneer en de vorm waarin N bemest wordt, is dus niet zonder meer gekoppeld aan de nitraatconcentratie in het grondwater. De hogere concentratie in het biologische bedrijfssysteem is waarschijnlijk te verklaren door het hogere aandeel vlinderbloemigen in het bouwplan en het gebruik van potstalmest. Snijmais teeltgegevens duiden erop dat de uitspoeling van nitraat onder dit gewas mogelijk weinig zal verschillen tussen de biologische en geïntegreerde teelt en bij beide lager zal zijn dan in de gangbare teelt.

De N-verliezen zijn verreweg het laagst bij die 54 akkerbouwbedrijven in het A2000 project, die alleen kunstmest en geen organische mest gebruiken. Mogelijk zijn in de praktijk de nitraatconcentraties in het grond- en drainwater het laagst bij akkerbouwbedrijven die alleen kunstmest gebruiken. Bij teelt van gewassen op proefboerderijen en in modelsimulaties wordt geen significant verschil gevonden in verliezen, wanneer organische meststoffen geheel of gedeeltelijk vervangen worden door kunstmest. In deze situaties wordt organische mest zuinig en optimaal gebruikt, onder andere ondersteund door chemische analyses, verfijnd onderzoek en

bedrijfsmanagement. Dat in de praktijk de verliezen lager zijn bij gebruik van alleen kunstmest, komt (waarschijnlijk) doordat het optimaliseren hiervan eenvoudiger en meer lonend is dan van organische mest.

#### *Stimulering verlagings van de mestgiften*

Er zijn weinig gegevens van de akkerbouw bemesting in grondwater- en milieubeschermingsgebieden. De gegevens uit het Beerze-Reusel-Dommel en Mark project toonden extreme norm-overschrijdingen bij de start in 1992. In dit stimuleringsproject werd door de deelnemende bedrijven de bemesting vrijwel gehalveerd, maar toch bleven de bedrijven in alle opzichten ruim boven de Minas normen voor na 2000. Hierin kan verbetering komen, bijvoorbeeld in de grondwaterbeschermingsgebieden in Drente gaat in 1998 een verordening van start waarin de P-aanvoernorm verlaagd wordt tot net beneden de Minas norm voor 2002. In het Beerze-Reusel-Dommel en Mark project was na de bereikte halvering van de mestgift, het N-verlies(Minas) beneden de 1998 N-verliesnorm (175 kg N/ha), terwijl daarentegen het P-verlies(Minas) het dubbele is van de P-verliesnorm in 1998 (40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha). Waarschijnlijk is dit grote P-verlies(Minas) normaal in gebieden met een overschot aan dierlijke mest.

#### *Randenbeheer*

Naast de Minas-normen en de nitraatnorm voor grondwater is er het aspect, dat slootkanten en sloten niet of te weinig ontzien worden bij het toedienen van bemesting. (Voor een deel ligt dit aan de gebruikte apparatuur.) De beste garantie dat dit wel gebeurt, is het onbemest laten van akkerranden, zoals in het randen beheerspakket. De hierin voorgeschreven minimaal 3 m brede rand waarborgt, dat de dosis op de sloot minder is dan 5% van die op het perceel. Het blijkt vooralsnog zeer moeilijk, maar niet onmogelijk, te zijn om deze milieu-natuur maatregel zonder jaarlijkse vergoeding in te voeren. Hierop wijst de na zes jaar geslaagde poging, om 2,5 m brede onbetaalde akkerranden langs sloten op te nemen in de infrastructuur van 10 biologische bedrijven, in het innovatieproject ecosysteemgerichte biologische akkerbouw in Flevoland. Door de SMK wordt een onbetaalde rand voorgeschreven met een minimale breedte van 0,5 m plus een halve plantafstand van het gewas.

De beheersmaatregelen bij het randenbeheer- en het graanpakket worden toegepast op een beperkt gedeelte van een bedrijf. Bij de vermindering van het mestgebruik op dit deel, laat de Minas-regeling de mogelijkheid open om meer mest aan te wenden op de andere percelen van het bedrijf. Hetzelfde geldt voor stimuleringsprojecten, die gericht zijn op één gewas, of op een gedeelte van een bedrijf. Of deze maatregelen resulteren in een vermindering van de nutriënten belasting van het bedrijf als geheel is dus onzeker. De lagere belasting van sloten bij het randenbeheer en bij de MK teelt is wel zeker.

#### *MacSharry hectarestaun*

Bedrijven met MacSharry hectarestaun volgens de algemene regeling, leggen ca. 5% van hun land braak. Per type braak en afhankelijk van de bedrijfsverandering door de braak, zal dit resulteren in uiteenlopende verminderingen van nutriënten emissies, of tot verhoging hiervan in sommige gevallen. Op deze effecten is niet ingegaan. De verminderde bemesting bij braakleggen is onderhevig aan Minas-normen voor braak. Extra bemestingsruimte op andere delen van het bedrijf zal dus niet, of slechts in geringe mate, met deze regeling gecreëerd worden.

Bedrijven met hectarestaun volgens de vereenvoudigde regeling behoeven geen enkele aanpassing te maken in hun bouwplan of in hun teeltmaatregelen. Deze regeling heeft geen effect op de bemesting en de daaraan gekoppelde emissies van nutriënten.

### *Praktijkpunten van organische en kunstmest*

De volgende algemene punten, alom bekend bij landbouwers, met betrekking tot de bemesting worden voor alle duidelijkheid genoemd. Bemesting is noodzakelijk in de akkerbouw, dit kan zowel met alleen kunstmest, als met alleen organische mest, als wel met combinaties ervan. Bij de juiste dosering zullen gelijke opbrengsten verkregen worden onafhankelijk van de combinatie van of vorm(en) van mest die gebruikt wordt. Kunstmest heeft de volgende voordelen t.o.v. organische mest: N, P en K kunnen apart en ieder juist gedoseerd en toegediend worden, ook in zeer lage hoeveelheden; minder (tractorband) inrijsporen doordat kunstmest over een grote (24 m) breedte per rijgang toegediend kan worden; kunstmest stelt geringere (geen) eisen aan de bewerkbaarheid van de grond en kan op alle gronden jaarrond gestrooid worden (organische mest dient tijdens of direct na toediening in de bodem te worden ingewerkt); over-, bij- of bladbemesting van een staand gewas kan met kunstmest; de werkingscoëfficiënt is (beter) bekend; de gehalten van N, P, K en van eventuele verontreinigingen die het bevat, of de range ervan, zijn nauwkeurig bekend; de opslag en logistiek zijn eenvoudig; de samenstelling is homogeen.

Met het mestoverschot in de niet-grondgebonden veehouderij krijgt de akkerbouw echter organische mest aangeboden op zeer voordelige condities. Uit kostenoverweging is gebruik van organische mest in veel streken van en waarschijnlijk in geheel Nederland voordelig. Op het merendeel van de bedrijven wordt organische mest gebruikt in combinatie met kunstmest. Opvallend is, dat in het A2000 project blijkt, dat toch op 11% van de 500 deelnemende bedrijven consistent geen organische mest gebruikt wordt.

## **6.2 Bestrijdingsmiddelen**

### **6.2.1 Inleiding**

#### *Bestrijdingsmiddelen gebruik en bestrijdingsmethoden*

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen wordt in de regel uitgedrukt in kg actieve ingrediënten (kg a.i.). In 1990 was het totale verbruik in de landbouw 20.000.000 kg a.i. waarvan 70% in de akkerbouw. Vermindering hiervan wordt op vele manieren nagestreefd: selectie van resistente gewassen of rassen, biologische bestrijding (predatoren en steriele mannetjes techniek), gerichte vruchtwisseling, mechanische in plaats van chemische bestrijding van onkruiden, niet preventief spuiten tegen plantpathogenen maar curatief bij vastgestelde bestrijdingsdrempelwaarden, enz. Verder zijn er verbeteringen in de toedieningswijze (spot application) en apparatuur (driftvermindering), waarmee de emissie naar het milieu verminderd wordt (LNV, 1991). Vele van bovengenoemde methoden liggen aan de basis van de landbouw. Alle zijn en worden nog steeds verder verbeterd en worden op een 'gangbaar niveau' toegepast in de akkerbouw van vandaag. Uit deze veelvoud van methoden zullen slechts enige ervan terloops ter sprake komen. Het accent in dit rapport wordt gelegd op de hoeveelheid toegestane en toegepaste actieve ingrediënten. In het bijzonder daar waar het bestrijdingsmiddelen gebruik bij milieubewuste vormen van akkerbouw verschilt van het gebruik in de gangbare akkerbouw (Tabel 6.12). De intentie is om hiermee enige aspecten van milieubewuste gewasbescherming aan te duiden en niet om een compleet overzicht hiervan na te streven.

#### *Meerjarenplan Gewasbescherming*

In 1991 werd de regeringsbeslissing Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) genomen. Dit behelsde in vergelijking tot het jaar 1990, o.a.: een vermindering van het gebruik (uitgedrukt in kg a.i. per jaar) met ruim 35% voor 1995 en met 50% voor 2000; een vermindering van de uitstoot naar lucht, bodem/grondwater en oppervlaktewater in 1995 met respectievelijk 30, 40 en 70% en in 2000 met respectievelijk 50, 75 en 90% (LNV, 1991). Het MJPG maakt hierbij onderscheid voor de categorieën: herbi-, fungi-, insecti-, nemati-, acari- en andere -ciden. In dit

Tabel 6.12. *Gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen tegen onkruid, ziekten en plagen in de MilieuKeur, de beheers- en de gangbare akkerbouw.*

Gewas	Gebruik van bestrijdingsmiddelen			
	MK akkerbouw toegestane maxima <sup>1)</sup> kg a.i./ha	Beheerslandbouw, beheerspakket	MJPG doelstelling voor 2000 kg a.i./ha	Gangbare akkerbouw, gemiddeld in 1993 kg a.i./ha
consumptie aardappelen	< 6	B2: geen bestrijdingsmiddelen in perceelsrand van minimaal 3 m breed	11,8	17,5
wintertarwe	< 2	B3: tenminste om het jaar een graangewas niet zijnde mais, waarin geen chemische onkruidbestrijding	4,2	4,2
snijmais	(nog geen criteria)	B2: geen bestrijdingsmiddelen in perceelsrand van minimaal 3 m breed	1,0	3,8

Bron: SMK, 1995a en c; LNV, 1996b; DLV, 1996a; LEI-DLO/CBS, 1996. p.73.

<sup>1)</sup> Naast maxima voor actieve ingrediënten stelt de SMK ook eisen aan de "milieu-eigenschappen" van de middelen (zie tekst).

rapport wordt dit onderscheid niet gemaakt. Wel wordt indien projecten specifiek op vermindering van de inzet van herbiciden gericht zijn dit dan vermeld.

#### *Milieubelastingspunten*

Behalve van de hoeveelheid actieve ingrediënten is de milieubelasting bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen o.a. afhankelijk van: toxiciteit, afbraaksnelheid en andere chemische eigenschappen van het middel; periode van toediening en wijze van toediening; bodemeigenschappen (bijv. i.v.m. adsorptie en/of uitspoeling). Door het CLM is een methodiek ontwikkeld waarmee, voor iedere toediening van bestrijdingsmiddelen, de potentiële milieubelasting berekend kan worden voor het waterleven (organismen in oppervlaktewater), het bodemleven en voor het grondwater; de drie milieu-aspecten opgenomen in het Besluit Milieutoelatingseisen Bestrijdingsmiddelen. De milieubelasting wordt uitgedrukt in milieubelastingspunten (mbp) per ha. De verschillende toedieningen gedurende 1 jaar kunnen gesommeerd worden tot een score in mbp/ha/jaar. Naast de a.i. eenheid wordt ook de mbp eenheid in dit rapport gebruikt. De volgende gegevens geven zicht op de orde van grootte van mbp scores. In 1993 waren de gemiddelde scores van de akker- en tuinbouw samen voor waterleven 15.555, voor bodemleven 1.227 en voor grondwater 9.137 mbp/ha/jaar (Reus et al., 1995). De inschaling van de mbp scores is zo opgezet, dat bij een score van 100 mbp/ha/jaar de milieubelasting aanvaardbaar wordt geacht. Volgens dit uitgangspunt blijft zelfs bij een halvering van de hoeveelheid bestrijdingsmiddelen ten opzichte van het gebruik in 1993, de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen 6 tot 70 maal zo hoog als aanvaardbaar.

#### **6.2.2 Milieubewuste vormen van akkerbouw**

Opmerking: bij alle hierna te bespreken verminderingen van de bestrijdingsmiddelen inzet werden, tenzij duidelijk anders vermeld, vrijwel gelijke fysieke opbrengsten en/of bedrijfssaldi verkregen als met gangbaar gebruik van bestrijdingsmiddelen.

*Biologische landbouw*

In de biologische landbouw is het gebruik van synthetisch chemische bestrijdingsmiddelen niet toegestaan. Door een ruime vruchtwisseling worden in de regel de meeste plantpathogenen beheerst (par. 5.2). Er zijn wel enige niet synthetische middelen, waarvan het gebruik bij acuut gevaar voor de teelt is toegestaan. Zoals o.a. parafineolie, propolis, natriumsilicaat, steenmeel, zwavel, feromonenpreparaten. Deze worden voornamelijk in de groente en fruitteelt toegepast. De biologische akkerbouw wordt beoefend op een wijze dat zij onafhankelijk is van bestrijdingsmiddelen (Bondt et al., 1997; Vries de, 1997). Bij hoge uitzondering werd in de extreem natte zomer van 1998 door SKAL, de controle organisatie voor biologische productiemethoden, het gebruik van koperoxichloride toegestaan bij bestrijding van Phytophthora in aardappelen.

In het algemeen accepteert de biologische landbouw het risico van periodiek lagere opbrengsten, of in het ergste geval van misoogsten door ziekten en plagen (Tabel 5.1).

Onkruid wordt mechanisch en met handwieden bestreden, ook wordt branden toegepast.

Zoals besproken in par. 4.1.3. wordt onkruid in de biologische akkerbouw veelvuldig als een knelpunt ervaren, in tegenstelling tot andere vormen van milieubewuste akkerbouw en de gangbare akkerbouw.

*MilieuKeur akkerbouw*

Bij de MilieuKeur teeltvoorschriften is het gebruik van bestrijdingsmiddelen beperkt toegestaan. Voor aardappelen en tarwe zijn de maxima respectievelijk  $\leq 6$  en  $\leq 2$  kg a.i. per ha. Met als voorwaarden dat de toegepaste bestrijdingsmiddelen (SMK, 1995a. p.4; SMK, 1995c. p.4):

- een halfwaardetijd hebben van minder dan 60 dagen, of tussen de 60 en 180 dagen indien het middel niet schadelijk is voor bodemorganismen;
- niet leiden tot concentraties hoger dan 0,1  $\mu\text{g/l}$  in het bovenste grondwater, noch hoger dan 0,1 x de EC50 van algen en 0,1 x de LC50 van kreeftachtigen en vissen.

Bij de MK-teelt wordt de belasting van slootkanten en watergangen met bestrijdingsmiddelen beperkt door de voorgeschreven onbespoten aangrenzende akkerranden van ca. 0,6 m en het gebruik van een kantdop met naar binnen gericht spuitbeeld.

Het CLM stelde vast dat in 1995 bij de teelt van consumptieaardappelen, zowel het bestrijdingsmiddelen gebruik (kg a.i./ha) als de milieubelasting (mbp/ha), door de MilieuKeur-telers aanzienlijk lager was dan in de gangbare aardappelteelt (Tabel 6.13). Het lagere gebruik door de MilieuKeur-telers is terug te voeren op:

- gebruik van minder milieuschadelijke bestrijdingsmiddelen;

Tabel 6.13. Gemiddeld gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Nederlandse en in de MilieuKeur gecertificeerde teelt van consumptieaardappelen in 1995.

Teeltwijze van consumptie-aardappelen	Gebruik van bestrijdingsmiddelen bij consumptieaardappelen			
	kg a.i./ha	milieubelastingspunten per ha		
		grondwater	bodemleven	(opp.)waterleven
NL gemiddelde	11	8.000	2.720	4.900
MK-teelt gemiddelde <sup>1)</sup>	3,1	75	76	213

Bron: SMK, 1996c.

<sup>1)</sup> gemiddelde cijfers voor de 600 ha aardappelen geteeld in 1995 overeenkomstig het SMK certificatieschema voor aardappelen.

- meer mechanische en minder chemische onkruidbestrijding;
- in vele gevallen geen doding van het aardappelroof met chemische middelen, maar mechanisch of natuurlijk afsterven van het loof. De kans op natuurlijk afsterven is groter bij de (lagere) N bemesting overeenkomstig het advies, zoals wordt aanbevolen in het SMK certificatieschema voor aardappelen, dan bij hogere N mestgiften.

#### *Geïntegreerde akkerbouw*

In de bedrijfsvoering van de geïntegreerde akkerbouw worden de MJPG doelstellingen vertaald in (Vereijken et al., 1990; Wijnands et al., 1995a. p.17; Rovers, 1996):

- een vruchtwisseling gericht op het beheersen van bodemgebonden ziekten, plagen en onkruid (daarnaast ook op bemestingsstrategie, z.g. multifunctionele vruchtwisseling);
- teelt van tolerante of resistente rassen;
- gematigde N-bemesting om de gewasresistentie tegen ziekten en plagen te ondersteunen;
- geen onnodige preventieve bestrijding;
- noodzaak tot bestrijding wordt vast gesteld aan de hand van gewasinspecties, waarschuwingssystemen of geleide bestrijdingssystemen;
- bij de inzet van bestrijdingsmiddelen verdienen zaadbehandeling, verlaagde doseringen en rijen- in plaats van volleldsbespuitingen de voorkeur;
- bij de keuze van bestrijdingsmiddelen worden eigenschappen als afbraaksnelheid, giftigheid en beweeglijkheid in de bodem meegewogen;
- mechanische onkruidbestrijding aangevuld met rijenspuit.

De bovenstaande principes werden in de periode 1986 tot 1991 op proefbedrijven getest en vergeleken met gangbare gewasbescherming. Hieruit bleek dat de toepassing van deze principes resulteerde in een 40 à 50% lagere inzet van bestrijdingsmiddelen, dan in het gangbare teeltsysteem (Tabel 6.14).

Ook op de 38 innovatie bedrijven resulteerde de introductie van de geïntegreerde akkerbouw in een aanzienlijke daling van het gebruik van bestrijdingsmiddelen, in de laatste twee projectjaren in vergelijking met het gebruik op deze bedrijven in de referentie-periode 1987-1989. Namelijk in 1992 en 1993 werd het gebruik van herbiciden, fungiciden, insecticiden en groeiregulatoren

*Tabel 6.14. Gemiddelde inzet van bestrijdingsmiddelen (kg a.i./ha) in de periode 1986-1991 bij een vergelijking van de gangbare en de geïntegreerde akkerbouw op drie PAV proefbedrijven.*

Bestrijdingsmiddelen kg a.i./ha	Nagele		Borgerswold		Vredepeel	
	Gangb.	Geïnt.	Gangb.	Geïnt.	Gangb.	Geïnt.
herbiciden <sup>1)</sup>	4,0	1,4	2,7	1,0	3,1	1,2
fungiciden	5,5	2,0	6,8	3,3	6,7	3,4
insecticiden	0,5	0,2	0,1	0,0	0,2	0,3
groeiregulatoren	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal bestrijdingsmiddelen <sup>2)</sup>	10,3	3,7	9,6	4,3	10,0	4,9

Bron: Wijnands et al., 1992. p.84.

