

Best Practices Bodembiodiversiteit

Marjoleine Hanegraaf (NMI bv) & Frans van Alebeek (PPO-AGV), december 2013

Er bestaan al veel teeltmaatregelen om de bodembiodiversiteit te verbeteren ('best practices'). Die maatregelen zijn over het algemeen niet bijzonder of ingewikkeld, en veel ervan zijn goed in te passen in de praktijk van de akkerbouw. Voor veel van de maatregelen geldt dat ze nu vooral worden ingezet om de chemische en/of fysische eigenschappen van de bodem te verbeteren. Hier worden die maatregelen voor het eerst *met een andere bril op* besproken: in het licht van de relatie tussen bodembiodiversiteit en landbouwproductie. Deze andere manier van kijken kan ertoe leiden dat maatregelen die eerder niet zinvol leken, nu wel als zinvol naar voren komen. Ook kan blijken dat voor een iets andere inpassing van maatregelen moet worden gekozen om optimaal resultaat te hebben. Benutten van bodembiodiversiteit is vooral een kwestie van bewust waarnemen welke knelpunten rondom de bodem zich voordoen in een perceel, een bepaalde teelt of het gehele bedrijfsareaal. Om vervolgens stil te staan bij de vraag of het bodemleven hierin een rol speelt of kan spelen, en hoe dan die functie(s) van het bodemleven kan (kunnen) worden versterkt (zie het '5-stappenplan' voor een systematische aanpak). In dit document zijn de belangrijkste maatregelen gerangschikt onder 5 kopjes:

Benut het bodemleven

0. Algemeen over bodembiodiversiteit
1. Evenwicht op de organische stof balans

Nutriëntenlevering (Chemisch)

2. Aanvoer verse organische stof
3. Verbeterde P-benutting
4. Bijsturen van de zuurgraad

Bodemstructuur (Fysisch)

5. Toepassen niet-kerende grondbewerking
6. Vaste rijpaden
7. Gebruik van bodemverbetersaars e.d.
8. Alleen berijden bij goede draagkracht

Algemene ziektevering (Biologisch)

9. Ruime vruchtwisseling
10. Verminderen chemische middelen
11. Teelt van groenbemesters
12. Beschermend vegetatiedek, mulchen

Overig

13. Samenwerking met veehouders, grond en mest
14. Kruidenrijke akkerranden

Bij elke maatregel wordt kort beschreven waar het om gaat, wat de relatie van deze maatregel met het bodemleven is, en voor welke omstandigheden of knelpunt deze maatregel een oplossing of verbetering kan bieden. Bij elke maatregel worden vakbladartikelen en rapporten genoemd waarin resultaten van onderzoek over of praktijkervaringen met deze maatregel worden beschreven. Referenties zijn voorzien van een link waar op internet de originele publicatie is te raadplegen.