<sup>1)</sup> Inclusief loofdoders aardappelen.

<sup>2)</sup> Exclusief natte grondontsmetting, deze is niet meer toegestaan. Destijds was de hoeveelheid a.i. hiermee gebruikt hoger in het gangbare, dan in het geïntegreerde teeltsysteem.

verminderd met respectievelijk 60, 57, 58 en 66%. Hiermee werd de, in het MJPG beoogde, gebruiksvermindering voor 2000 voor elk van deze categorieën gerealiseerd.

#### *A2000 akkerbouw*

De 500 deelnemers aan A2000 haalden in de projectjaren de MJPG doelstellingen voor het jaar 2000. In het project bleek dat een verdergaande vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen mogelijk is. Dit vereist allereerst veel agroecologische kennis van ziekten, plagen en onkruiden. En daarnaast een overstap naar andere teeltmaatregelen, zoals mechanische onkruidbestrijding en mechanische loofdoding van aardappelen met investeringen in hiervoor benodigde werktuigen. Het uitvoeren van mechanische bestrijding eist meer arbeid dan bespuiten van een akker. Daar de MJPG doelstellingen ook haalbaar zijn, met enige aanpassingen in de 'normale' bespuitingsmethoden (meer gericht spuiten, lagere dosering) om ziekten en plagen te onderdrukken, is de motivatie voor de overstap naar meer mechanische bestrijding bij veel akkerbouwers gering, ondanks een mogelijke kostenbesparing. De doelstellingen voor het MJPG worden normaliter beschouwd over een complete vruchtwisseling, zij kunnen ook vertaald worden naar doelstellingen voor de afzonderlijke gewassen. Hieruit blijkt dat de A2000 deelnemers vooral door een terugdringing van het bestrijdingsmiddelen gebruik op aardappelen de MJPG doelstelling halen (Tabel 6.15). Met name het gebruik van Shirlan, dat effectief is tegen Phytophthora bij toediening van relatief lage rasafhankelijke doses vermindert de hoeveelheid toegediende actieve ingrediënten. Bovendien is de aandacht van de afnemers voor een meer milieubewuste teelt van aardappelen een belangrijke stimulans. Toch blijft de inzet van bestrijdingsmiddelen op aardappelen hoog in vergelijking met die op verschillende andere gewassen; bijvoorbeeld driemaal zo hoog als op suikerbieten en wintertarwe. De vermindering van het gebruik op deze laatste gewassen is in de loop van het project gering (ca. 10%) en hiermee wordt de MJPG 1995-doelstelling voor 1995 voor deze gewassen niet gehaald. Bij deze en andere gewassen dan aardappelen, komen nauwelijks prikkels voor milieubewuste teelt uit de 'gangbare' markt.

#### *Beheerslandbouw*

In het beheerspakket B2, randenbeheer bouwland mogen geen andere bestrijdingsmiddelen dan fungiciden toegediend worden in een rand van minimaal 3 meter breed. Het oppervlak van de rand is i.h.a. 1 à 5% van het gehele bedrijfsoppervlak. Het bestrijdingsmiddelen gebruik van het bedrijf zal met eenzelfde percentage afnemen.

Bij randen langs een sloot is een belangrijk bijkomend effect dat de druppeldrift van bestrijdingsmiddelen, naar en de depositie ervan op slootkanten en in de sloot, sterk gereduceerd wordt. Namelijk indien bij het spuiten de windrichting naar de sloot is en de

*Tabel 6.15. Het bestrijdingsmiddelen gebruik op drie akkerbouwgewassen in het A2000 project vergeleken met de MJPG doelstellingen.*

	Aardappel (kg a.i./ha)	Suikerbiet (kg a.i./ha)	Wintertarwe (kg a.i./ha)
A2000 startjaar 1993	12,1	3,2	3,1
A2000 eindjaar 1995	9,0	2,8	2,9
MJPG doelst. 1995	13,9	3,3	2,2
MJPG doelst. 2000	11,8	2,6	2,0

windsterkte 3 m/s is de belasting van de slootkant en in de sloot respectievelijk 2% en 25% van de dosis van het toegepaste bestrijdingsmiddel. Bij een windsnelheid van 5 m/s, condities waaronder in de praktijk nog regelmatig gespoten wordt, is de depositie in de sloot 7% van de dosis. Bij verschillende bestrijdingsmiddelen zijn er dan grote tot zeer grote risico's voor algen, watervlooiën en ook vissen. Een onbespoten akkerrand van 3 meter breed vermindert de depositie op de sloot met 95%. En bij een 6 meter brede akkerrand is geen depositie op de sloot meer vastgesteld (Snoo de, 1995).

De totale immissie van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater was 49.000 kg a.i. in 1993. De laterale uitspoeling (50% van de immissie) en verschillende andere immissie routes zijn sterk in omvang afgenomen, de depositie van druppeldrift (30% van de totale immissie in 1993) echter nog niet (RIVM, 1996. p.44 en 211). Bij reductie hiervan kunnen onbespoten akkerranden een belangrijk middel zijn.

In het beheerspakket B3, graanpakket, dient om het jaar een graangewas niet zijnde mais verbouwd te worden, zonder gebruik van herbiciden. Op het betreffende perceel zal in 50% van de jaren geen herbicide gebruikt worden. In de andere jaren zeer waarschijnlijk wel, mogelijk in versterkte mate. Verder informatie hierover is niet na gespeurd. Een globale schatting van de vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen op een graanpakket perceel is ca. 30%, hiermee worden de MJPG doelstellingen voor 1995 en 2000 niet gehaald.

#### *MacSharry braak in de akkerbouw*

Bedrijven met hectaresteun volgens de vereenvoudigde regeling behoeven geen enkele aanpassing te maken in hun bouwplan of in hun teeltmaatregelen. Deze regeling heeft geen effect op het gebruik van bestrijdingsmiddelen en de daaraan gekoppelde emissies ervan. Bedrijven met hectaresteun volgens de algemene regeling leggen ca. 5% van hun land braak (par. 3.7), waarbij alleen op natuurbraak geen bestrijdingsmiddelen gebruikt mogen worden. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen op de andere typen braak (Tabel 3.3) zal verschillen per bedrijfssituatie en met de onkruiddruk op het perceel. Afhankelijk hiervan zal braaklegging resulteren in uiteenlopende verminderingen van gebruik en emissies van bestrijdingsmiddelen. Deze verschillende effecten worden niet in beschouwing genomen.

#### *Akkerbouw in grondwater- en milieubeschermingsgebieden*

Geschat wordt dat de bestrijdingsmiddelen, die in het grondwater en in de kleinere oppervlaktewateren voorkomen, voor 95% afkomstig zijn uit de landbouw (VEWIN, 1996). Binnen de grondwaterbeschermingsgebieden verbiedt de Bestrijdingsmiddelenwet het gebruik van middelen van de zogenaamde zwarte lijst. Het rendement op dit verbod van persistente en mobiele middelen lijkt niet erg hoog gezien de historische belasting en het feit dat slechts een deel van het intrekgebied beschermd wordt. Uit een rekenvoorbeeld voor 1,2-dichloorpropan blijkt dat de belasting in de periode van 1967 tot 1984 zodanig hoog was dat de beperkende maatregelen sindsdien nauwelijks effect hebben. Zelfs niet bij bescherming van het gehele intrekgebied.

Bij metingen blijkt dat de norm van 0,1 mg/m<sup>3</sup> in het grondwater overschreden wordt door veel bestrijdingsmiddelen, waaronder zowel middelen van de zwarte lijst als van de lijst (met toegelaten middelen) (Werkgroep EPG, 1994).

Van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw in de grondwaterbeschermingsgebieden en van de extra inspanningen gericht op gebruiksvermindering, worden hieronder enkele voorbeelden gegeven.

De studiegroep akkerbouw geïnitieerd door de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) en begeleid door DLV, heeft op 300 ha ofwel op 90% van het areaal in gebruik voor de akkerbouw binnen de grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel in enkele jaren de milieubelasting aanzienlijk verlaagd (Tabel 6.16).

Ook is door de WMO in samenwerking met DLV het loonwerkersproject opgezet. Waarin

Tabel 6.16. *Vermindering van het bestrijdingsmiddelengebruik in de Overijsselse akkerbouw binnen het grondwaterbeschermingsgebieden van de WMO.<sup>1)</sup>*

Gewas	Milieumeetlat score binnen grondwaterbeschermingsgebieden grondwater-mbp/ha		
	Uitgangssituatie 1994	Studieclub met DLV begeleiding en resultaatbeloning	
		1995	1996
Aardappelen	5881	86	895 <sup>2)</sup>
Snijmais	1645	811	169
Suikerbieten	40	89	9
Granen	1201	10	5

Bron: Leferink et al., 1997. p.13.

<sup>1)</sup> gemiddelde van deelnemers aan studieclub akkerbouw met DLV begeleiding en resultaatbeloning, de studieclub omvatte 90% van het totale akkerbouw areaal binnen grondwaterbeschermingsgebieden.

<sup>2)</sup> stijging in 1995 door onzorgvuldige keuze van hoge-score middelen op poot aardappelen bij enige landbouwers.

loonwerkers begeleid en gestimuleerd werden tot meer inzet van mechanische onkruidbestrijding en tot gebruik van herbiciden met een lagere belasting op het grondwater. Het project richtte zich vooral op de teelt van snijmais binnen grondwaterbeschermingsgebieden. Hier werd met succes samengewerkt met geïnteresseerde akkerbouwers in een stimuleringsproject met resultaatbeloning bij de onkruidbestrijding in mais, resulterend in verdere verlaging van de mbp scores dan de 'lage' bereikt met alleen de zwarte lijst verordening. Het loonwerkersproject resulteerde ook buiten het grondwaterbeschermingsgebied in een grote verlaging, die echter aanzienlijk minder was dan die door de zwarte lijst verordening (Tabel 6.17).

Tabel 6.17. *Milieubelastingscores van het bestrijdingsmiddelengebruik bij de teelt van snijmais in 1996 in Overijssel.*

Snijmais teeltwijze	Stimulering lage mbp <sup>1)</sup> score	Locatie in Overijssel	Milieumeetlat score grondwater mbp/ha	Areaal ha
gangbaar	geen	buiten gbg <sup>2)</sup>	9.860	n.d.
gangbaar	loonwerkersproject	buiten gbg	4.235	ca. 2.000
gangbaar	geen	binnen gbg	660	654
gangbaar	loonwerkersproject + resultaatbeloning	binnen gbg	217	531

Bron: Leferink et al., 1997. p.10.

<sup>1)</sup> mbp = milieubelastingspunt (toenemende score bij toenemende milieubelasting).

<sup>2)</sup> gbg = grondwaterbeschermingsgebied.

Tabel 6.18. Milieubelastingscores in 1996 van het bestrijdingsmiddelengebruik bij de teelt van snijmais met stimulering in Brabant.

Onkruidbestrijding in snijmais met stimulering	Gebruik van bestrijdingsmiddelen			
	kg a.i./ha	milieubelastingspunten per ha		
		grondwater	bodemleven	(opp.)waterleven
Alleen mechanisch (70 ha)	0	0	0	0
Combinatie van mechanisch en chemisch (4665 ha)	1,92	3.532	834	188
Alleen chemisch (469 ha)	1,93	3.787	785	178
Gemiddelde (5204 ha)	1,88	3.489	815	184

Bron: DLV, 1996b.

In Noord-Brabant is in 12 gebieden binnen het kader van stimuleringsprojecten, sinds 1993 aan landbouwers de gelegenheid geboden, deel te nemen aan geïntegreerde onkruidbestrijding in mais. In de periode 1993 t/m 1996 is ruwweg, zowel het aantal deelnemers als het betreffende areaal jaarlijks verdubbeld. Het totale aantal deelnemers was in 1996 toegenomen tot 656 en het totale areaal tot 5.204 ha. Een conclusie dat in het betreffende jaar de norm voor grondwater nauwelijks te realiseren was. Mogelijk werd, in dit gedeeltelijk niet in grondwaterbeschermingsgebieden gelegen project, de mbp-grondwater score bij de keuze van de bestrijdingsmiddelen niet zwaar meegewogen. Dit biedt een mogelijke verklaring voor de hogere score hierop (Tabel 6.18) dan de score binnen de grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel. Hierbij moet ook in beschouwing genomen worden, dat in Brabant het jaar 1996 gekenmerkt werd door een groeiseizoen, dat zeer gunstig was voor het onkruid in mais (DLV, 1996b; Toonders, 1997). In Drenthe is het akkerbouw areaal binnen grondwaterbeschermingsgebieden met deelname aan de landbouwschaderegeling 1.329 ha. Op dit areaal worden gemiddeld in twee van de vijf jaren fabrieksaardappelen worden geteeld. Verschillende stimuleringsregelingen zijn gericht op het terugdringen in deze teelt van het gebruik van grondontsmettingsmiddelen, bestrijdingsmiddelen tegen onkruid en tegen Phytophthora. O.a.: het Phytophthora-adviesstelsel; resultaatbeloning aan de hand van de milieubelastingscore van het bestrijdingsmiddelengebruik; het aardappelmoetheid-beheersplan. Het laatste programma heeft mede tot effect gehad dat in 1996 35% van het areaal van de deelnemers beteeld werd met rassen uit de hoogst-resistente groep, terwijl dit in het gehele met fabrieksaardappelen beteelde areaal maximaal 15% was. Het gebruik van grondontsmettingsmiddelen kan hiermee beperkt worden (Dries, 1997a).

### 6.2.3 Milieubewuste vormen, het MJPG en milieubelastingspunten

De verschillende milieubewuste vormen van akkerbouw zijn zo goed als mogelijk beoordeeld op inzet van gewasbeschermingsmiddelen en op milieubelastingspunten score (Tabel 6.19). Bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen is als criterium gehanteerd het op dit moment wel of niet voldoen aan de MJPG doelstellingen voor 2000; een criterium waaraan veelal reeds voldaan wordt. Bij de milieubelastingspunten is 500 mbp/ha/jaar als grensniveau gekozen, het meer voor de hand liggende niveau van 100 mbp/ha/jaar, blijkt ver overschreden te worden door het merendeel van de milieubewuste vormen van akkerbouw.

Tabel 6.19. *Belasting van het milieu met bestrijdingsmiddelen door en van verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw.*

Vorm van milieubewuste akkerbouw	Doelstelling van het MJPG voor 2000 reeds gehaald <sup>1)</sup>	Bestrijdingsmiddelen inzet minder dan 500 mbp per ha per jaar <sup>1)</sup>	Relatieve rangorde. Vermindering van milieubelasting van het perceel met bestrijdingsmiddelen <sup>1)2)</sup>
Biologische akkerbouw.	ja gehele bedrijf	ja	1
MilieuKeur akkerbouw. (percelen) <sup>3)</sup>	ja (percelen in het jaar van MK teelt)	ja (percelen in het jaar van MK teelt)	4/5
Geïntegreerde akkerbouw	ja gehele bedrijf	ja? <sup>4)</sup>	2
A2000 akkerbouw	ja gehele bedrijf	nee?	3
Randenbeheer (percelen)	nee? <sup>4)</sup> (percelen)	nee?	9
Graanpakket (percelen)	nee? (percelen)	nee?	6/7
MacSharry braak algemene regeling (percelen)	ja? (percelen)	nee?	6/7
Grondwaterbeschermingsgebied	ja? gehele bedrijf	nee?	8
Geïntegreerde onkruidbestrijding in mais	ja (percelen in project jaar)	nee en ja <sup>5)</sup> (percelen in project jaar)	4/5
Gangbaar	nee gehele bedrijf	nee	10

<sup>1)</sup> Gebruik van bestrijdingsmiddelen beoordeeld over de gehele vruchtwisselingscyclus, behalve in kolom 2 en 3 indien anders vermeld. Vermindering directe belasting oppervlaktewater buiten beschouwing gelaten.

<sup>2)</sup> Van meest succesvol 1 tot gangbaar 10.

<sup>3)</sup> (percelen) = percelen waar de betreffende vorm van akkerbouw wordt toegepast.

<sup>4)</sup> ? = hoewel er geen gegevens zijn is onder voorbehoud een inschatting van de situatie gegeven.

<sup>5)</sup> Score voor waterleven beneden de 500 mbp, voor grondwater en bodemleven boven de 500 mbp.

Op grond van deze beoordeling zijn de verschillende milieubewuste vormen van akkerbouw gerangschikt naar de mate van vermindering van de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen. Hierbij komt de biologische akkerbouw op de eerste plaats, op grote achterstand gevolgd door de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw. Daarna op een gedeelde 4-e en 5-e plaats de MK akkerbouw en geïntegreerde onkruidbestrijding in mais. Deze beide zijn gericht op (en succesvol voor) één of meer gewassen, zij omvatten beide geen volledig bouwplan. Dit laatste geldt ook voor het graanpakket en de MacSharry braak die op een gedeelde 6-e en 7-e plaats staan. De grondwaterbeschermingsgebieden zijn op de 8-e plaats gezet. Bij deze lage plaatsing is ervan uitgegaan dat een groot deel van de bedrijven niet deelnemen aan stimuleringsprojecten. Deze niet-deelnemende bedrijven hebben een relatief hoge mbp score te oordelen naar de gegevens uit Overijssel (Tabel 6.17). Het randenbeheer komt op de laatste plaats, daar de randen slechts een klein deel van het bedrijfsoppervlak innemen. (De belasting van slootkanten en sloten met bestrijdingsmiddelen is niet meegenomen in de beoordeling voor de

besproken rangorde.) Een conclusie met betrekking tot de MacSharry hectaresteun via de vereenvoudigde regeling is, dat deze niet leidt tot een vermindering van de milieubelasting, ook niet indirect. (Mogelijk wordt door deze regeling de teelt van snijmais enigszins gestimuleerd op gronden, die daar normaal niet voor een akkerbouw-voedergewas gebruikt zouden worden.)

#### **6.2.4 Conclusies milieubelasting met bestrijdingsmiddelen**

In de biologische akkerbouw kunnen alle gewassen geteeld worden zonder gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen. Hierbij wordt een zekere opbrengstderving en een ca. tweemaal zo lage teeltfrequentie voor de meeste gewassen geaccepteerd.

De bereikte vermindering van bestrijdingsmiddelen gebruik - in de MilieuKeur, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw - blijkt aan de MJPG reductie doelstelling voor 2000 te voldoen. Dit is dus mogelijk op praktijkschaal en met behoud van opbrengstniveau.

De overstap van chemische naar grotendeels mechanische onkruidbestrijding vereist aanschaf van andere en meer arbeidsintensieve apparatuur, met als gevolg vrij grote verandering in bedrijfsvoering. Hierdoor wordt deze overstap door weinig akkerbouwers gemaakt. Bovendien kunnen de MJPG doelstellingen ook gehaald worden met handhaving van bijvoorbeeld de chemische onkruidbestrijding indien o.a wordt overgegaan op betere spuittechnieken en eventueel andere bestrijdingsmiddelen.

Een groot deel van de onkruidbestrijding en gewasbescherming wordt verricht door loonwerkers. In samenwerking hiermee en met de landbouwers werd een verlaging van het bestrijdingsmiddelen gebruik bereikt in en buiten grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel. In deze stimuleringsprojecten werd het accent gelegd op mechanische onkruidbestrijding in mais en gebruik van minder-milieuschadelijke bestrijdingsmiddelen.