Benut het bodemleven

0. Algemene informatie over bodembiodiversiteit

- Anoniem, 2013. Projectenoverzicht Masterplan MineralenManagement versie 2 juli 2013. Productschap Akkerbouw. http://www.kennisakker.nl/files/Pagina/Resultatenkrant_MMM02072013.pdf
- Bos, M.M., M. Zanen. 2011. Indicatoren voor functionele agrobiodiversiteit (FAB) in de bodem. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 31 p. <http://www.louisbolk.org/downloads/2546.pdf>
- Cuijpers, W.J.M., P. Belder, M. Zanen. 2012. Aardbei op weerbare bodem - benutten van natuurlijke functies voor het leveren van ecosystemendiensten. Rapport 2012-024 LbP. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 48 p. <http://www.louisbolk.org/downloads/2636.pdf>
- DLV Plant en PPO-BBF, 2012. GoeddoorGrond. Introductie bodemkwaliteit en biodiversiteit in de landbouwpraktijk van Noord-Holland. Eindverslag 1 januari 2009 – 30 juni 2012. http://www.tuinbouw.nl/sites/default/files/Eindrapport%20Goed%20door%20grond%2014585_0.pdf
- Dogterom, J.; Korthals, G.W.; Gastel-Topper, A.W.W. van; Meuffels, G.J.H.M., 2010. Agrobiodiversiteit en duurzaam bodembeheer in de provincie Limburg (Venray e.o) : eind rapportage. Wageningen : DLV Plant & PPO-AGV. <http://edepot.wur.nl/142850>
- EU, Interreg, and Bodembreed. 2012. Bodemorganismen@work: over het leven in landbouwbodems. Leuven: Provincie Vlaams-Brabant. http://www.vlaamsbrabant.be/binaries/publicatie-bodemorganismen-at-work-brochure_tcm5-81940.pdf
- Haan, J. J. d., W. Sukkel, L. P. G. Molendijk, and B. J. M. Meijer. 2011. Vruchtbare Gronden; Praktijkonderzoek Plant & Omgeving werkt aan bodemkwaliteit. Lelystad: PPO-agv / WUR. <http://edepot.wur.nl/172905>
- Hamont, J. v. 2010. Gratis hulp: optimaal werken met bodemleven. Nieuwe oogst. Gewas / uitg. van de land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB 2010 (16 januari): 14-15.
- Hanegraaf, M., A. Thermoshuizen, J. Bloem, and NMI. 2012. Bodembiodiversiteit: wat kan de praktijk ermee. Nieuwe oogst. Gewas / uitg. van de land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB 8 (14): 8-9. <http://edepot.wur.nl/247775>
- Hanegraaf, M.C., A. Termorshuizen en J. Bloem, 2013. Bodembiodiversiteit. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/bodembiodiversiteit>
- Janmaat, L., and W. J. M. Cuijpers. 2012. *Weerbare bodemwijzer*. Driebergen: Louis Bolk Instituut. <http://www.louisbolk.org/downloads/2701.pdf>
- Jeffery, S., C. Gardi, A. Jones, L. Montanarella, L. Marmo, L. Miko, K. Ritz, G. Peres, J. Römbke and W. H. van der Putten, (eds.), 2010, European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/biodiversity_atlas/Documents/Biodiversity_Atlas.pdf
- Jonkheer, E. 2011. Aaltjes opsporen als Sherlock Holmes : thema aaltjes. *Akker magazine : onafhankelijk vakblad voor de akkerbouw* (5): 30-33. <http://edepot.wur.nl/186708>
- Koopmans, C. 2007. Bodemsignalen : praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Zutphen: Roodbont. <http://edepot.wur.nl/199149>
- Koopmans, C., M. Zanen, and C. ter Berg. 2005. *De kuil : bodembeoordeling aan de hand van een kuil*. Driebergen: Louis Bolk Instituut. <http://edepot.wur.nl/115759>
- Postma, R., L. van Schöll, H.J. Russchen, H. de Boer, J. Dogterom en P.J. van Erp, 2012. Naar een duurzaam bodem- en nutriëntenbeheer in de akkerbouw. Wageningen, NMI rapport. <http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdokument/Rapport%201442-def.pdf>
- Reindsen, H. 2012. Aaltjes: eerst diagnose, daarna actie : machines oorzaak van ovale besmettingshaard in het veld. *Nieuwe oogst. Gewas / uitg. van de land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB 8* (5): 8-9. <http://library.wur.nl/WebQuery/artik/lang/1984164>
- Reubens B., Ruysschaert G., D'Hose T., D'Haene K. 2012. Eindrapport BodemBreed Interreg: overzicht van resultaten, inzichten en aanbevelingen. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België. 147 p. <http://www.bodem Breed.eu/resultaten>
- Riemens, M.M.; Huiting, H.F.; Deru, J.; Schooten, H.A. van; Schans, D.A. van der; Verloop, J.; Aarts, F.; Weide, R.Y. van der, 2013. Duurzaam bodembeheer maïs. Lelystad : PPO-AGV. <http://edepot.wur.nl/250121>

- Rottink, A. 2007. De bodem doorgrond: een fascinerende blik in de bodem. Oosterbeek: Blgg & Imagro BV.
- Rutgers, M. & L. Dirven-Van Breemen (red), 2012. Een gezonde bodem onder een duurzame samenleving. Rapport 607406001. Bilthoven: RIVM. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607406001.pdf>
- Rutgers M, Mulder C, Schouten AJ, Bloem J, Bogte JJ, Breure AM, Brussaard L, de Goede RGM, Faber JH, Jagers op Akkerhuis GAJM, Keidel H, Korthals GW, Smeding FW, ten Berg C, van Eekeren N, 2007. Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. RIVM Rapport 607604008/2007. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607604008.pdf>
- Schils, R. 2012. 30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid. *Kennisakker / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving*: 146. <http://edepot.wur.nl/240537>
- Smeding, F., J. Bokhorst, and C. ter Berg. 2005. *Instrumentenkaart: bodemkwaliteit*. Wageningen: PPO [etc.]. <http://edepot.wur.nl/115691>
- Tönjes, J. 2013. Zonder duurzaam beheer minder groei. *Nieuwe oogst / LTO Noord. Editie Oost* 9 (2 februari): 17. <http://www.louisbolk.org/uploads/images/Zonder%20duurzaam%20beheer%20minder%20groei%20i%20Nieuwe%20Oogst.pdf>
- Wiltling, P. 2010. Geelverkleuring meestal geen stikstofgebrek! *Cosun magazine / uitg.: Cooperatie Cosun* 44 (1): 12-13. <http://edepot.wur.nl/135255>
- Zanen, M. 2013. Sturen op bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit. *Bodem : kwartaalblad voor informatie-uitwisseling en discussie over bodembescherming en bodemsanering* 24 (1): 11-13. <http://www.louisbolk.org/downloads/2703.pdf>
- Zanen, M., P. Belder, W. Cuijpers en M. Bos, 2011. Rapport Bodembreed Interreg. Deel 1. Duurzaam bodembeheer & Functionele Agrobiodiversiteit in de bodem en Deel 2. Bodemleven. <http://www.bodembreed.eu/info/resultaten/>
- Zanen, M., M. Bos, P. Belder, L. Janmaat, L. Molendijk, G. Korthals, and F. van Alebeek. 2011. *FAB en een weerbare bodem*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. <http://edepot.wur.nl/188874>