In grondwaterbeschermingsgebieden in Overijssel blijken in stimuleringsprojecten met resultaatbeloning akkerbouwers met technische begeleiding bereid tot belangrijke reducties in bestrijdingsmiddelen verbruik. Gemiddeld werden in de meeste gewassen mbp-grondwaterscores lager dan 100 mbp/ha gehaald, voor snijmais bleef de score rond de 200 mbp/ha.

De vertaling van kg actieve ingrediënten naar milieubelastingpunten maakt de belasting van het milieu beter zichtbaar.

Ondanks het bereiken van de MJPG doelstelling worden in veel situaties de mbp scores, die aanvaardbaar worden geacht voor de verschillende milieucompartimenten (100 mbp/ha.jaar) nog ver overschreden.

Het Beheerspakket B2 akkerranden beheer is effectief in het voorkomen van drift van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater, bij een randbreedte van 3 à 6 meter. Van deze beheersmaatregel gericht op natuur en landschap is dit een niet te verwaarlozen neven-aspect, aangezien 30% of meer van de jaarlijkse belasting van het oppervlaktewater met landbouwbestrijdingsmiddelen veroorzaakt wordt door drift.

Het beheerspakket B3 graanpakket resulteert waarschijnlijk in een ca 30% lagere bestrijdingsmiddelen belasting op de betreffende percelen.

De MacSharry hectaresteun via de algemene regeling leidt gemiddeld in de praktijk tot een braaklegging van 5% van het bedrijfsoppervlak. Afhankelijk van het type toegepaste braak zullen hierop in de regel minder of geen bestrijdingsmiddelen worden gebruikt. Per bedrijf is de

maximale reductie van het bestrijdingsmiddelen gebruik dus ca. 5%.

De MacSharry hectaresteun via de vereenvoudigde regeling leidt niet tot een verandering in het bestrijdingsmiddelen gebruik. (Behalve mogelijk indirect, in gevallen dat de hectaresteun een effect heeft op de gewaskeuze en het bouwplan.)

### **6.2.5 Samenvatting; milieubelasting door en gebruik van bestrijdingsmiddelen**

#### *Algemeen*

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw, is beoordeeld naar de MJPG doelstelling voor de vermindering van het gebruik, zoals geformuleerd voor het jaar 2000 in kg a.i./ha/jaar. Voor zover gegevens beschikbaar zijn, zijn de milieueffecten van het gebruik beoordeeld in termen van milieubelastingpunten (mbp) per ha per jaar.

#### *Biologische akkerbouw*

In de biologische landbouw zijn geen synthetische bestrijdingsmiddelen toegestaan, wel natuurlijke bestrijdingsmiddelen. Deze worden toegepast in de tuinbouw en fruitteelt. De biologische akkerbouw wordt beoefend op een wijze dat zij onafhankelijk is van bestrijdingsmiddelen. Door een ruime vruchtwisseling worden in de regel de meeste plantpathogenen beheerst, wel is er het risico van periodiek lagere opbrengsten, of in het ergste geval van misoogsten door ziekten en plagen. Ook wordt onkruid eerder als een knelpunt ervaren dan in de gangbare akkerbouw. Het bestrijdingsmiddelen gebruik is echter absoluut minimaal, nul kg a.i./ha/jaar met een milieumeetlat-score van nul mbp/ha/jaar.

#### *Overige vormen van milieubewuste akkerbouw*

In de MilieuKeur akkerbouw, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw blijkt het op praktijkschaal, zonder opbrengstvermindering, mogelijk aan de MJPG doelstelling te voldoen. Dit is mogelijk o.a. met enige aanpassingen in de 'normale' bespuitingsmethoden (meer gericht spuiten, lagere dosering). Ondanks het bereiken van de MJPG doelstelling worden in veel situaties de mbp scores, die aanvaardbaar worden geacht voor de verschillende milieucompartimenten (100 mbp/ha/jaar) nog ver overschreden. De motivatie om te trachten ook hieraan te voldoen, bijvoorbeeld door de overstap naar meer mechanische bestrijding (met aanschaf van speciale werktuigen en met extra arbeidstijd) is bij veel akkerbouwers gering, ondanks een mogelijke kostenbesparing. Bijvoorbeeld in het A2000 project bleef de reductie van het bestrijdingsmiddelen gebruik bij aardappelen steken op 9,0 kg a.i./ha. Terwijl met teeltmethoden gestimuleerd door het MilieuKeur het verbruik omlaag ging tot 3,1 kg a.i./ha. De mbp scores waren hierbij voor het grondwater 75, voor bodemleven 76 en voor het waterleven 213 mbp/ha. Verlagen van het bestrijdingsmiddelen verbruik, ver beneden de MJPG doelstellingen, zijn dus mogelijk in de praktijk via keuren - het MilieuKeur en voor de biologische akkerbouw het EKO keur - of via stimuleringsregelingen. De laatste worden in verschillende grondwater- en milieubeschermingsgebieden aangeboden, voornamelijk bij de teelt van snijmais.

Het randenbeheer-, het graanpakket en de MacSharry braak volgens de algemene regeling resulteren eveneens in een lagere of geen inzet van bestrijdingsmiddelen op de betreffende percelen.

De belasting van slootkanten en sloten met bestrijdingsmiddelen wordt sterk verminderd bij het randenbeheer. Een onbespoten akkerrand van 3 meter verlaagt de depositie op de sloot tot ongeveer 0,3% van de dosis waarmee de akker zelf bespoten wordt, t.o.v. de gangbare situatie een vermindering met ca. 95%.

*Praktijkpunten van het niet of wel gebruiken van bestrijdingsmiddelen*

Een belangrijke algemene conclusie, alom bekend bij biologische akkerbouwers, is dat bestrijdingsmiddelen niet per sé noodzakelijk zijn in de akkerbouw. Herbiciden kunnen vervangen worden door mechanische of handmatige onkruidbestrijding. De noodzaak voor andere bestrijdingsmiddelen (fungiciden, insecticiden, etc.) kan ondervangen worden door een ruimere vruchtwisseling en 'resistente' rassen, indien een reguliere (waarschijnlijk geringe) opbrengstvermindering geaccepteerd wordt en periodiek een vrijwel mislukte oogst. Het niet gebruiken van bestrijdingsmiddelen vereist naast een verruiming van de vruchtwisseling, meer kennis, meer logistiek, meer arbeid en speciale apparatuur of loonwerk voor de bestrijding van onkruid.

Bij de geïntegreerde onkruidbestrijding wordt bij voorkeur mechanisch gewied. Wordt de logistiek hiervan zeer bemoeilijkt, bijvoorbeeld door tijdsdruk of ongunstige weersomstandigheden, dan worden chemische middelen ingezet. S spuitapparatuur is snel gemonteerd en een akker snel bespoten. Gewasziekten worden alleen bestreden wanneer uit veldobservaties blijkt, dat pathogeen populaties kritieke drempels bereiken. Kennis, logistiek management en veldobservatie vormen dus de basis van de geïntegreerde bestrijding. Op veel gangbare bedrijven worden bestrijdingsmiddelen veelal eerder en mogelijk ook preventief (in sommige gevallen dan overbodig) ingezet. Dit geeft ruimte om aandacht en tijd aan andere aspecten van het bedrijf, of aan nevenactiviteiten, te wijden.

## **7. TOEPASSINGEN IN DSS GROENE RUIMTE, RUIMTESCANNER, CLEAN EN IN EVALUATIES**

### **7.1 Inleiding**

De Nederlandse akkerbouw staat onder druk. De vraag hoe de akkerbouw zich verder zal ontwikkelen is afhankelijk van de verwachte bijdragen en eisen van de akkerbouw. De bijdragen zijn onder andere aan: a) nationale produktiedoelen (type en hoeveelheid produkt); b) economische en sociale doelen (bijdrage aan het BNP, werkgelegenheid); c) plaatsingsruimte mestoverschot uit de veehouderij en GFT. De eisen zijn onder andere: d) ruimtegebruik (areaal, lokatie, infrastructuur); e) (toestemming tot) toelaatbare milieubelasting met o.a. N, P en bestrijdingsmiddelen; f) subsidies voor bepaalde teelten; g) beloning voor agronatuur (verbindingzones, akkerranden, leefruimtes); h) acceptatie van aanpassingen van het landschap en de hydrologie aan de vereisten voor efficiënte akkerbouw (egalisatie, ontwatering); i) condities die een acceptabel bedrijfssaldo mogelijk maken. De onderhavige studie heeft zich gericht op vormen van milieubewuste akkerbouw, in het bijzonder op de punten d en e en deze vergeleken met de gangbare akkerbouw.

De verworven informatie, gegevens en kennis zijn allereerst toegepast bij de 'Ex ante evaluaties' van het gebiedsgerichte beleid. Hiervoor zijn met de verkregen gegevens berekeningen gemaakt betreffende de haalbaarheid van en de wegen naar verschillende beleidsdoelen (RIVM, 1998; Soest van, 1998; Alkemade et al., 1998).

Daarnaast wordt de kennis toegepast bij het selecteren en karakteriseren van akkerbouwtypen voor de landbouwtypologie in het DSS Groene Ruimte (Bouwman et al., 1998). Met de definiëring van een beperkt aantal akkerbouwtypen wordt de veelheid aan verschillende vormen van akkerbouw teruggebracht tot een overzienbaar aantal, dat echter voldoende moet blijven om de essentiële verschillen in de effecten van verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw onderling en met die van de gangbare akkerbouw te kunnen detecteren.

Het DSS sluit aan op en maakt gebruik van de resultaten van de Ruimte Scanner (Schotten et al., 1997; Velde van et al., 1998) en het model CLEAN (Mooren et al., 1993). De landbouwtypologie wordt in verband hiermee ook gekoppeld aan, of opgenomen in, de Ruimte Scanner en in het model CLEAN (Bouwman et al., 1998). Onafhankelijk van het DSS heeft dit als resultaat, dat zowel de scope als het detail van deze instrumenten toeneemt. Bijvoorbeeld met het model CLEAN kunnen dan uitspraken gedaan worden over veranderingen in plaatsingsruimte voor organische mest bij gehele of gedeeltelijke transformatie van de gangbare naar milieubewuste akkerbouw en de effecten hiervan op de veeteeltsector.

Verder zijn uit de verworven kennis bepaalde omgevingsfactoren en performance-indicatoren naar voren gekomen die worden opgenomen in het DSS Groene Ruimte.

### **7.2 Selectie van akkerbouwtypen voor het DSS**

De tien onderscheiden vormen van milieubewuste akkerbouw zijn, in de onderhavige studie, onderling en met de gangbare akkerbouw vergeleken. Algemene overzichten hiervan en de verschillen met de gangbare akkerbouw zijn gegeven in Bijlage 1 en Tabellen 2.1 en 3.1, vele details zijn in de verschillende paragrafen besproken met begeleidende tabellen. Hieruit blijkt dat de verschillen van de milieubewuste vormen met de gangbare akkerbouw terug te voeren zijn tot een beperking van bepaalde, of juist inzet van andere, teeltmaatregelen ter vermindering van de milieubelasting.

De verschillen tussen veel van de milieubewuste vormen zijn vaak niet meer dan graduëel. Bijvoorbeeld in de A2000 akkerbouw wordt de inzet van bestrijdingsmiddelen beperkt maar minder dan in de geïntegreerde akkerbouw. In de laatste wordt indien mogelijk altijd mechanische onkruidbestrijding ingezet (o.a. afhankelijk van de aard van het onkruid en van de

weersomstandigheden), wordt bij de keuze van bestrijdingsmiddelen meer gewicht gegeven aan de milieubelasting-aspecten ervan en speelt bij de rassen- en de vruchtwisselingskeuze het aspect van minimalisering van het bestrijdingsmiddelenverbruik een duidelijker rol. In de MilieuKeur regelgeving is dit alles voor een groot deel opgenomen, echter deze regelgeving bestrijkt nog niet alle akkerbouwgewassen. De speciale regelgeving aangaande bestrijdingsmiddelen in grondwaterbeschermingsgebieden betreft de keuze van bestrijdingsmiddelen. In een aantal van deze gebieden wordt in verschillende stimuleringsprojecten de vermindering van het aantal milieubelastingspunten beloofd bij bepaalde teelten. Deze vermindering kan bereikt worden door een hierop gerichte keuze van bestrijdingsmiddelen en door mechanische onkruidbestrijding. Dit toont duidelijk dat de vijf zojuist genoemde vormen van milieubewuste akkerbouw (A2000, geïntegreerde, MilieuKeur, grondwaterbeschermingsgebied en stimuleringsproject) slechts gradueel en niet wezenlijk verschillen in hun bestrijdingsmiddelenbeleid. Wel wezenlijk verschillend hiervan zijn de biologische akkerbouw die geen gebruik maakt van (synthetische) bestrijdingsmiddelen en de vormen van akkerbouw waarbij geen bestrijdingsmiddelen worden aangewend op brede akkerranden. Met betrekking tot de vermindering van de inzet van nutriënten bij de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw kan eenzelfde uiteenzetting gegeven worden als die voor bestrijdingsmiddelen. Met andere woorden tussen vele vormen bestaan niet meer dan graduele verschillen en slechts tussen enkele bestaan wezenlijke verschillen. Voor het DSS is besloten die vormen van milieubewuste akkerbouw op te nemen die wezenlijk van elkaar verschillen, die de gehele vruchtwisseling bestrijken en die een zo laag mogelijke milieubelasting veroorzaken vergeleken met de gangbare akkerbouw. Uit het overzicht in Tabel 7.1 komen gebaseerd op deze criteria de volgende milieubewuste vormen in aanmerking voor opname als aparte akkerbouwtypen in het DSS Groene Ruimte: de biologische, de geïntegreerde en de akkerbouw met akkerrandenbeheer. Het akkerrandenbeheer kan zowel als afzonderlijk type beschouwd worden, of als onderdeel aan één, meerdere of aan alle typen akkerbouw worden toegevoegd. De overige milieubewuste vormen die hier niet meer dan gradueel van verschillen worden niet in het DSS opgenomen.

Verder is voor het DSS als representant van de toekomstige gangbare akkerbouw het type 'normgrens' akkerbouw geconcipieerd. Dit type akkerbouw heeft de volgende teeltkarakteristieken: 1x/3jaar aardappelen; inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen tot het maximum niveau mogelijk binnen respectievelijk de verlies(Minas) normen en de MJPG doelstellingen; een zo hoog mogelijke inzet van organische mest; rassen met een hoog opbrengstpotentiëel, welke eventueel meer ziektegevoelig zijn; alleen chemische, geen mechanische, onkruidbestrijding.

Gericht op de toekomst wordt in het DSS ook een nieuw te ontwikkelen vorm van milieubewuste akkerbouw, MBA1 genoemd, opgenomen. Hierin worden meerdere milieugunstige aspecten van de verschillende huidige vormen worden gecombineerd. De bemesting is overeenkomstig die in de geïntegreerde akkerbouw, dus indien milieukundig mogelijk organische mest aangevuld met kunstmest of bij bepaalde bodemgeschiktheid alleen kunstmest. De gewasbescherming in MBA1 is zonder bestrijdingsmiddelen, gebaseerd op de ervaring hiermee opgedaan in de biologische akkerbouw. In MBA1 zal door het niet gebruiken van bestrijdingsmiddelen de frequentie van aardappelteelt maximaal 1:6 kunnen zijn, hetzelfde als in de biologische akkerbouw. Het gebruik van kunstmest zal waarschijnlijk een hogere teeltjaaropbrengst mogelijk maken dan bij de biologische teeltwijze, echter belangrijker is dat met kunstmest de bemesting per element (N, P, K) milieukundig en agronomisch afgestemd kan worden op de bodem- en gewastoestand.

Tabel 7.1 Algemene aspecten van de vormen van milieubewuste akkerbouw in vergelijking tot de gangbare akkerbouw. <sup>1)</sup>

Vorm van akkerbouw	Gewasrotatie-groeiruimte (gr2) aardappelen	Vermindering milieubelasting		(Agro)Natuur verbetering
		Nutriënten	Bestrijdingsmiddelen	
Biologisch	-- -- --	-- of + of ++ afh. situatie en nutriënt	+++ geen bestr.middelen	+
Geïntegreerd en verwante vormen <sup>2)</sup>	0	++	++	0
Akkerrandenbeheer	--	+	+	++
Graanpakket	0	+	+	++
Stimulering vermindering nutriënten	0	+	0	0
Stimulering vermindering bestrijdingsmiddelen	0	0	++	+
'MBA1' <sup>3)</sup>	-- --	++	+++ geen bestr.middelen	+++

<sup>1)</sup> Vergelijking tot gangbare akkerbouw:

-- -- -- = groot nadeel      0 = geen verschil      ++ = voordeel  
 -- -- = nadeel      + = klein voordeel      +++ = groot voordeel  
 -- = klein nadeel

<sup>2)</sup> Verwante vormen: MK akkerbouw, A2000 met organische en kunstmest, A2000 met alleen kunstmest.

<sup>3)</sup> 'MBA1' een mogelijke vorm van milieubewuste akkerbouw, waarin de bemesting gebaseerd is op technieken ontwikkeld voor de geïntegreerde akkerbouw, de gewasbescherming zonder bestrijdingsmiddelen is gebaseerd op de ervaring hiermee uit de biologische akkerbouw, aangenomen is dat de akkerranden onbemest en onbespoten blijven.

### 7.3 Kenmerken van de vier geselecteerde akkerbouwtypen

Een akkerbouw-teeltsysteem heeft verschillende aspecten, zoals vruchtwisseling, fractie snijmais, wel of geen verbruik van organische mest, enz. Ieder van de vier geselecteerde akkerbouwtype heeft bepaalde kenmerkende waarden voor verschillende van deze teeltsysteemaspecten. Bijvoorbeeld een vruchtwisseling van 1:6 is kenmerkend voor zowel de MBA1, als voor het biologische akkerbouwtype. De kenmerkende waarden van teeltsysteemaspecten, of anders gezegd de kenmerken van de vier akkerbouwtypen zijn vermeld in Tabel 7.2. Uit deze tabel blijkt dat ieder akkerbouwtype gekarakteriseerd wordt door een specifieke combinatie van kenmerken, met deze combinatie onderscheidt ieder type zich van de andere akkerbouwtypen. De combinatie van kenmerken bepaalt de verschillen in milieubelasting en ruimtegebruik tussen de verschillende akkerbouwtypen. Uit dien hoofde worden deze kenmerken opgenomen als onderdeel van de akkerbouwtypologie. Verschillende van de onderscheiden kenmerken doen dienst als criterium in de regelgeving van bepaalde milieubewuste vormen van akkerbouw, hetgeen hun belang onderstreept. Bepaalde teeltmaatregelen die in deze studie weinig of geen aandacht hebben gekregen kunnen ook als kenmerk aan bepaalde akkerbouwtypen toegevoegd worden, zoals bijvoorbeeld teelt van vanggewassen ter vermindering van nitraatuitspoeling, beregening, enz.

Tabel 7.2 Kenmerken van akkerbouwtypen in het DSS Groene Ruimte.

Teeltsysteem aspecten	Criterium in regelgeving	Kenmerkende of gemiddelde waarden van de vier akkerbouwtypen			
		Normgrens	Geïntegreerd	MBA1 <sup>1)</sup>	Biologisch
Vruchtwisseling aardappelen	nationaal	1:3 <sup>2)</sup> (of 1:4)	1:4 (of 1:3)	1:6	1:6
Fractie snijmais <sup>3) 4)</sup>	nee	30%	30%	30%	10%
Fractie vlinderbloemigen als hoofdgewas <sup>3) 4)</sup>	nee	2%	2%	2%	10%
Braakland <sup>3) 4)</sup>	algemene regelgeving MacSharry	1%	1%	1%	16%
Beheer akkerranden	MK, beheersregelingen,	geen	(eventueel onbemest en onbespoten)	onbemest en onbespoten	onbespoten (eventueel onbemest)
Verbruik bestrijdingsmiddelen kg a.i./ha	(nationaal) <sup>4)</sup> , biologisch, MK, stimuleringsprojecten	7,5	7,5 of lager	0	0
Organische mest toepassing	MK	maximaal tot verliesnorm P	afhankelijk fosfaattoestand; beperking van N-verliezen bij najaarstoediening	afhankelijk van fosfaattoestand; geen najaarstoediening	bedrijfsmatig optimum
Kunstmest toepassing	biologisch	agronomisch optimum, uiterlijk tot verliesnorm N	agronomisch /milieukundig optimum	agronomisch/milieukundig optimum	geen kunstmest

<sup>1)</sup> Nieuw voorgestelde vorm van milieubewuste akkerbouw (zie tekst).

<sup>2)</sup> Nationaal gemiddelde voor alle akkerbouwbedrijven, waarbij 20% van het areaal snijmais is toegerekend aan akkerbouwbedrijven.

<sup>3)</sup> Fractie van alle akkerbouwgewassen, incl. (totale areaal) snijmais.

<sup>4)</sup> Actuele waarde biologische akkerbouw, waarden voor overige typen akkerbouw gelijkgesteld aan die van de actuele gangbare akkerbouw.

<sup>5)</sup> Het MJPG geeft richtlijnen voor het bestrijdingsmiddelen verbruik. De nationale regelgeving betreft o.a. de maximale dosis (kg/ha) van de toegestane middelen.

#### 7.4 Bodemgeschiktheid bij milieubewuste akkerbouw in het DSS

Met het DSS Groene Ruimte wordt lokatiespecifiek in een 500x500 m grid voor de ruimtelijke inrichting van een gebied het (mogelijk) landgebruik verkend per gridcel. Voor de akkerbouw wordt hiertoe de agronomische bodemgeschiktheid van iedere gridcel voor de belangrijkste akkerbouwgewassen aardappelen en mais bepaald. De criteria, waarmee deze geschiktheid wordt bepaald, zijn ontwikkeld in de gangbare akkerbouw en zijn ook gericht op de gangbare akkerbouw (Huinink, 1996; Bouwman et al., 1998). Deze criteria kunnen, zolang als onderdeel van een groter geheel, in het DSS gebruikt worden ervan uitgaande dat waar op gangbare wijze bepaalde gewassen geteeld kunnen worden, dit dan vanzelfsprekend ook op milieubewuste wijze kan. In zijn algemeenheid geldt dit. Echter er zijn enige bodemfactoren die nauwelijks of geen rol spelen bij de gangbare akkerbouw en dus niet zijn opgenomen bij de algemene bodemgeschiktheidsbeoordeling, die echter van specifiek belang zijn voor vormen van milieubewuste akkerbouw. Dit zijn in verband met extra milieubewustzijn en -zorg: de

fosfaattoestand van de grond; en de uitspoelingsgevoeligheid van de grond voor nitraat en bestrijdingsmiddelen. Daarnaast, indien mogelijk, bodemfactoren gerelateerd aan de geschiktheid van de grond voor akkerbouw zonder synthetische onkruidbestrijdingsmiddelen.

#### *De fosfaattoestand van de grond*

De fosfaattoestand van de grond bepaalt of, uit milieukundig oogpunt bezien, bemesting met P verantwoord is. Bij alle gronden met een hoge P-bodemvruchtbaarheid is toediening van fosfaat ongewenst. Uit dit oogpunt beschouwd zijn deze gronden vrijwel ongeschikt voor biologische akkerbouw, waarvan de bemesting gebaseerd is op organische mest die altijd P bevat. Bij de andere milieubewuste akkerbouwtypen, MBA1 en de geïntegreerde, zal op gronden met hoge P-vruchtbaarheid geen organische mest gebruikt kunnen worden en zal (niet-P-bevattende) kunstmest gebruikt kunnen worden. Wel neemt daarmee de plaatsingsruimte voor organische mest in de akkerbouw af. De fosfaattoestand van de grond is dus in meerdere opzichten een belangrijk criterium voor modellering van het landgebruik in het DSS.

#### *Uitspoelingsgevoeligheid van de grond voor nitraat*

Bodemfactoren die een rol spelen bij nitraatuitspoeling zijn divers: de 'ongeschiktheid' van zware gronden om mest in het voorjaar uit te rijden; de uitspoelingsgevoeligheid van droge zandgronden; de denitrificatie onder anaërobe omstandigheden, vooral van invloed op gronden met een hoge grondwaterstand. Het ligt voor de hand criteria hiervoor in te bouwen in het DSS.

##### A) Zware gronden.

Zware zavel en kleigronden (lutum > 16%) worden in het najaar geploegd. De hieraan gekoppelde najaarstoediening van organische mest veroorzaakt een grotere emissie van N naar het milieu. Dit zal deels als N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O en als nitraat zijn, afhankelijk van weersomstandigheden en bodemcondities. In het DSS dient voor de akkerbouw als landgebruik het criterium 'lutum > 16%' opgenomen te worden.

##### B) Dalgronden.

Dalgronden (veenkoloniale zandgronden met bolsterveen in de bouwvoor) hebben lokaal alleen al door de natuurlijke mineralisatie het probleem, dat de nitraatconcentratie in het uitspoelende water de norm van 50 mg nitraat per liter overschrijdt. Bij akkerbouw op deze gronden zal de nitraatuitspoeling toenemen. Het ligt voor de hand in het DSS criteria in te bouwen zodat (milieubewuste) akkerbouwtypen niet toegewezen worden aan deze gronden.

##### C) Hoge droge zandgronden.

Op hoge droge zandgronden wordt de nitraatconcentratie in veel gevallen ook overschreden als gevolg van de bemesting, zelfs bij een scherp N-bemestingsbeleid duidelijk beneden de N verliesnorm. Teelt van vlinderbloemigen, één van de pijlers van de biologische akkerbouw, zal de nitraatuitspoeling doen toenemen. Criteria voor de N-uitspoelingsgevoeligheid van deze gronden dienen dus opgenomen te worden in het DSS.

##### D) Grondwater.

Een groot deel van de akkerbouwgewassen wordt gezaaid in het voorjaar en geoogst in het najaar, o.a. de belangrijke gewassen consumptieaardappelen en snijmais. Akkerbouwgronden zijn dus altijd goed ontwaterd, of van 'nature' of door drainage. In het winterseizoen is de hoogte van het grondwater agronomisch minder cruciaal en bestaat hierin een grotere variatie tussen akkerbouwgronden, hier hangt de mate van denitrificatie, mineralisatie en nitrificatie mee samen. Naarmate de grondwaterstand hoger is resulteert dit in een toenemende vermindering van de nitraatuitspoeling. Het effect van de wintergrondwaterstand, of van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) op de nitraatuitspoeling is dus een belangrijke component voor de toekenning van landgebruik in het DSS.

#### *Uitspoelingsgevoeligheid van de grond voor bestrijdingsmiddelen*

De kwetsbaarheid van gronden voor de uitspoeling van bestrijdingsmiddelen is niet in dit

rapport besproken. De betreffende kwetsbaarheid hangt o.a samen met factoren als het organische stof gehalte van de grond, de waterdoorlatendheid en de hoogte van het grondwater. Opname hiervan in het DSS is essentieel, hiervoor dient een formularium ontwikkeld te worden of dienen grenswaarden vastgesteld te worden.

#### *Geschiktheid van de bodem voor mechanische bestrijding van onkruid*

Alleen in het biologische akkerbouwtype is de bestrijding van onkruid een knelpunt voor de akkerbouw. Voor de onkruiddruk vanuit de bodem zijn geen kritische niveaus gespecificeerd in verband met onkruidbestrijding zonder synthetische middelen voor de biologische akkerbouw. Daarnaast bepalen, in perioden met frequent ongunstige weersomstandigheden, de bereikbaarheid en de eigenschappen van de bodemtoplaag met het zaaibed in hoeverre mechanische onkruidbestrijding in korte tussen-perioden mogelijk blijft. Ook hiervoor bestaan geen bodemgeschiktheidscriteria. De voor de biologische akkerbouw en MBA1 belangrijke onkruidfactoren, onkruiddruk en de mogelijkheid tot bij voorkeur relatief arbeidsextensieve doeltreffende mechanische onkruidbestrijding, kunnen dus niet gespecificeerd worden en in het DSS opgenomen worden.

### 7.5 Performance indicatoren voor akkerbouw in het DSS

Afhankelijk van de omgevingsfactoren, welke verschillen per gridcel, heeft ieder akkerbouwtype een bepaalde produktie gepaard aan een zekere milieubelasting. In het DSS worden de produktie, het ruimtegebruik en de milieubelasting getypeerd met performance-indicatoren (Bouwman et al., 1998). De in deze studie besproken performance indicatoren zijn vermeld in Tabel 7.3.

Één van de acht, in Tabel 7.3 vermelde, performance indicatoren heeft betrekking op produktie, namelijk de opbrengst van aardappelen in het teeltjaar. Deze is uitgebreid besproken. Onzeker is de opbrengst in het (toekomstige) akkerbouwtype MBA1, waarin wel kunstmest maar geen bestrijdingsmiddelen gebruikt worden. Door het niet inzetten van chemische bestrijding van Phytophthora zal het aardappelloof vaak vrij vroeg afsterven en zal de opbrengst van consumptieaardappelen dan niet optimaal zijn, ondanks het gebruik van kunstmest. De gegevens hierover zijn beperkt tot die uit een survey en proefveldonderzoek hiernaar in Beieren van 1995 tot 1997 (Möller et al., 1998). Op grond hiervan is de aardappel opbrengst geschat op 80% van die in het normgrens (gangbare) en in het geïntegreerde akkerbouwtype.

Één van de genoemde performance indicatoren heeft betrekking op ruimtegebruik door de akkerbouw. Dit betreft de gewasrotatiegroeiruimte (gr2) voor aardappelen, ofwel de ruimte die

*Tabel 7.3 Performance indicatoren voor de akkerbouw in het DSS Groene Ruimte.*

Performance indicatoren	Criterium in regelgeving	Gemiddelde waarden van de gangbare akkerbouw en de vier akkerbouwtypen				
		Gangbaar	Normgrens	Geïntegreerd	MBA1 <sup>1)</sup>	Biologisch
Gewasopbrengst per ha consumptieaardappelen	nee	100%	100%	100%	ca. 80%	60%
Gewasrotatiegroeiruimte consumptieaardappelen, ha/ton	nee	0,05	0,06	0,06	0,14	0,19
Milieubelastingspunten, mbp/ha	stimuleringsprojecten	ca. 5.000	ca. 2.000	100	0	0
Bestrijdingsmiddelen in grond-, drainwater <sup>2)</sup>	(EG, nationaal) <sup>3)</sup> MK	overschrijding veelvuldig	overschrijding veelal	overschrijding sporadisch	geen overschrijding	geen overschrijding

Nitraat in grond-, drainwater <sup>2)</sup>	(EG, nationaal) <sup>4)</sup>	overschrijding op ca. 70% van de bedrijven	overschrijding op ca. 10% van de bedrijven	geen of beperkte overschrijding	geen of beperkte overschrijding	overschrijding veelal waarschijnlijk
P-verlies(Minas), kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	nationaal	50	eindnorm <sup>5)</sup> overschrijding geen	eindnorm overschrijding geen	eindnorm overschrijding geen	eindnorm overschrijding veelvuldig
N-verlies(Minas), kg N/ha	nationaal	140	eindnorm, of lager <sup>6)</sup>	eindnorm of lager	eindnorm of lager	lager dan eindnorm
N-overschot+, kg N/ha	MK	190	ca. 150	ca. 150	ca. 150	ca. 100

<sup>1)</sup> Nieuw voorgestelde vorm van milieubewuste akkerbouw, schatting van opbrengst en gewasrotatiegroeirimte onder voorbehoud.

<sup>2)</sup> Beperkte hoeveelheid meetgegevens, waarden o.a. afhankelijk van bodemkwetsbaarheid en jaarlijks neerslagoverschot.

<sup>3)</sup> EG en nationale norm voor drinkwater: maximaal van een bestrijdingsmiddel 0,1 mg per m<sup>3</sup>. Dit is tevens de grenswaarde als doelstelling voor grond- en drainwater.

<sup>4)</sup> EG en nationale norm voor drinkwater: maximaal 50 mg nitraat per liter. Dit is tevens de grenswaarde als doelstelling voor grond- en drainwater.

<sup>5)</sup> Eindnorm in 2008 P-verlies(Minas) 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

<sup>6)</sup> Eindnorm in 2008 N-verlies(Minas) 100 kg N/ha.

nodig is om 1 ton aardappelen te produceren. De verwachting is dat deze nieuw geïntroduceerde parameter, gewasrotatiegroeirimte, bij zal dragen tot verscherping van het inzicht betreffende het spanningsveld ruimtebeslag/produktieniveau/milieubelasting. Tevens zal genoemde parameter behulpzaam zijn bij het verduidelijken en het overdragen van de met behulp van het DSS gevonden mogelijke nieuwe oplossingen voor akkerbouw-, ruimte- en milieuproblemen.

De overige zes performance indicatoren hebben betrekking op de milieubelasting door de akkerbouw. Ieder van deze doet dienst als criterium in de nationale regelgeving of in de regelgeving van bepaalde vormen van milieubewuste akkerbouw; dit onderstreept hun algemeen belang.

## 7.6 Samenvatting; toepassingen

Voor de akkerbouw component in het DSS Groene Ruimte zijn de volgende vier akkerbouwtypen geselecteerd, die wezenlijk van elkaar verschillen. Allereerst twee actueel bestaande milieubewuste vormen, een nieuw geconcipieerd type milieubewuste akkerbouw en tenslotte een representant voor de gangbare akkerbouw. Dit zijn achtereenvolgens:

- de geïntegreerde akkerbouw;
- de biologische akkerbouw;
- het nieuwe type MBA1 genoemd: zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen; met een vanuit milieu, agronomie en ruimtegebruik optimaal nutriënten management met kunstmest en indien verantwoord ook organische mest;
- het type normgrens akkerbouw, dat binnen de toegelaten normen aansluit bij en fungeert als de vertegenwoordiger van de gangbare akkerbouw.

Het akkerrandenbeheer kan zowel als afzonderlijk type, of als onderdeel aan één of meerdere, typen akkerbouw worden toegevoegd.

De combinatie van kenmerken van ieder van deze akkerbouwtypen is vastgelegd. Hiermee kan het ruimtegebruik, de productie, de geschiktheid voor bepaalde geografische lokaties en de milieubelasting van de genoemde akkerbouwtypen met behulp van het DSS vergeleken worden. De set van factoren die de bodemgeschiktheid bepaalt voor de gangbare akkerbouw is voor de milieubewuste akkerbouw uitgebreid met de bodemfactoren: fosfaattoestand, uitspoelingsgevoeligheid van de grond voor nitraat. Deze laatste kan in het DSS gekarakteriseerd worden met de grondsoort (zware zavel, kleigronden, zandgronden en dalgronden) in combinatie met de gemiddeld hoogst grondwaterstand.

Zowel de fosfaattoestand als de uitspoelingsgevoeligheid van de grond voor nitraat geven o.a. aan op welke bodems het gebruik van organische mest vanuit milieu-bodemkwaliteit ongewenst is, of in welke gebieden veel aandacht gegeven dient te worden aan de gewaskeuze en vruchtwisseling i.v.m. de uitspoeling van nitraat.

Teneinde het ruimtegebruik benodigd voor de productie en de bijbehorende belasting van het milieu zijn bepaalde performance indicatoren voor de akkerbouw in het DSS Groene Ruimte zijn geselecteerd. Dit zijn o.a. gewasrotatiegroeiruimte, milieubelastingspunten door bestrijdingsmiddelen per ha, nitraat en bestrijdingsmiddelen in grond- en drainwater, P-verlies(Minas) per ha.

Meerdere van de geselecteerde akkerbouwtypen, kenmerken, bodemgeschiktheidsfactoren en performance indicatoren zijn ook gespecificeerd in bestaande nationale regelgeving, of in die van gereguleerde milieubewuste akkerbouw. Van duidelijk belang is dat hiermee de verbinding van het DSS met de praktijk van de akkerbouw en het milieu is gewaarborgd.

Uit de aldus verkregen kennis zullen onder andere de akkerbouwtypen direct of indirect toegepast worden in de Ruimtescanner en in het model CLEAN. Met als te verwachten resultaat dat zowel de scope als het beleidsrelevante detail van deze instrumenten toeneemt.

Tenslotte zijn de verworven informatie, gegevens en kennis over de milieubewuste vormen van akkerbouw toegepast in ex ante evaluaties van het gebiedsgerichte beleid.

## 8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

### 8.1 Inleiding; achtergrond, doel en methode van de studie

In 1997 startte het RIVM met de ontwikkeling van een Decision Support System (DSS) Groene Ruimte (project nr. 711901, MAP Milieu 1997). Het doel van dit instrument is het uitvoeren van de diagnose van gebieds- en funktiegerichte ruimte- en milieuproblemen en het verkennen van oplossingsrichtingen. Centraal in het DSS staan de ruimtelijke functies landbouw, natuur, waterwinning, wonen en recreatie.

Van de huidige 24.000 km<sup>2</sup> Groene Ruimte is éénderde in gebruik voor de akkerbouw, deels op 'milieubewuste' wijze. Het is essentieel de aanwezige kennis hiervan te verwerken bij het ontwerp van een DSS. Met dit als doel zijn de bestaande vormen van 'milieubewuste' akkerbouw geïnventariseerd, met van iedere vorm aspecten als regelgeving, areaal, belangrijkste gewassen, de bodemgeschiktheid, bodembeperkingen, de fysieke gewasopbrengsten, het ruimtebeslag, het gebruik van en de milieubelasting met meststoffen (de nutriënten N en P) en bestrijdingsmiddelen. Dit is gedaan middels gesprekken met personen werkzaam bij uitvoerende en onderzoeks instanties en middels studie van beschikbare literatuur en rapporten. Vervolgens is de verzamelde kennis en informatie doorvertaald in een onderlinge vergelijking van de verschillende vormen en in suggesties welke aspecten op te nemen in het DSS.

### 8.2 Vormen van milieubewuste akkerbouw en hun karakteristieken

In de Nederlandse akkerbouw en studies daarvan ontwikkelt zich gaandeweg een grote hoeveelheid benamingen om de verschillende manieren waarop de akkerbouw beoefend wordt aan te duiden. Enige voorbeelden hiervan zijn: goede landbouw praktijk, zuinige boeren, gangbare akkerbouw, alternatieve landbouw, precisielandbouw, ecologische landbouw, extensieve landbouw, geïntegreerde akkerbouw. De enige van deze vormen die zich niet wil of kan onderscheiden is de gangbare akkerbouw, de diverse verzameling van normale naamloze bedrijfssystemen, waarvan het gemiddelde gezien wordt als representatief voor de gangbare akkerbouw.

De andere dan gangbare vormen kunnen verdeeld worden over de volgende drie groepen van indelingen:

1. Indelingen van bedrijfssystemen zonder kwantitatieve criteria voor éénduidige onderscheid van de benoemde bedrijfssystemen en zonder oogmerk voor verdere propagering van de systemen. In de regel voortgekomen uit éénmalige regionale studies. Bijv. zuinige boeren, machine boeren.
  2. Inter- of nationale indelingen, die gebaseerd zijn op kwantitatieve criteria met betrekking tot het bedrijfssysteem, of tot bepaalde teeltmethoden. Deze indelingen komen voort uit de behoefte het bedrijfssysteem van andere te kunnen onderscheiden of uit de noodzaak vast te kunnen stellen of bepaalde teeltmethoden zijn toegepast. Bijv. biologische landbouw, beheersmaatregelen.
  3. Vormen van landbouw of tijdelijke projecten met een regionaal karakter, waarin landbouwers gestimuleerd worden tot één of meer teeltmaatregelen afwijkend van die in de gangbare landbouw. Voorbeelden hiervan zijn: milieucoöperaties, gebiedsgerichte/provinciale projecten in Waardevolle Cultuurlandschappen, regelgeving in grondwaterbeschermingsgebieden.
- In deze studie wordt de nieuwe, niet originele, term 'milieubewuste akkerbouw' gebruikt. Als criterium is gesteld, dat een milieubewuste vorm zich onderscheidt van de gangbare akkerbouw door erkende en speciale regelgeving, welke één of meer teeltmaatregelen omvat, die bewust gericht of indirect gunstig voor het milieu zijn. Afhankelijk van de herkenbaarheid en de toegankelijkheid van de informatie van de milieubewuste vormen worden enige ervan uit groep 3, alle uit groep 2 en geen één uit groep 1 geïnventariseerd.

Uit groep 2 zijn dit:

- a) de biologische akkerbouw, waarbij geen gebruik wordt gemaakt van kunstmest en bestrijdingsmiddelen;
- b) de geïntegreerde akkerbouw en daarmee verwante vormen gebaseerd op de ervaring opgedaan met de geïntegreerde akkerbouw:
  - b1) de geïntegreerde akkerbouw, waarvan de doelstelling is een zo laag mogelijke inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen bij behoud van opbrengst, uitgaande van actuele agronomische en milieu kennis;
  - b2) de MilieuKeur akkerbouw (MK akkerbouw) met teeltmethoden overeenkomstig de eisen van de Stichting Milieukeur (SMK);
  - b3) de A2000 akkerbouw, dit betreft een driejarig project gericht op de realisering van de milieudoelstellingen voor 2000;
- c) akkerbouwvormen met maatregelen gericht op natuur en landschap: de beheerslandbouw, waaronder de beheersovereenkomsten vallen van akkerbouwers met de Dienst Landelijk Gebied (DLG) van LNV; akkerranden regelingen in andere kaders dan DLG;
- d) akkerbouw met MacSharry braak, waarin hectaresteun regelingen als tegemoetkoming bij de internationalisering van de markt. De MacSharry vormen worden veelal onterecht verbonden met braak en hebben daardoor het imago van (indirect) milieubewust;

Uit groep 3 de volgende:

- e) akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden, deze is onderhevig aan provinciale regelgeving, zoals een verbod op zwarte lijst bestrijdingsmiddelen en strengere normen dan de nationale bij het gebruik van dierlijke mest;
- f) stimuleringsprojecten in grondwater- en milieubeschermingsgebieden, hieraan kunnen akkerbouwers vrijwillig deelnemen met beloning voor vermindering, van de inzet van bestrijdingsmiddelen of bemesting, tot niveaus lager dan toegestaan onder de bestaande regelgeving.

Een overzicht van de algemene karakteristieken van deze vormen wordt gegeven in Bijlage 1 en in de Tabellen 2.1 en 3.1.

Opvallend is dat voor een groot deel de gewaskeuze bij de milieubewuste vormen niet verschilt van de gangbare akkerbouw; bij beide zijn aardappelen het belangrijkste gewas voor akkerbouwers. Snijmais, voornamelijk verbouwd door veehouders, is het akkerbouwgewas met het grootste areaal.

Samen beslaan de milieubewuste vormen ongeveer 8% van het Nederlandse akkerbouwareaal: 0,7% door de biologische; geïntegreerde en verwante vormen in tijdelijke projecten fluctuerend tussen de 0,2% en 2,5%; akkerbouw met beheersmaatregelen 0,1%; MacSharry braak 1%, als onderdeel van de algemene regeling; 3% door akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden; en gedeeltelijk hiermee overlappend in stimuleringsprojecten meer dan 2,5%. (De MacSharry hectaresteun, via de vereenvoudigde regeling zonder braaklegverplichting, omvat ca. 50% van het akkerbouwareaal en heeft effect op de gewaskeuze. Dit laatste en de mogelijke milieueffecten ervan zijn buiten beschouwing gelaten.)

### 8.3 Bodemgeschiktheid en beperkingen

#### *Grondsoort en bodemvruchtbaarheid algemeen*

Gesteld kan worden dat op plaatsen waar de gangbare teelt van bepaalde akkerbouw gewassen mogelijk is, daar ook dezelfde gewassen milieubewust geteeld kunnen worden. Hoewel op bepaalde bodems tegen één of meerdere milieubewuste vormen milieukundige bezwaren gemaakt kunnen worden.

De, in de gangbare en ook in alle milieubewuste vormen van akkerbouw, nagestreefde hoge produktie per ha vereist een ruime aanwezigheid van beschikbare plantenutriënten in de bodem. Alle gronden worden hiervoor jaarlijks met N bemest.

Op gronden met meer dan 16% lutum wordt organische mest in het najaar uitgereden met als gevolg extra N verliezen in het winterseizoen. In dit opzicht zijn deze gronden dus meer geschikt voor andere vormen van milieubewuste akkerbouw dan voor biologische akkerbouw, die vrijwel geheel is aangewezen op organische mest. (Het transport van mest uit overschotgebieden naar de klei-akkerbouwgebieden resulteert in verhoogde N-uitspoeling in het winterseizoen in deze gebieden.)

Op hoge pleistocene zandgronden kan waarschijnlijk alleen aan de nitraatnorm voor grondwater voldaan worden door bepaalde gewassen minder frequent of in het geheel niet meer te verbouwen. Dit geldt voor alle vormen van milieubewuste akkerbouw, bijvoorbeeld aardappelen, snijmais, peulvruchten en andere vlinderbloemigen.

Een apart item vormen de gronden met een ruime of hoge fosfaattoestand. Nationale regelgeving, bijvoorbeeld in het kader van Minas, is niet zodanig dat op deze gronden de fosfaattoestand niet verder verhoogd kan worden. Dit is wel het geval bij de eisen voor de MK- en de geïntegreerde akkerbouw, waar de bemesting 'milieukundig-agronomisch' afgestemd wordt op de P-toestand en N en/of K met enkelvoudige kunstmest toegediend kunnen worden zonder P. Een aanbeveling uit het landbouwkundig onderzoek voor de biologische akkerbouw is op gronden met een Pw-getal >40, in totaal 63% van het akkerbouwareaal, niet meer dan ééntiende van de P-evenwichtsbemesting toe te dienen. In de praktijk houdt dit in geen of een uiterst lage inzet van organische mest. De biologische akkerbouw kan dan vrijwel alleen nog maar N-bindende vlinderbloemige gewassen telen. Deze hebben als bezwaar een verhoogde nitraat uitspoeling. Biologische akkerbouw op gronden met een Pw-getal >40 is dus vanuit milieuoogpunt niet gewenst.

Een beperking die de bodem, door de daarin aanwezige cysteaaltjes, stelt aan o.a. aardappelen is de frequentie van de teelt. Zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen, zoals in de biologische akkerbouw, kunnen aardappelen niet vaker dan 1x per zes jaar op hetzelfde perceel verbouwd worden. Met beperkt gebruik van bestrijdingsmiddelen 1x per vier jaar; bij voorkeur niet frequenter, zoals in de geïntegreerde akkerbouw. In het algemeen varieert de frequentie in de gangbare akkerbouw van 1x per 3 of 4 jaar.

Bij de biologische akkerbouw wordt op verschillende gronden de onkruiddruk een, moeilijk doch overkoombaar, knelpunt genoemd. Het hiervoor in piekperioden benodigde potentieel aan tijdelijke arbeidskrachten kan een probleem leveren bij een sterke toename van de biologische akkerbouw.

#### *Verontreinigde gronden*

Verontreinigde gronden zullen in de regel niet in aanmerking komen voor beheersregelingen en -vergoedingen. Voor de overgang van gangbare naar biologische akkerbouw kunnen langere overgangperioden geëist worden. In bepaalde gevallen van verontreiniging komt de grond daar zelfs in het geheel niet voor in aanmerking, terwijl gangbare akkerbouw nog wel is toegestaan. De teelt voor het MilieuKeur wordt niet toegestaan op gronden met een zeer hoge fosfaattoestand ( $Pw > 100$  of  $PAL > 100$ ). Dit betreft 10% van het huidige akkerbouw- en 3% van het graslandareaal. Met het selectief aanscherpen van bodem- en produktnormen voor milieubewuste akkerbouw wordt het potentiële areaal hiervan kleiner. Waar keurmerken niet meer verkregen kunnen worden, zal de daaraan gekoppelde economische stimulans schoon te produceren ontbreken. In die zin zijn strengere toelatingseisen voor milieubewuste vormen dan de nationaal geaccepteerde, bodem- of produktnormen ongewenst.

#### *Veranderingen in bodemgeschiktheid door akkerbouw*

Er zijn nauwelijks gegevens voorhanden over de veranderingen in bodemgeschiktheid door milieubewuste vormen van akkerbouw vergeleken met die veroorzaakt door de gangbare akkerbouw. Dat deze niet in alle opzichten landbouwkundig gunstig zijn blijkt uit onderzoek in Noord Beveland. Op lichte zavelgronden ging hier, over een periode van ruim 70 jaar, bij de

biologische akkerbouw de berijd- en bewerkbaarheid sterker achteruit, in vergelijking met akkerbouw met bemesting voornamelijk gebaseerd op kunstmest. Daarentegen bleef in het biologische akkerbouwsysteem de vochtlevering door de bodem aan het gewas beter.

#### 8.4 Opbrengst, vruchtwisseling, ruimtebeslag, gewasrotatiegroeiruimte

De fysieke opbrengst van akkerbouwgewassen (in het teeltjaar) is bij alle vormen van milieubewuste akkerbouw geheel of vrijwel gelijk aan die in de gangbare akkerbouw, met uitzondering van de biologische akkerbouw. Daar zijn de opbrengsten structureel lager; ca. 40% lager bij aardappelen en zaaiuien en ca. 15% lager bij zomertarwe en conservenerwten. De lagere opbrengsten zijn in de eerste plaats toe te schrijven aan de niet optimale toevoer van plantenuitval of te vroege necrofylic (bladsterfte/aantasting) niet voorkomen met synthetische bestrijdingsmiddelen. Met de teelt van vlinderbloemigen als onderdeel van de N voorziening worden in de biologische akkerbouw vlinderbloemige hoofdgewassen met relatief hoge frequentie 1:6 geteeld; in de gangbare akkerbouw gemiddeld 1:50. Van het biologische akkerbouwareaal hoeft zo éénzesde deel niet met N bemest te worden en gemiddeld over het bedrijfsoppervlak wordt ca. 40 à 60 kg N/ha/jaar biologisch gebonden. Hiervan wordt ca. 50% met de oogst van het vlinderbloemige gewas afgevoerd wordt, de andere 50% komt het volgend jaar deels ten goede aan het volggewas. Ook zal een deel uitspoelen.

Op melkveebedrijven stimuleert de vereenvoudigde regeling, voor de MacSharry braak, waarschijnlijk de teelt van snijmais, daar op dit gewas hectaresteun gegeven wordt. De vruchtwisseling bij de geïntegreerde akkerbouw en in sterkere mate bij de biologische akkerbouw dient aangepast te worden, aan het verminderd dan wel niet inzetten van synthetische bestrijdingsmiddelen. Hierdoor kunnen verschillende gewassen, waaronder aardappelen, minder frequent op hetzelfde perceel geteeld worden. De opbrengst per ha in het teeltseizoen en de teeltfrequentie van een gewas bepalen samen de gewasrotatiegroeiruimte (gr2), het ruimtebeslag nodig voor een jaarlijkse opbrengst van (gemiddeld) 1 ton van dat gewas. Voor consumptieaardappelen in de gangbare en de geïntegreerde akkerbouw is de gr2 bij een 1:3 bouwplan 560 m<sup>2</sup>, bij de geïntegreerde akkerbouw met een 1:4 bouwplan 740 m<sup>2</sup> en bij biologische akkerbouw met een 1:6 bouwplan 1.880 m<sup>2</sup>. De biologische akkerbouw heeft een ongeveer een 2,5 maal zo groot areaal nodig voor de productie van eenzelfde hoeveelheid aardappelen. De geïntegreerde akkerbouw en de MilieuKeur akkerbouw vereisen ruwweg eenzelfde areaal als de gangbare akkerbouw, de teeltopbrengsten zijn aan elkaar gelijk en de teeltfrequenties zijn veelal gelijk of groeien naar elkaar toe (afgezien van verschillen per bedrijf en regio).

Bij het graanpakket van de beheerslandbouw en de MacSharry braak via de algemene regeling is de hoofddoelstelling respectievelijk het landschap en productievermindering (binnen de EU). Dit wordt bereikt middels een drastische wijziging in het bouwplan. Daar het effect op de gewasopbrengst (in het teeltjaar) nihil of miniem is en het mogelijk blijft om op ieder perceel 1x per 3 of 4 jaar aardappelen te verbouwen, blijft dan de gr2 van aardappelen gelijk aan die in de gangbare akkerbouw. Dit laatste geldt ook voor de akkerbouw in grondwaterbeschermingsgebieden.

Bij het randenbeheer is de hoofddoelstelling in de regel bescherming van de natuur. Dit pakket leidt evenmin tot een reductie van de fysieke opbrengst per ha beteeld oppervlak. De verandering in het bouwplan zal in de regel miniem zijn. Bijvoorbeeld bij een rand, waarin geen teelt van gewassen plaats vindt en die 3% van het bedrijfsoppervlak beslaat, is een mogelijke aanpassing het aandeel van aardappelen in het bouwplan van 1:4 te verlagen naar 1:4,03, terwijl in verband met het suikerquotum het aandeel van suikerbieten 1:4 blijft. De gr2 van aardappelen neemt hierdoor toe met ongeveer 1%.

## 8.5 Bemesting en milieubelasting met nutriënten

De in alle milieubewuste vormen van akkerbouw nagestreefde hoge produktie per ha vereist een hoge input aan plantenuutriënten N, P en K per ha, leidend tot belasting van het milieu.

De nitraatconcentraties in het bovenste grond- of drainwater van de milieubewuste vormen van akkerbouw zijn alleen voor de biologische en geïntegreerde akkerbouw incidenteel in onderzoeksprojecten gemeten. Evenals bij de gangbare akkerbouw blijken de nitraatconcentraties sterk te variëren. Zowel bij de biologische als bij de geïntegreerde akkerbouw worden in meer dan 50% van de percelen of bedrijven nitraatconcentraties gevonden boven de (drinkwater)norm op zand- en kleigronden. Op proefbedrijven zijn de nitraatconcentraties bij de biologische teelt hoger of gelijk aan die van de geïntegreerde en van beide veel lager dan in gangbare teeltsystemen.

Bij niet bemesten van 1 à 2 meter brede akkerranden neemt de belasting van het oppervlaktewater door vermindering van de directe invang van (kunst)mest met 80% af. Door de minimaal 3 meter brede randen in het Beheerspakket B2 blijft hier de bemesting bij toediening geheel binnen het perceel. Dit is niet zeker bij de MilieuKeur teelt met een rand van ca. 0,6 meter breedte. Bij geen van de andere erkende vormen van milieubewuste akkerbouw zijn bepalingen opgenomen over akkerranden.

Bedrijven met MacSharry hectaresteun via de algemene regeling leggen ca. 5% van hun land braak. Afhankelijk van het type braak en de bedrijfsomstandigheden kan dit leiden tot uiteenlopende verminderingen van de nutriënten emissies, of in sommige gevallen mogelijk tot verhoging hiervan; dit is niet bestudeerd. De MacSharry hectaresteun via de vereenvoudigde regeling leidt niet tot een verandering in de nutriënten belasting van het milieu, behoudens in gevallen dat de hectaresteun de hoofdreden is tot veranderingen in het bouwplan.

Zowel in de biologische als in de geïntegreerde akkerbouw systemen zijn de nitraatconcentraties deels afhankelijk van het geteelde gewas, met als tendens: lage concentraties na de teelt van graszaad; relatief lage, veelal lager dan de norm, na granen, suikerbieten, peen en onder gras(klaver)maaiweiden; concentraties boven de norm na aardappelen, erwten, stamslabonen, snijmais, ui, knolselderij.

Kwantitatieve informatie over de bemesting, met bijbehorende verliezen(Minas), van de milieubewuste vormen van akkerbouw is voor verschillende vormen niet of beperkt beschikbaar. Wat betreft de vermindering van de verliezen(Minas) staan die A2000 bedrijven, die alleen kunstmest en geen organische bemesting toepassen, bovenaan. Op verschillende biologische bedrijven werd de fosfaat aanvoernorm en/of de fosfaatverliesnorm voor 1998 in 1995 overschreden, vanwege de onvermijdelijke aanvoer van P bij gebruik van organische mest als (enige) N-meststof.

De beheerspakketten B2 randenbeheer en B3 graanpakket leiden tot een lagere nutriënten belasting in termen van N en P aanvoer en verlies(Minas). Bij benadering is de vermindering hiervan op de betreffende percelen in de orde van 30% en op het bedrijf als geheel 1 à 5%.

## 8.6 Bestrijdingsmiddelen: verbruik en milieubelasting

In de biologische akkerbouw kunnen alle gewassen geteeld worden zonder gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen. Hierbij wordt een zekere opbrengstderving en een ca. tweemaal zo lage teeltfrequentie voor de meeste gewassen geaccepteerd.

In de MilieuKeur akkerbouw, de geïntegreerde en de A2000 akkerbouw blijkt het op praktijkschaal mogelijk om, zonder opbrengstvermindering, aan de MJPG reductiedoelstelling van actieve ingrediënten, beoogd voor 2000, te voldoen; o.a. door enige aanpassingen in de 'normale' bespuitingsmethoden (meer gericht spuiten, lagere dosering).

De milieubelasting door bestrijdingsmiddelen kan uitgedrukt worden in milieubelastingspunten, met een voor ieder van drie milieucompartmenten maximaal aanvaardbare score van 100

mbp/ha/jaar. In de incidentele situaties dat de milieubelastingspunten-scores bepaald zijn, wordt waargenomen dat de aanvaardbare grenswaarde ook bij het bereiken van de MJPG reductiedoelstelling nog ver overschreden wordt. In stimuleringsprojecten in Overijssel werden wel mbp-scores bereikt voor grondwater beneden de grenswaarde, bijvoorbeeld door deels of geheel over te schakelen op mechanische onkruidbestrijding en door gebruik van minder-grondwaterbelastende bestrijdingsmiddelen. In deze projecten bleef, ondanks de enorme verlaging, de score voor snijmais het hoogst, namelijk gemiddeld rond de 200 mbp/ha. Het Beheerspakket B2 akkerranden beheer, gericht op natuur en landschap, is tevens effectief in het voorkomen van drift van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater, bij een onbespoten rand van 3 à 6 meter breed. Een belangrijk punt, aangezien 30% of meer van de jaarlijkse belasting van het oppervlaktewater met landbouwbestrijdingsmiddelen veroorzaakt wordt door drift.

Het beheerspakket B3 graanpakket resulteert waarschijnlijk in een ca 30% lagere belasting met bestrijdingsmiddelen op de betreffende percelen.

De MacSharry hectaresteun via de algemene regeling leidt gemiddeld in de praktijk tot een braaklegging van 5% van het bedrijfsoppervlak. Afhankelijk van het type toegepaste braak zullen hierop in de regel minder of geen bestrijdingsmiddelen worden gebruikt. Per bedrijf is de maximale reductie van het bestrijdingsmiddelen gebruik dus ca. 5%. De MacSharry hectaresteun via de vereenvoudigde regeling leidt normaliter niet tot een verandering in het bestrijdingsmiddelen gebruik; wel in gevallen dat de hectaresteun reden geeft tot een andere gewaskeuze. Mogelijk speelt dit mede een rol bij de teelt van snijmais in graslandgebieden.

### **8.7 Vergelijking van milieubewuste vormen en omschakeling**

De biologische en de geïntegreerde akkerbouw verschillen duidelijk met de gangbare akkerbouw en verschillen ook onderling. Het onderscheid tussen de andere milieubewuste vormen is vaak op meerdere punten niet duidelijk, in de regel door gebrek aan data. Dit is o.a. het geval bij de nitraat concentraties in het grondwater en bij de milieubelasting door bestrijdingsmiddelen. Toch is een tentatieve rangorde-classificatie van de vermindering van het ruimtegebruik en van de meest zorgvuldig beschouwde aspecten van de milieubelasting gemaakt (Tabel 8.1); de belasting van het oppervlakte water met nutriënten en bestrijdingsmiddelen, het randenbeheer en ook het aspect (agro)natuur zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten. Vermindering van de gewasrotatiegroeiruimte (gr2) - of anders geformuleerd verhoging van de produktie (in het teeltjaar) en/of intensivering van het bouwplan - in vergelijking met de gangbare akkerbouw is bij geen van de beschouwde vormen een doel. Behalve de biologische akkerbouw slagen alle milieubewuste vormen er in eenzelfde of vergelijkbaar produktieniveau als in de gangbare akkerbouw te handhaven.

Een algemene vergelijking van de verschillende milieubewuste vormen zal altijd onmogelijk blijven. Echter te oordelen aan de rangorde classificatie zijn de geïntegreerde akkerbouw, de A2000 akkerbouw met alleen gebruik van kunstmest en de MilieuKeur akkerbouw, de drie meest succesvolle 'verminderaars' van ruimtegebruik en van milieubelasting. Deze vormen zijn in dit opzicht te prefereren boven de gangbare akkerbouw. De biologische akkerbouw: is het minst succesvol in de vermindering van de gewasrotatiegroeiruimte; is matig succesvol in de vermindering van de belasting van het milieu met nutriënten; is echter het meest en onovertreffbaar succesvol in de vermindering van de milieubelasting met bestrijdingsmiddelen, waarvan het gebruik nihil is.

De positieve resultaten, op zelfstandige bedrijven en van het op proefbedrijven voortgaande agronomische en milieukundige onderzoek naar milieubewuste akkerbouw, lopen ver vooruit op de gangbare praktijk. Uit meerdere projecten is naar voren gekomen dat noodzakelijke voorwaarden voor een omschakeling naar meer milieubewuste teeltmaatregelen zijn: persoonsgerichte, deskundige begeleiding en kennisoverdracht vanuit voorlichting naar - last

*Tabel 8.1. Tentatieve rangorde classificatie van de vermindering van het gebruik van ruimte, nutriënten-milieubelasting en van het bestrijdingsmiddelen gebruik door verschillende vormen van milieubewuste en door de gangbare akkerbouw.*

Vorm van milieubewuste akkerbouw	Rangorde <sup>1)</sup> : meest succesvol 1, daarna afnemend tot minst succesvol 10			
	Vermindering gewasrotatiegroei ruimte (gr2) nodig voor teelt aardappelen	Vermindering N en P verlies(Minas) en limitering organische P aanvoer	Vermindering uitspoeling van nitraat	Vermindering van gebruik van bestrijdingsmiddelen
Biologische akkerbouw	10	3/4	5	1
MilieuKeur akkerbouw <sup>3)</sup>	1	5	4	7/9
Geïntegreerde akkerbouw	ca. 1	2	2	2
A2000 akkerbouw, alleen kunstmest	ca. 1	1	1	3
A2000 akkerbouw, org.- en kunstmest		3/4	3	
Randenbeheer beheerslandbouw <sup>2)3)</sup>	ca. 1	6/8	6/9	7/9
Graanpakket beheerslandbouw <sup>2)3)</sup>	1	9	6/9	4
MacSharry braak algemene regeling <sup>2)</sup>	1	6/8	6/9	7/9
Grondwater-beschermingsgebied	ca. 1	6/8	6/9	6
Geïntegreerde onkruidbestrijding in mais <sup>2)</sup>	1	10	10	5
Gangbaar	1	10	10	10

<sup>1)</sup> Beoordeeld over de gehele vruchtwisselingscyclus.

<sup>2)</sup> Deze vorm van milieubewuste akkerbouw is beperkt tot bepaalde percelen of akkers, die ieder jaar al of niet dezelfde kunnen zijn; deze percelen zijn ook beoordeeld over de gehele vruchtwisselingscyclus.

<sup>3)</sup> De enige vormen van milieubewuste akkerbouw met, in de regelgeving, maatregelen gericht op natuur en/of landschap.

but not least - milieubewuste, gemotiveerde akkerbouwers.

De voor de geïntegreerde akkerbouw ontwikkelde teeltmaatregelen zijn zonder grote bedrijfsaanpassingen toe te passen in de gangbare akkerbouw, zonder nadelige effecten op de opbrengst en het saldo. Vergeleken met de overgang van gangbare naar geïntegreerde akkerbouw vereist de overgang naar biologische akkerbouw meer speciale kennis, ingrijpende bedrijfsaanpassingen en tijd. Hiervoor zijn EG steun en Nederlandse voorlichting beschikbaar. Hoewel de opbrengsten in kg produkt bij de biologische akkerbouw minder zijn, wordt dit tot nu toe gecompenseerd door hogere prijzen voor de biologisch geteelde produkten. De vraag is of bij een eventuele omschakeling naar biologische akkerbouw, op een substantieel deel van het

huidige akkerbouw areaal, de daaraan gekoppelde vermindering van de nationale productie van bijvoorbeeld aardappelen zonder meer acceptabel is, of dat dit gecompenseerd wordt door een groter deel van de Groene Ruimte te bestemmen voor de verbouw van aardappelen. Het akkerrandenbeheer is een maatregel, die op ieder bedrijf is in te voeren, bijna zonder enige aanpassing. Wel vereist zij zeker enige jaren extra inspanningen voor het beheer: maaien en eventueel maaisel afvoeren, verschralen, kruidenrijk inzaaien, etc.

### 8.8 Milieubewuste akkerbouw in het DSS Groene Ruimte

Uit het overzicht van de tien vormen van milieubewuste akkerbouw blijkt dat enkele hiervan wezenlijk verschillen en dat vele slechts gradueel verschillen. Voor het DSS is besloten die vormen van milieubewuste akkerbouw op te nemen die wezenlijk van elkaar verschillen, die de gehele vruchtwisseling bestrijken en die een zo laag mogelijke milieubelasting veroorzaken vergeleken met de gangbare akkerbouw. Gebaseerd op deze criteria zijn de volgende milieubewuste vormen geselecteerd voor opname als akkerbouwtypen in het DSS Groene Ruimte: de biologische, de geïntegreerde en de akkerbouw met akkerrandenbeheer. Het akkerrandenbeheer kan zowel als afzonderlijk type beschouwd worden, of als onderdeel aan één, meerdere of aan alle typen akkerbouw worden toegevoegd.

Voor het DSS is als representant van de toekomstige gangbare akkerbouw het type 'normgrens' akkerbouw geconcipieerd. Het heeft de volgende teeltkarakteristieken: 1x/3jaar aardappelen; inzet van bemesting en bestrijdingsmiddelen tot het maximum mogelijk binnen respectievelijk de verlies(Minas) normen en de MJPG doelstellingen; een zo hoog mogelijke inzet van organische mest; rassen met een hoog opbrengstpotentiëel, welke eventueel meer ziektegevoelig zijn; alleen chemische, geen mechanische, onkruidbestrijding.

Gericht op de toekomst wordt in het DSS ook een nieuw te ontwikkelen vorm van milieubewuste akkerbouw, MBA1 genoemd, opgenomen. Hierin worden meerdere milieugunstige aspecten van de verschillende huidige vormen worden gecombineerd. De bemesting is overeenkomstig die in de geïntegreerde akkerbouw, dus indien milieukundig mogelijk organische mest aangevuld met kunstmest of bij bepaalde bodemgeschiktheid alleen kunstmest. De gewasbescherming in MBA1 is zonder bestrijdingsmiddelen, gebaseerd op de ervaring hiermee opgedaan in de biologische akkerbouw. In MBA1 zal door het niet gebruiken van bestrijdingsmiddelen de frequentie van aardappelteelt maximaal 1:6 kunnen zijn, hetzelfde als in de biologische akkerbouw. Het gebruik van kunstmest zal waarschijnlijk een hogere teeltjaaropbrengst mogelijk maken dan bij de biologische teeltwijze, echter belangrijker is dat met kunstmest de bemesting per element (N, P, K) milieukundig en agronomisch afgestemd kan worden op de bodem- en gewastoestand.

Met deze vier akkerbouwtypen en het akkerrandenbeheer kan volstaan worden in het DSS bij beschouwing van de bijdrage van milieubewuste akkerbouw aan de oplossing van akkerbouw-, ruimte- en milieuproblemen.

De keuze van de locaties in en het areaal van de Groene Ruimte toe te wijzen aan de akkerbouw wordt in het DSS afgestemd op de potentiële functies van een gebied en hierbinnen op de omgevingsfactoren van ieder van de 500x500 m gridcellen. Verschillende behandelde factoren zijn hierbij van belang in het DSS. O.a. de bodemeigenschappen: fosfaattoestand en lutumgehalte, ieder van deze bepaalt of gebruik van organische mest uit milieuoogpunt gewenst is; de gevoeligheid van het bodem/grondwater- en het oppervlaktewater-systeem voor nitraat en/of bestrijdingsmiddelen, deze beperken eventueel de gewaskeuze, de grootte en vorm van de N-bemesting en het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Hierop kunnen in het DSS het ruimtebeslag (gr2), de milieubelasting, het randenbeheer en de (agro)natuur afgestemd worden hetgeen aangeeft welke milieubewuste vorm(en) gekozen kan worden.

## 8.9 Verder onderzoek

Uit de momentopname van de milieubewuste vormen van akkerbouw komt allereerst de continue inspanning van het landbouwkundig onderzoek naar minder milieubelastende teelttechnieken naar voren. Hierin zijn vele onderzoekssuccessen geboekt, waarbij een met de gangbare akkerbouw vergelijkbare opbrengst gehandhaafd werd. Verschillende teelttechnieken en bedrijfsvoeringsfilosofiën zijn door de voorlichting samen met akkerbouwers op grote schaal, veelal tijdelijk, in praktijk gebracht.

Opvallend is dat er zeer weinig metingen zijn van de milieueffecten van de verschillende vormen van akkerbouw, zodat een éénduidige gekwantificeerde vergelijking hiervan niet mogelijk is.

Mogelijkheden om (agro)milieu te koppelen aan (agro)natuur op akkerbouwbedrijven worden niet of nauwelijks onderkend, noch in het onderzoek, noch in de regelgeving.

Vanuit een 'ruimte en milieu' invalshoek bezien blijft er nog veel onderzoek noodzakelijk, of op zijn minst gewenst. Enige onderzoekspunten worden hieronder genoemd.<sup>6</sup>

1. De inbouw van de twee typen milieubewuste akkerbouw, de biologische en de geïntegreerde, in het DSS Groene Ruimte in breder verband uitwerken en uittesten met bestaande scenario's. De bodem-restricties uit milieuoogpunt voor de biologische akkerbouw inbouwen. Het belang van het nieuwe milieubewuste akkerbouwtype 'MBA1' inschatten.

2. Hoge opbrengsten gaan vaak gepaard met welig groeiende, meer ziekte gevoelige gewassen. Hoe is het verband tussen ziekte gevoeligheid, opbrengstniveau en vruchtwisseling. Wat is de maximum haalbare (teeltjaar en vruchtwisselings) opbrengst zonder bestrijdingsmiddelen inzet, met daarop afgestemde gewassen (met partiële, duurzame, resistentie), vruchtwisseling en optimale bemesting, waarbij het gebruik van kunstmest is toegestaan. Wat is het effect van akkerrandenbeheer. Hoe groot is het ruimtegebruik en de milieubelasting in deze 'MBA1' teeltsituaties.

3. Naast het ruimtebeslag aspect berekend met de gewasrotatiegroeiruimte ( $gr_2$ ), is een logische vervolgstap ook de 'gewasrotatiemilieubelasting' ( $gr_m$ ) per ton oogstproduct te vergelijken van gewassen bij verschillende vruchtwisselingen en vormen van milieubewuste akkerbouw. Voor aardappelen geeft de  $gr_m$  de milieubelasting weer over de hele vruchtwisselingscyclus per ton geproduceerde aardappelen. Deze is bijvoorbeeld bij gangbare teelt voor bestrijdingsmiddelen 0,31 kg a.i. per ton aardappelen (hierbij is uitgegaan van een 4 jarige vruchtwisseling met: twee jaar graan met een bestrijdingsmiddelen inzet van 3 kg a.i./ha/jaar; 1 jaar suikerbieten met 1 kg a.i./ha/jaar; en 1 jaar consumptie aardappelen met 10 kg a.i./ha/jaar en een opbrengst 54 ton/ha). Naast de  $gr_m$  van de a.i. door gebruik van bestrijdingsmiddelen ligt het voor de hand ook de  $gr_m$  van andere milieubelastingscomponenten te beschouwen (nutriënten, broeikasgassen, zware metalen, plaatsingsruimte, etc.).

4. Meet- en/of modelgegevens van het ruimtegebruik en de milieubelasting van de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw ('nested' voor verschillende bodems, gewassen en vruchtwisselingen).

5. Akkerrandenbeheer is een maatregel met een blijvend milieuvriendelijk, landschappelijk en natuurwaarde verhogend effect. Het wordt in vele situaties toegepast, er is veel onderzoek aan

---

<sup>6</sup> Zonder verder de prioriteiten, de potentiële opdrachtgevers, de coördinerende en uitvoerende instanties en de onderzoeksomgeving (instituut, proefboerderij, agrarische ondernemingen, simulatiemodellen) te expliciteren. Ook zijn economische en sociale onderzoekspunten vrijwel geheel buiten beschouwing gelaten.

verricht, met veel nieuwe gegevens. Het is eenvoudig controleerbaar. De voor- en nadelen en de mogelijkheden om akkerrandenbeheer op grote schaal in te voeren, dienen in het licht van de nieuwe gegevens heroverwogen te worden.

6. Één van de belangrijkste vormen van milieubewuste grondgebonden veehouderij is de biologische grondgebonden (melk)veehouderij. De hieraan verbonden fysieke productie en milieubelastingsaspecten zijn van geheel andere aard, dan die voor de biologische akkerbouw. De conclusies in dit rapport met betrekking tot de biologische akkerbouw, zijn dus niet overdraagbaar naar de grondgebonden biologische veehouderij. De milieu-evaluatie daarvan heeft mogelijk dezelfde of een hogere prioriteit, dan een verbreding of verdieping van de milieu-inventarisatie van de milieubewuste vormen van de akkerbouw.

7. Een vergelijking, in akkerbouw en veevoeding samen, van de milieubelasting van snijmais met die van luzerne, kunstweiden en blijvende graslanden (verschillend in botanische samenstelling) bij verschillende vormen van milieubewuste landbouw.

8. Welke vorm van grondgebonden landbouw (vruchtwisseling, voederwinning, beweiding) is mogelijk op hoge droge zandgronden, zonder overschrijding van de nitraatnorm.

9. Ontwikkeling van indicatoren en criteria waarmee de onkruiddruk en de mogelijkheden tot doeltreffende, relatief arbeidsextensieve, mechanische onkruidbestrijding worden aangegeven. Onderzoek naar en kwantificering van de mogelijkheden om door middel van strategisch geplaatste en getimede (kunstmest) bemesting van het gewas, de opslag en ontwikkeling van onkruid te verminderen, zodat de mechanische en/of chemische onkruidbestrijding verminderd kan worden.

10. Hoe is het met de verschillende vormen van milieubewuste akkerbouw in andere landen met intensieve akkerbouw. Arealen, productie, technieken, milieumeetgegevens, beleid, enz. Een verkenning hiervan gericht op uitwisseling van kennis en ervaring ligt voor de hand. Te beginnen met landen of regio's, die in meerdere opzichten (klimaat, bevolkingsdichtheid, enz.) vergelijkbaar zijn met Nederland.

11. Agro-natuuraspecten en ecologische infrastructuur van de bedrijven; effecten op het landschap; de relatie met ruimtelijke ordening; arbeidsvereisten; bedrijfseconomie; relaties van milieubewuste akkerbouw met de gangbare akkerbouw en andere economische sectoren.

**BIJLAGE 1.** Algemene karakteristieken van de gereguleerde vormen van milieubewuste akkerbouw en verschillen ervan met de gangbare akkerbouw (zie ook Tabellen 2.1 en 3.1).

Vorm van milieubewuste akkerbouw. Tijdsduur. Fractie van het bedrijf.	Areaal ha Totaal; Snijmais; (Aantal bedrijven)	Instantie. Geografisch niveau. Status v.d. regelgeving.	Milieu-onderscheid (bestrijdingsmiddelen, N en P) met gangbare akkerbouw.	Beperkingen t.o.v. gangbare akkerbouw.
Biologische landbouw. Blijvend, sinds 1924. Gehele bedrijf.	5.473; 526 (289) <sup>1)</sup>	EU/SKAL. Europees/ nationaal. Vrijwillig. Officieel.	Geen synthetische bestrijdingsmiddelen. Geen kunstmest, meer risico op overschrijding: fosfaataanvoernorm; nitraatnorm o.a. door vlinderbloemigen.	Lang interval alvorens een gewas wederom verbouwd kan worden, aardappelen 1x per 6 jaar. Beheersing van verschillende gewasziekten niet mogelijk. Onkruidbeheersing en toevoer van N knelpunten. Lage opbrengsten.
MilieuKeur akkerbouw (beperkt aantal gewassen). Per jaar contract, vanaf 1994. Percelen met MK teelt.	1.300; 0 (n.d.)	SMK. Nationaal. Vrijwillig. Officieel.	Minimaliseren van inzet bemesting en bestrijdingsmiddelen; geen gebruik hiervan op akkerrand.	Vermindering beteeld oppervlak met rand. (Op beteelde grond handhaving opbrengstniveau).
Geïntegreerde akkerbouw. Blijvend op 3 proefbedrijven. Tijdelijk, 1990/94, project op 38 innovatiebedrijven. Gehele bedrijf.	ca. 3.000; n.d. (3+38)	LNV. Nationaal. Vrijwillig. Officieus.	Minimaliseren van inzet bemesting en bestrijdingsmiddelen.	Vermindering beteeld oppervlak met rand. (Op beteelde grond handhaving opbrengstniveau). Lichte beperking teeltfrequentie, aardappelen max. 1x per 4 jaar.
A2000 akkerbouw. <sup>2)</sup> Tijdelijk, 1992/95, project op 500 akkerbouwbedrijven. Gehele bedrijf.	ca. 20.000 n.d. (500)	LNV, DLV. Nationaal. Vrijwillig. Officieus.	Nationale milieu-doelstellingen voor de akkerbouw in 2000.	Geen.
MilieuBewuste voedingsTuinbouw. Per jaar contract. Percelen met MBT teelt.	400 vroeg aardappel (ca. 100)	MBT. Nationaal. Vrijwillig. Officieel.	Beperken inzet bemesting en bestrijdingsmiddelen tot niveau tussen de MK en de gangbare akkerbouw.	Geen.
Beheerslandbouw. Meerjarig contract. Bepaalde percelen met landschaps- of natuurwaarde, geografisch gerelateerd aan EHS.	ca. 1.000 n.d. (n.d.)	LNV. Nationaal/Regi onaal. Vrijwillig. Officieel.	Pakket B2: geen bemesting, insecti- herbiciden in 3 tot 12 m brede perceelsrand. Pakket B3: om het jaar graan (niet zijnde mais) zonder herbiciden. In het graanjaar valt een laag N- verlies(Minas) te verwachten.	Pakket B2, randenbeheer: geen opbrengst van de randstrook. Pakket B3. Beperking van de vruchtwisseling, nl. om het jaar graan, niet zijnde mais. Dat jaar geen onkruidbestrijding, gevolg 15% opbrengstderving.
MacSharry braak 1996, hectaresteen via de 'Algemene regeling'. Per jaar contract. Braaklegging van minimaal 5% van het oppervlak met hectaresteen.	9.814 <sup>3)</sup> 0 (ca. 2300)	EU/LASER. Europees/ nationaal. Vrijwillig. Officieel.	Afhankelijk van het type braak in de regel een vermindering van bestrijdingsmiddelen en bemesting.	Braak, beperking van de vruchtwisseling. Non food/non feed gewassen geen opbrengstderving. Bij andere vormen van braak beperkte beweiding en ruwvoerwinning voor eigen bedrijf mogelijk.
Grondwaterbeschermings- gebieden. Blijvend. Gehele bedrijf in, of deel in grondwaterbeschermings- gebied.	ca. 13.000 ca. 4.000 (n.d.)	Provincie. Nationaal/Regi onaal. Verplicht. Verordening.	Versnelde invoering van vaak strengere dan nationale regelgeving. Zoals bijv.: vermindering bestrijdingsmiddelen inzet en verbod op zwarte lijst bestrijdingsmiddelen; strengere normen voor dierlijke mest.	Geen.
Noord-Brabant, geïntegreerde onkruidbestrijding in mais. Meerjarig stimuleringsproject. Percelen met snijmais. Per jaar contract.	5.204 alleen snijmais (n.d.)	Provincie. Regionaal. Vrijwillig. Contract.	Vermindering inzet herbiciden, zowel wat betreft a.i. als mbp.	Geen.

Bron: LEI-DLO/CBS, 1996 en 1997; Lousma, 1997; Linden van der, 1996; Klein Holkenborg et al., 1997; DLG, 1996a/b; Heinen, 1997b; Wesselo, 1997; Werkgroep EPG, 1994; Prov. Noord-Brabant, 1995.

<sup>1)</sup> Getallen tussen ( ) zijn het aantal bedrijven. Nederland akkerbouw totaal 1995: 796.352 ha, incl. snijmais 219.200 ha (58.508 bedrijven)

<sup>2)</sup> A2000 akkerbouw is akkerbouw overeenkomstig de voor 2000 voorziene milieuwetgeving, deze werd in 1992/95 getest op 500 bedrijven.

<sup>3)</sup> Exclusief 479 ha, z.g. braak gericht op agrificatie, beteeld met non food/non feed gewassen.

**BIJLAGE 2.** Nitraatconcentraties in grond- en drainwater.

De nitraatconcentraties in grond- en drainwater zijn een belangrijk criterium, voor milieubewuste akkerbouw zal één van de eisen zijn dat zij voldoet aan de EG-nitraatrichtlijn waarin voor grondwater als grenswaarde 50 mg nitraat per liter gesteld wordt. Onder natuurlijke vegetaties worden concentraties gevonden die deze grenswaarde overschrijden. In par. 6.1 is een overzicht gegeven van de vele factoren die van invloed zijn op de nitraatconcentratie. Hier volgen een kort overzicht van enige metingen (Tabel B2.1) en enige algemene conclusies betreffende nitraatmetingen en -concentraties.

Gemiddelde waarden van gebieden, of van landgebruiksvormen in eenzelfde gebied verschillen in bepaalde gevallen significant. Alhoewel afzonderlijke meetwaarden een grote spreiding en overlappen tonen. Berekeningen en/of metingen wijzen uit (deels in Tabel B2.1):

- dat in landbouwgronden de bemesting met stikstof de belangrijkste bron is van nitraat in het grond- en drainwater (Oenema et al., 1997);
- dat onder ruim 80% van het pleistoceen zandgebied de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater de 50 mg/l overschrijdt. Onder bos en heide in dit zandgebied is deze overschrijding waargenomen op 20 % van de bemonsterde locaties, de atmosferische depositie van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> is een belangrijke factor bij deze overschrijdingen in natuurgebieden (RIVM, 1998. p.87/8);
- dat in het pleistoceen zandgebied de nitraatconcentratie in het grondwater op 5-15 m beneden maaiveld (mv) onder akkerbouwgronden (incl. mais) gemiddeld 96 mg/l is; op een diepte van 15-25 m -mv is dit 31 mg/l met een maximumconcentratie van 54 mg/l aangetroffen onder mais (Reijnders et al., 1997);
- dat bij bepaalde 'worst case' aannames 25% van het freatisch onttrokken volume drinkwater in zandgebieden nitraatconcentraties hoger dan 50 mg/l heeft (Kovar et al., 1998);
- dat gemiddeld over de kleigebieden de nitraatconcentratie in het drainwater ca. 45 mg/l is en gemiddeld over het gehele gebied voldoet aan de nitraatnorm. Op 30 à 40 % van de bedrijven overschrijdt de gemiddelde concentratie de norm (Meinardi et al., 1995; Huinink, 1998);
- dat de fractie van de N-mestgift die met het drainwater in de vorm van nitraat wordt afgevoerd, sterk varieert per perceel en in de tijd (Meinardi et al., 1997; Huinink, 1997);
- dat op kleigronden met preferente stroming berekening kan leiden tot toename van de nitraatuitspoeling, bij optreden van 'shortcircuiting' (Bouma et al., 1981; Dekker et al., 1984; Bronswijk et al., 1995);
- dat op eenzelfde locatie de nitraatconcentraties in het drainwater hoger zijn dan in het grondwater (Bronswijk et al., 1995);
- dat in het zeekleigebied in het grondwater op 5-15 m en op 15-30 m beneden maaiveld (mv) onder akkerbouwgronden de maximum waargenomen nitraatconcentratie lager is dan 0,5 mg/l (geen metingen onder mais) (Reijnders et al., 1997).
- dat de nitraatconcentraties in het bovenste grond- en in het drainwater sterk variëren binnen korte tijd en afstand.

Tot heden is onderzoek naar bodem-parameters aan de hand waarvan het nitraatgehalte in het grond- of drainwater te voorspellen is niet succesvol. Het meeste onderzoek is verricht aan de rest N-waarde (par. 6.1.3 en Tabel 6.7) (Schröder et al., 1995; Verstraten, 1997; Wijnands et al., 1994; Wijnands et al, 1998).

Tabel B2.1. Nitraatconcentraties in grond- en drainwater.

Cohort				Nitraat mg/liter		
Locatie	Landgebruik	Periode	Water specificatie	Gemiddeld	Laagste	Hoogste
pleistoceen zand	heide	winter 1989/90	bovenste meter gr.w.	1	0	5
idem	bos	idem	idem	23	0	390
pleistoceen zand GLG >40 cm -mv N.O. Nederland	akkerbouw	2-jaar gem. 1992, 1993	idem	140; 160 kg N/ha <sup>1)</sup>	40	270
pleistoceen zand GLG >40 cm -mv Nederland	grasland	idem	idem	170	n.d.	n.d.
idem	mais	idem	idem	300	40	660
noordelijk zeekleigebied	akkerbouw en grasland	1992t/m'94	drainw.	21	0	110
centraal zeekleigebied	idem	idem	idem	40	0	220
zuidwestelijk zeekleigebied	idem	idem	idem	53	0	297
Hoeksche Waard	akkerbouw	1-jaar gem. 1993t/m'96	idem	37	9	177
idem	idem	3-jaar gem. 1993t/m'96	idem	37; 116 kg N+/ha <sup>2)</sup>	22; 80 en 150 kgN+/ha	93; 65 kgN+/ha
zware rivierklei Zaltbommel	grasland	1991, 1992	grondw. 1,2-1,4 m -mv	70	0	190
idem	idem	idem	drainw. ca. 1 m -mv	300	160	600
pleistoceen zand	bos/natuur	1996	5-15 m -mv	11	6	16
idem	grasland	idem	idem	48	28	70
idem	akkerbouw	idem	idem	60	0	140
idem	mais	idem	idem	123	59	188
idem	bos/natuur	idem	15-30 m -mv	4	1	7
idem	grasland	idem	idem	6	1	12
idem	akkerbouw	idem	idem	0	0	0
idem	mais	idem	idem	28	2	54
zeeklei	bos/natuur	1996	5-15 m -mv	0	0	0
idem	grasland	idem	idem	0	0	0
idem	akkerbouw	idem	idem	0	0	0

Bronnen. Publikaties aangevuld met persoonlijke mededelingen. Boumans et al., 1991 (pleistoceen zand heide en bos); Fraters et al., 1997b. p.66 (pleistoceen zand landbouw); Meinardi et al., 1995. p.83 (zeekleigebieden); Huining, 1997 (Hoeksche Waard); Bronswijk et al., 1995 (zware rivierklei, Zaltbommel); Reijnders et al., 1997 (grondwater 5-15 en 15-30 m -mv).

<sup>1)</sup> N-verlies(Minas) <sup>2)</sup> N-overschot+

**LITERATUUR**

- Alkemade J.R.M., Bakkenes M., Boumans L.J.M., Heer M. de, Köster H.W., Molder R. te, Pastoors M.J.H. 1998. De stappenmethode voor ex ante evaluatie van het gebiedsgerichte beleid. Rapport in voorbereiding. RIVM. Bilthoven.
- Anonymus. 1997. Dossier Biologische landbouw. LT jaartal 16-10-1997. 6 (14): 5.
- Baars T., Bloksma J. (eds). 1995. Dynamisch onderzoek voor de biologische landbouw. pp. 27. Louis Bolk Instituut. Driebergen.
- Blink H. 1927. Woeste gronden, ontginning en bebossing in Nederland. Den Haag.
- Boer D.J. den. 1998. Persoonlijke mededeling. Medewerker NMI. (PR). Lelystad.
- Boland D.H., Bleumink H., Buys J.C. 1996. Naar een beregeningsplanner voor agrariërs (II) - Toetsing in de praktijk. Rapport nr. 235. CLM. Utrecht.
- Bondt N., Huizing H., Janssen T. 1997. Biologische landbouw versus gangbare landbouw. Berekeningen vergroening fiscale stelsel voor de Commissie Van der Vaart. Intern rapport nr 32. IKC-L. Ede.
- Bouma J. (ed.). 1998. Precisielandbouw. Verslag KLV studiedag 18 juni 1998. KLV. Wageningen.
- Bouma J., Dekker L., Muilwijk C.J. 1981. A field method for measuring shortcircuiting in clay soils. *Journal of Hydrology*, 52: 347-354.
- Boumans L.J.M., Beltman W.H.J. 1991. Kwaliteit van het bovenste freatische grondwater onder bos en heidevelden in de zandgebieden. Rapport nr. 724901001. RIVM. Bilthoven.
- Bouwman A.F., Hermans C.M.L., Hoogervorst N.J.P. 1998. Op weg naar een typologie van landbouwkundig ruimtegebruik in Nederland. Rapport nr. 715651008 (in voorbereiding). RIVM. Bilthoven.
- Bouwman G.M., Bergen J.A.M. van, Pak G.A., Reus J.A.W.A., Wesselo A.W. 1993. Naar een agro-milieukeur. Milieucriteria voor agrarische producten. pp. 76. Rapport CLM 116-1993. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.
- Bouwman G.M., Boer L. den, Terwan P. 1996. Milieucoöperaties tussen verantwoording en speelruimte. Rapport CLM 280-1996. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.
- Brinks H. 1995. Tussentijdse evaluatie Akkerbouw 2000. *IKC-Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente*, 1995 (5): 11-24.
- Bronswijk J.J.B., Hamminga W., Oostindie K. 1995. Rapid nutrient leaching to groundwater and surface water in clay soil areas. *European Journal of Agronomy*, 4 (4): 431-439.
- Brouwer F.M., Daatselaar C.H.G., Welten J.P.P.J., Wijnands J.H.M. (eds). 1996. Landbouw, milieu en economie; editie 1996. pp. 212. Periodieke rapportage 68-94. LEI-DLO. Den Haag.

Brouwer F.M., Kleinhans W. (eds.). 1997. The implementation of nitrate policies in Europe: processes of change in environmental policy and agriculture. Vauk Publishers. Kiel. Duitsland.

Buijze S.T., Biewinga E.E. 1995a. Boeren op goed grondwater. Normen voor de landbouw vanuit de grondwaterbescherming. pp. 139. Rapport CLM 181-1995. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.

Buijze S.T., Miltenburg J. van. 1995b. Resultaatbeloning in de grondwaterbescherming (III) - twee jaar praktijkexperimenten in de landbouw. pp. 92. Rapport CLM 230-1995. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.

CLM. 1997. Maatwerk in beregenen. In: CLM Nieuwsbrief Landbouw en Milieu, januari 1997. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.

CLM. 1996. Jaarverslag 1996. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.

COBL (Commissie Onderzoek Biologische Landbouwmethoden). 1977. Alternatieve landbouwmethoden. Inventarisatie, evaluatie en aanbevelingen voor onderzoek. pp. 398. PUDOC. Wageningen.

COMMA, 1997a. Normen voor de mineralenaangifte (Projectgroep Communicatie Mest- en Ammoniakbeleid). LNV. Den Haag.

COMMA, 1997b. Minas, het mineralenaangifte-systeem (Projectgroep Communicatie Mest- en Ammoniakbeleid). LNV. Den Haag.

Dekker L.W., Bouma J. 1984. Nitrogen leaching during sprinkler irrigation of a Dutch clay soil. *Agricultural water management*, 9: 37-45.

Dierick A.M. 1993. Economische aspecten van de relatie tussen landbouw, natuur en milieu. Een kwestie van kosten en opbrengsten. p. 92-107. In : Beheer van het landelijk gebied; duurzaamheid als norm. KLV. Wageningen.

Dijkstra J.P., Hack-ten Broeke M.J.D., Wijnands F.G., Kroonen-Backbier B.M.A. 1995. Stikstofemissie naar het grondwater van geïntegreerde en gangbare bedrijfssystemen in de akkerbouw. Simulatie van de vocht- en nitraathuishouding op de proefboerderij Vredepeel voor de jaren 1990-1993. Rapport 287.2. SC-DLO. Wageningen.

Dijkstra J.P., Hofmeester Y., Hack-ten Broeke M.J.D., Wijnands F.G. 1996. Stikstofemissie naar het grondwater van geïntegreerde en gangbare bedrijfssystemen in de akkerbouw. Simulatie van de vocht- en nitraathuishouding op de proefboerderij Borgerswold voor de jaren 1990-1993. Rapport 287.3. SC-DLO. Wageningen.

DLG. 1996a. Jaarverslag, feiten en cijfers 1996. pp. 33. DLG. Utrecht.

DLG. 1996b. Ondernemen in natuur; resultaten en ontwikkelingen in agrarisch natuurbeheer. pp. 24. DLG. Utrecht.

DLV. 1996a. Akkerbouw op weg naar 2000, resultaten van het project. pp. 19. Brochure. DLV-akkerbouw. Wageningen.

DLV. 1996b. Geïntegreerde onkruidbestrijding in mais 1996; stimuleringsprojecten Brabant en Limburg. pp. 32. DLV. Boxtel.

Dries A. 1997a. Project "Stimulering duurzame landbouw in grondwaterbeschermingsgebieden in Drenthe". Concept rapport. Waterleidingmaatschappij Drente. Assen.

Dries A. 1997b. Persoonlijke mededeling; medewerker Provincie Drente. Assen.

Droogers P. 1997. Quantifying differences in soil structure induced by farm management. pp. 134. Dissertatie. Landbouwniversiteit. Wageningen.

Droogers P., Bouma J. 1997. Soil survey input in exploratory modeling of sustainable soil management practices. Journal of the Soil Science Society of America. (in press).

EG. 1991. Nitrate Directive. 91/676/EEC. EG. Brussel.

Fraters B., Boumans L.J.M. 1997a. Fosfaatverzadigde gronden: een overzicht. Deel I: Technische achtergronden bij de aanpak van de fosfaatverzadigde gronden. Rapport nr. 716601001. RIVM. Bilthoven.

Fraters B., Vissenberg H.A., Boumans L.J.M., Haan T. de, Hoop D.W. de. 1997b. Resultaten meetprogramma kwaliteit bovenste grondwater in het zandgebied (MKBGL-zand) 1992 - 1995. pp. 181. Rapport nr. 714801014. RIVM. Bilthoven.

Fraters B., Boumans L.J.M. 1997c. Monitoring vermessing. Bodem, nr.3 - augustus: 105 - 108.

Giezeman H.G.M. 1996. Persoonlijke Mededeling. Milieukeur wijst de weg in een labyrint. NRC-Handelsblad, 11-10-1996 p.13.

Goes van Naters M. van de. 1951. Voorwoord jaarverslag 1950/1951 van de Contact-Commissie voor Natuur- en Landschapsbescherming. Den Haag.

Goewie E.A. 1994. Persoonlijke mededeling. Ecologische landbouw. Wetenschap & Onderwijs Bijlage van het NRC-Handelsblad, 24-02-1994 p.3.

Goewie E.A. 1996. Persoonlijke mededeling. Honger is ook met ecologische landbouw te bestrijden. NRC-Handelsblad, 04-05-1996 p.9.

Goossensen F.R., Meeuwissen P.C. (eds.). 1990. Advies van de Commissie Stikstof. pp. 93 + Bijl. DLO. Wageningen.

Gorter H.P. 1986. Ruimte voor natuur. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten. 's Graveland.

Hack-ten Broeke M.J.D., Boer W.A. de, Dekkers J.M.J., Groot W.J.M. de, Jansen E.J. 1993. Stikstofemissie naar het grondwater van geïntegreerde en gangbare bedrijfssystemen in de akkerbouw. Resultaten van veldonderzoek op de proefboerderijen Borgerwold en Vredepeel in het voorjaar van 1991, 1992 en 1993. Rapport 287.1. SC-DLO. Wageningen.

Ham P. van, et al. 1993. Biologische landbouw in bijzondere gebieden. Een uitwerking van drie actiepunten uit de beleidsnotitie biologische landbouw. Werkgroep biologische landbouw in

bijzondere gebieden. Ministerie LNV. Den Haag.

Haren A. van. 1997. Persoonlijke mededeling; medewerker DLG. Utrecht.

Heinen J. 1997a. Grondslagen voor de berekening van beheersvergoedingen, in de regeling beheersovereenkomsten en natuurontwikkeling (RBON). LBL publicatie 80. DLG. Utrecht.

Heinen J. 1997b. Persoonlijke mededeling; medewerker DLG. Utrecht.

Helming J. 1997. Mogelijke ontwikkelingen van landbouw en milieu bij een strenger milieubeleid voor de Nederlandse landbouw. Een verkennende analyse met behulp van een geregionaliseerd milieu-economisch sectormodel. pp.149. Publicatie 1.30. LEI-DLO. Den Haag.

Huinink J.Th.M. 1995. Bodembeschrijving en bodemgeschiktheidsbeoordeling. pp. 70. Rapport nr. IKC-MKT 23. IKC-Landbouw. Ede.

Huinink J.Th M. 1997. Drainwatermonitoringsproject Hoeksche Waard. H<sub>2</sub>O, **30** (22): 662 - 665.

Kessler J.J., Moolhuijzen M. 1994. Low external input sustainable agriculture: expectations and realities. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, **42**: 181-194.

Klein Holkenborg L., Vintges A. 1997. Persoonlijke mededeling. Medewerkers Stichting Milieukeur. Den Haag.

Kovar K., Pastoors M.J.H., Tiktak A., Gaalen F.W. van. 1998. Application of the Netherlands Groundwater Model, LGM, for calculating concentration of nitrate and pesticides at abstraction wells in sandy soil areas of the Netherlands. pp. 153. Report no. 703717002. RIVM. Bilthoven.

LASER. 1995. LASER uw partner voor uitvoering van beleid in het landelijk gebied en de agro-sector. pp. 8. LNV. Den Haag.

LASER. 1997a. Aanvraag oppervlakten 1997 voor opgave: Algemene regeling en Voederareaal. pp. 32. LNV. Den Haag.

LASER. 1997b. Aanvraag oppervlakten 1997 voor opgave: Vereenvoudigde regeling en Voederareaal. pp. 24. LNV. Den Haag.

Leeuwen W. van. 1995. Preventie en mechanische bestrijding (ROC Vredepeel, Bedrijfssystemenonderzoek III). *Ekoland*, 1995 (12): 20/1.

Leeuwen W. van, Wijnands F.M. 1997. Bedrijfsidentiteit vormgegeven door vruchtwisseling, bemesting en ecologische infrastructuur. *Ekoland*, 1997 (4): 15/6.

Leferink S., Hoekstra R. 1997. Gezonde landbouw, goed drinkwater. Stimuleringsaanpak voor de landbouw in grondwaterbeschermingsgebieden, rapportage 1996. pp. 31. Waterleiding Maatschappij Overijssel. Zwolle.

LEI-DLO/CBS. 1996. Landbouwcijfers 1996. pp. 273. LEI-DLO. Den Haag.

LEI-DLO/CBS. 1997. Landbouwcijfers 1997. pp. 329. LEI-DLO. Den Haag.

- Linden F.C. van der. 1996. Biologische landbouw, 1995. Maandstatistiek van de landbouw (CBS), 1996 (7) 30-32.
- Linden F.C. van der. 1997. Biologische landbouw 1995 en 1996. Nog niet gepubliceerde CBS gegevens.
- LNV. 1975. Relatienota. Nota betreffende de relatie landbouw en natuur- en landschapsbehoud. Tweede Kamer, zitting 1974-1975, 13285, nrs. 1-2. Sdu. Den Haag.
- LNV. 1990. Structuurnota Landbouw: Overheidsbeslissing. pp. 174. Sdu. Den Haag.
- LNV. 1991. Meerjarenplan Gewasbescherming. pp.298. Sdu. Den Haag.
- LNV. 1993. Bergboerenregeling. Folder. DBL. Utrecht.
- LNV. 1995a. Biologische landbouw (2e gewijzigde druk). pp. 22. Infotitel-serie no. 10.
- LNV. 1995b. Integrale notitie mest- en ammoniakbeleid. pp. 39. Nota DL/962355; 27-11-1996. Sdu. Den Haag.
- LNV. 1996a. Plan van aanpak biologische landbouw. pp. 16. Nota DL/962355; 27-11-1996. Ministerie LNV. Den Haag. Ministerie LNV. Den Haag.
- LNV. 1996b. Regeling beheersovereenkomsten en natuurontwikkeling (Rbon). pp. 41. DLG. Utrecht.
- LNV. 1997a. Wijziging van de Meststoffenwet. Gewijzigd voorstel van wet. 25 februari 1997. pp. 36. Eerste Kamer, vergaderjaar 1996-1997, 24782, nr. 219. Sdu. Den Haag.
- LNV. 1997b. Wet van 2 mei 1997, houdende wijziging van de Meststoffenwet. pp. 36. Staatsblad 360. Sdu. Den Haag.
- LT jaartal. 1997. Bijdragen van: Kloen, H.; Kouwenhoven, J.K.; Postema W. In: Dossier Biologische landbouw. LT jaartal (16-10-1997), 6 (14): 5, 10 en 11.
- Lousma L. 1997. Ongepubliceerde data. Team Ontwikkeling & Beheer, Regio Noord, LASER, LNV.
- MBT. 1996a. Waarom en hoe richtlijnen. MBT Nieuws, 1 (3): 1.
- MBT. 1996b. Controle op richtlijnen. MBT Nieuws, 1 (2): 1.
- MBT. 1997. MBT-richtlijnen aardappelen. MBT. Zoetermeer.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. 1972. The Limits to growth. Universe Books. New York.
- Meinardi C.R., Eertweegh G.A.P.H. van den. 1995. Onderzoek aan drainwater in kleigebieden van Nederland. Deel I: Resultaten van het veldonderzoek. pp. 126. Rapport nr. 714901007. RIVM. Bilthoven.

Meinardi C.R., Eertweegh G.A.P.H. van den. 1997. Onderzoek aan drainwater in kleigebieden van Nederland. Deel II: Gegevens van het oriënterend onderzoek. Rapport nr. 714801013. RIVM. Bilthoven.

Möller K., Zinkernagel V., Reents H.J., Habermeyer J. 1998. Is Phytophthora infestans the only cause for low yield in organic potato crops? The impact of potato nitrogen nutrition. pp. 59-66. In: Second workshop of an European network on development of integrated control strategy of potato late blight. 24-27 September 1997 at Carlow, Ireland. Special report no. 3. PAV. Lelystad.

Montizaan M., Siebenga S. 1995. Akkerrandenbeheer door wildbeheereenheden. p.157-162. In: Snoo G.R. de, Rotteveel A.J.W., Heemsbergen H. (eds.). 1995.

Mooren M.A.M., Hoogervorst N.J.P. 1993. CLEAN, het RIVM-landbouwmodel deel 1: modelstructuur, versie 1.0. Rapport nr. 259102005. RIVM. Bilthoven.

Nieuwland Advies. 1996a. Biologische landbouw een schone oplossing; mogelijkheden voor waterleidingbedrijven om biologische landbouw in grondwaterbeschermingsgebieden te stimuleren. pp. 44. VEWIN. Rijswijk.

Nieuwland Advies. 1996b. Milieuvriendelijke landbouw in grondwaterbeschermingsgebieden, stimuleringsprojecten van waterleidingbedrijven in 1996. pp. 28. VEWIN. Rijswijk.

Noot J. 1997. Pers. mededeling; medewerker Waterleidingmaatschappij Drente. Assen.

NRLO. 1977. Rapport van de Stuurgroep Alternatieve Landbouw. pp. 123. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. Den Haag.

NUBL. 1996. Nadere Uitwerking Brabant-Limburg plattelandsprojecten. Samen aan de slag; ruimte voor nieuwe initiatieven voor plattelandsprojecten. pp. 15. Projectburo NUBL. Eindhoven.

Odum H.T. 1971. Environment, power and society. pp. 331. Wiley-Interscience. New York

Oenema O., Boers P.C.M., Eerdts van M.M., Fraters B., Meer H.G. van der, Roest C.W.J., Schröder J.J., Willems W.J. 1997. The nitrate problem and nitrate policy in the Netherlands. Nota 88. AB-DLO. Wageningen.

Oostindie H., Broekhuizen R. van. 1997. Passen en meten. Een praktijkonderzoek naar de inpasbaarheid van beheersovereenkomsten. LBL-publicatiereeks nr. 100. Vakgroep Sociologie/LUW. Wageningen.

PAV/IKC. 1992. Themadag bedrijfssystemen met een toekomst. pp. 216. Themaboekje nr. 14. PAV. Lelystad.

Ploeg J.D. van der, Miedema S., Roep D., Broekhuizen R. van, Bruin R. de. 1992. Boer, bliuwe, blinder ..! Bedrijfstijlen, ondernemerschap en toekomstperspectieven. Bedrijfstijlenstudie 6. LUW. Wageningen.

Ploeg J.D. van der. 1993. Persoonlijke mededeling. Boer moet bakens verzetten. Diversiteit is de sleutel voor de toekomst. NRC-Handelsblad 26-11-1993 p.11/2.

Poppe F.M., Brouwer F.M., Welten J.P.P.J., Wijnands J.H.M. (eds). 1993. Landbouw, milieu en economie; editie 1993. pp. 202. Periodieke rapportage 68-91. LEI-DLO. Den Haag.

Poppe F.M., Brouwer F.M., Welten J.P.P.J., Wijnands J.H.M. (eds). 1995. Landbouw, milieu en economie; editie 1995. pp. 206. Periodieke rapportage 68-93. LEI-DLO. Den Haag.

Prov. Noord-Brabant. 1995. Stimuleren werkt, drie jaar ervaring met het stimuleringsproject Beerze-Reuzel-Dommel-Mark. pp. 9. Brochure. Provincie Noord-Brabant. Den Bosch.

Prov. Noord-Brabant. 1996. Stimuleringsproject Beerze-Reuzel-Dommel-Mark 1992-1995, terugblik op de stimuleringsprojecten voor de landbouw in Noord-Brabant. pp. 7. Provincie Noord-Brabant. Den Bosch.

Prov. Noord-Brabant. 1997. Landbouw stimuleringsprojecten 1997. pp. 20. Provincie Noord-Brabant (Buro Gebieden). Den Bosch.

Reijntjes C., Haverkort B., Waters-Bayer A., 1992, Farming for the future. An Introduction to Low-External-Input Sustainable Agriculture, Macmillan Press Ltd., London, UK.

Reus J.A.W.A., Faassen R. 1995. Kilo's of milieubelasting? II, berekening van doelgerichte reductiepercentages voor bestrijdingsmiddelen. Rapport 199-1995. CLM. Utrecht.

RIVM. 1996. Achtergronden bij: Milieubalans '96. pp. 329. RIVM. Bilthoven.

RIVM. 1998. Onderzoek 1998 van het Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek (deelproject 711901EA). RIVM. Bilthoven.

RLG. 1997. Tien voor de toekomst; advies ten behoeve van de beleidsagenda voor het landelijk gebied in de 21e eeuw. pp.71. Publicatie RLG 97/2. Raad voor het Landelijk Gebied. Amersfoort.

Röling N.G., Drumpt H. van. 1997. Akkerbouw of afbouw? Een verkenning die zich niet laat kisten door kostprijs. pp.50. 2-e voorlopige versie. (NRLO Verkenning 'Innovatie in land- en tuinbouw op weg naar 2015').

Rovers J. 1996. Telers helpen bij zoektocht naar ideale bedrijf. Groenten + fruit/vollegrondsgroenten. Week 8, 23 februari 1996 p.14-15.

Schotten C.G.J., Velde R.J., Scholten H.J., Boersma W.T., Hilferink M., Ransijn M., Rietveld P., Zut R. 1997. De Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik. Rapport nr. 711901002. RIVM. Bilthoven.

Schröder J.J., Asperen P. van, Dongen G.J.M., Wijnands F.G. 1993. Nutriëntenbenutting en -verlies bij akkerbouwgewassen: een theoretische verkenning. Rapport 186. AB-DLO. Wageningen.

Schröder J.J., Vos J. 1995. De stikstofkringloop: keten of vergiet. In: Hoe ecologisch kan de landbouw. Thema publicatie no. 3. AB-DLO. Wageningen.

Schröder J.J., Asperen P. van, Dongen G.J.M., Wijnands F.G. 1996. Nutrient surplusses on integrated arable farms. European Journal of Agronomy, 5: 181-191.

- Schröder J.J., Keulen H. van. 1997. Modelling the residual N effect of slurry applied to maize land on dairy farms in the Netherlands. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45: 477-494.
- Skal. 1995. Jaarverslag 1995, Skal controle organisatie voor biologische producten. Skal. Zwolle.
- Smale B.H. 1996. Subsidie (MacSharry) op een derde van de landbouwgrond. *Maandstatistiek van de landbouw (CBS)*, 1996 (10) 42-46.
- SMK. Ongedateerd. De Milieukeur - meerwaarde voor produkt en milieu. pp. 15. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1995a. Certificatieschema voor de teelt van aardappelen. pp. 27. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1995b. Certificatieschema voor de teelt van uien. pp. 28. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1995c. Certificatieschema voor de teelt van tarwe. pp. 26. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1996a. Certificatieschema appels en peren. pp. 16. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1996b. Certificatieschema paprika. pp. 16. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- SMK. 1996c. Aardappelen met Milieukeur scoren 90% milieuwinst bij bestrijdingsmiddelengebruik. Persbericht 18-03-1996. Stichting Milieukeur. Den Haag.
- Snoo G.R. de. 1995. Unsprayed field margins: implications for environment, biodiversity and agricultural practice. The Dutch field margin project in the Haarlemmermeerpolder. CML. Leiden.
- Snoo G.R. de, Rotteveel A.J.W., Heemsbergen H. (eds.). 1995. Akkerranden in Nederland. pp. 194. IKC Natuurbeheer. Wageningen.
- Soest F. van. 1998. Aanzet tot de ontwikkeling van een methode voor een kwantitatieve evaluatie van gebiedsgericht milieubeleid. Een pilot studie voor twee gebiedsgerichte projecten. pp. 84. Rapport nr. 711901025. RIVM. Bilthoven.
- Steiner R. 1970. *Landwirtschaftlicher Kursus 1924*. Philosophisch-Antroposophischer Verlag am Goetheanum. Dornach.
- Tjalkes I. 1996. Introductie mineralenboekhouding op biologische bedrijven; eerste verslag. pp. 41. DLV. Dronten.
- Toonders J. 1997. Someren: ervaringen positief. *NUBL-nieuws*, april 1997, nummer 4, p. 5.
- Udo de Haes H.A. 1995. Akkerranden in Perspectief. p.7-13. In: Snoo G.R. de, Rotteveel A.J.W., Heemsbergen H. (eds.). 1995.

- Velde R.J. van de, Thewessen T.J.M., Jong K. de, Grunsven J.J.M. van, Beurden A. van, Bakema A. 1998. Een Decision Support Systeem Groene Ruimte; concepten en bouwstenen, verslaglegging van de oriëntatiefase. Rapport nr. 711901022. RIVM. Bilthoven.
- Vereijken P. 1983/88. Jaarverslagen Proefbedrijf OBS van 1980 tot 1985. PAV. Lelystad.
- Vereijken P. 1990. Proefbedrijf OBS. p.11-19. In: Vereijken P., Wijnands F.G. (eds). 1990.
- Vereijken P. 1997. Persoonlijke mededeling: 'Boeren hebben slootkanten in hun hart gesloten'. Agrion, 26 (3): 4-7.
- Vereijken P., Wijnands F.G. (eds). 1990. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk; strategie voor bedrijf en milieu. pp. 86. Publikatie nr. 50. PAGV. Lelystad.
- Vereijken P., Beusichem W.L. van (eds). 1992. Research on integrated farming systems in the Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science, 40: 207-337.
- Vereijken P., Kloen H., Visser R. 1994. Innovatieproject ecologische akkerbouw en groenteteelt; 1e voortgangsrapport. Rapport 28. AB-DLO. Wageningen.
- Vereijken P., Kloen H., Visser R. 1996. Perspectieven van het innovatieproject ecologische akkerbouw en groenteteelt voor en beleid van dynamiek en vernieuwing; tussenrapport oktober 1996. pp. 38. Rapport 6-013hu. AB-DLO. Wageningen.
- Verstraten F. 1997. Snijmaisteelt; op de goede weg, maar einddoel nog niet bereikt. pp. 53-57 In : Beldman, A.C.G. (ed.). 1997. Management op Duurzame Melkveehouderijbedrijven. MDM publicatie nr. 6. PR. Lelystad.
- VEWIN. 1996. De valkuilen van het bestrijdingsmiddelenbeleid. pp. 56. Brochure grondstoffen. Vereniging van exploitanten van waterleiding bedrijven in Nederland. Rijswijk.
- Vries G.J.H. de. 1997. Milieuprestaties van EKO-landbouw. Rapport CLM 325-1997. Centrum voor Landbouw en Milieu. Utrecht.
- Water K. 1998. Persoonlijke mededeling; medewerker DLV. Woerden.
- Werff P.A. van der (ed.). 1993. Milieuemissies en mineralenbalansen van biologische gemengde bedrijven op zandgrond. pp.129. Vakgroep Ecologische Landbouw Rapport 93/6. LUW. Wageningen.
- Werkgroep EPG. 1994. Eindrapportage Werkgroep Evaluatie Provinciaal Grondwaterbeschermingsbeleid, juli 1994. VROM. Den Haag.
- Wesselo A. 1997. Persoonlijke mededeling; medewerker Stichting MBT. Zoetermeer.
- Wijnands F.G. 1995. Terug met stikstof, norm op zand- en dalgrond niet haalbaar. Boerderij/akkerbouw, 81 (24): 12-13.
- Wijnands F.G., Kroonen-Backbier B.M.A., Hofmeester Y., Leeuwen-Haagsma W.K., Boerma J., Dongen G.J.M. van. 1992. Ontwikkeling van geïntegreerde bedrijfssystemen. pp. 9-125. In: PAV/IKC, 1992.

Wijnands F.G., Asperen P. van, Dongen G.J.M. van. 1994. Geen relatie tussen N overschot en N in profiel. Aardappel laat meeste stikstof achter. Oogst-plus 18-08-1994, p.10-11.

Wijnands F.G., Asperen P. van, Dongen G.J.M. van, Janssens S.R.M., Schröder J.J., Bon K.B. van. 1995a. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw. Beknopt overzicht technische en economische resultaten. pp. 126. Verslag nr. 196. Proefstation voor de Akkerbouw in Volle Grond. Lelystad.

Wijnands F.G., Leeuwen-Haagsma W.K. van, Asperen P. van. 1995b. Stikstofverliezen; theorie en praktijk. IKC-Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroente, 1995 (5): 25-33.

Wijnands F.G., Leeuwen-Haagsma W.K. van. 1995c. Alternatieven voor meting N-uitspoeling. Oogst-plus, 18 augustus, p.14-15.

Wijnands F.G., Hack-ten Broeke M.J.D. 1998. Uitspoeling op zandgronden bijna beheersbaar, geïntegreerde aanpak noodzakelijk. Oogst (in druk).

Willems W.J., Fraters B. 1995. Naar afgestemde kwaliteitsdoelstellingen voor nutriënten in grondwater en oppervlaktewater; discussienotitie. Rapport nr. 714901003. RIVM. Bilthoven.

Woerkum C.M.J. van. Interactieve beleidsvorming en het Natuurbeleidsplan. pp. 13-18. In: Verslag themamiddag Natuurbeleid en communicatie. Werkdocument 79. IKC-N. Wageningen.

WVFS. 1997. Derde rapportage. pp. 150. Werkgroep Vergroening van het Fiscale Stelsel. Ministerie van Economische Zaken. Den Haag.