1. Evenwicht op de organische stof balans

- Wat omvat dit?** Er voor zorgen dat op bouwplanniveau voldoende organische stof van de juiste kwaliteit wordt ondergewerkt om het bodemleven te voeden. Mogelijke aanvoerposten zijn dierlijke mest, gewasresten, groenbemesters of compost.
- Relatie met bodemleven?** Organische stof in combinatie met een actief bodemleven heeft een positief effect op biologische, chemische en fysische aspecten van bodemkwaliteit. Vers, N-rijk materiaal kan leiden tot een verhoogde ziektevering van de bodem. Echter in sommige gevallen kan een uitbraak van pathogenen het gevolg zijn. Gemakkelijk afbreekbare organische stof kan een forse bijdrage leveren aan het beschikbaar komen van N, P en S. Stabieler organische stof is van belang voor de capaciteit van de bodem om nutriënten zoals K, Mg en Ca te binden en vocht vast te houden. Door de microbiële omzettingen van organische stof kan ook de bodemstructuur verbeteren, onder andere door de afgifte van slijmstoffen die de aggregatie bevorderen.
- Voor welke situaties?** Voor een vitale, weerbare bodem is regelmatige aanvoer van organisch materiaal noodzakelijk. Voor het verhogen van de nutriëntenlevering van uw grond kan beter N-rijke organische stof, zoals dierlijke mest, worden aangevoerd. Om het gehalte stabiele organische stof te verhogen (voor een betere vochtbalans en structuur), kunnen het beste stabiele stoffen zoals compost worden aan gevoerd. De aanvoer van organische stof kan op gespannen voer staan met het werken binnen de gebruiksnormen. De nieuwe denkwijze voor het opstellen van bemestingsplannen is om eerst uit te gaan van de aanvoer van, bijvoorbeeld, compost, en vervolgens te berekenen welke aanvullende bemesting nog nodig is. Een geringe meeropbrengst is vaak voldoende om de meerkosten van de aanvoer van organische stof op te vangen.

Meer informatie:

- Burgt, G.J.H.M. van der, en P. Rietberg, 2012. Onderzoek maaimeststoffen Van Strien 2011. Rapport 2012 027 LpB, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 40 pp. <http://orgprints.org/21711/1/2668.pdf>
- Burgt, G.J.H.M. van der, B. Timmermans en C. ter Berg, 2010. Minder en Anders Bemesten. Onderzoeksresultaat akkerbouw op klei. Maaimeststoffen bij aardappel, Van Strien. <http://edepot.wur.nl/169591>
- Haan, J.J. de; Geel, W.C.A. van; Paauw, J.G.M.; Burgt, G.J.H.M. van der; Hospers-Brands, A.J.T.M.; Venhuizen, A.; Oonk, K., 2013. Organische (nieuwe) meststoffen, (gewenste) samenstelling en werking. <http://www.kennisakker.nl/node/3499>
- NMI (2008) Kenniswaaier Bodembeheer en bodembiodiversiteit. Nutriënten Management Instituut, Wageningen. http://oud.digischool.nl/nlt/nlt1h014/Achtergrondinformatie/Bodembeheer_en_bodembiodiversiteit.pdf
- Postma, R., G.W. Korthals, A.J. Termorshuizen, P. Dekker en T. Thoden, 2010. Effecten van verse organische stof. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effecten-van-verse-organische-stof> en http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Rapport_1326_effecten_verse_orgstof.pdf
- Rietberg, P. 2012. Groene maaimeststoffen. BioKennis bericht. [S.l.]: Louis Bolk Instituut [etc.]. <http://edepot.wur.nl/212668>
- Schoot, J.R. van der en J. de Haan, 2012. Effecten van organische stoffaanvoer op bodem en productie. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effecten-van-organische-stoffaanvoer-op-bodem-en-productie>
- Wel, C. v. d., W. Sukkel, and Wageningen UR. 2008. Bouwplan pas compleet met teelt van vanggewassen. BioKennis bericht. Wageningen [etc.]: Wageningen UR [etc.]. <http://edepot.wur.nl/8530>
- Zwart, K., A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen, G. van der Burgt, 2013. Organische stofbalans Excel-applicatie. Onderdeel van het project sturen van de N-mineralisatie met kennis over organische stof. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/organische-stofbalans-excel-applicatie>
- Zwart, K., A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen en G.J. van der Burgt, 2013. Tien vragen en antwoorden over organische stof. HLB BV. <http://edepot.wur.nl/272641>

Nutriëntenlevering (Chemisch)

2. Aanvoer verse organische stof

Zie ook onder Maatregel 1

- Wat omvat dit?** Er voor zorgen dat jaarlijks voldoende N-rijke organische stof wordt aangevoerd om middels mineralisatie in het groeiseizoen voor een deel te voorzien in de stikstofbehoefte van het gewas (en andere organisch gebonden voedingsstoffen zoals P en S).
- Relatie met bodemleven?** Gemakkelijk afbreekbare organische stof kan een forse bijdrage leveren aan het beschikbaar komen van N, P, S en sommige spore-elementen. De mineralisatie vindt grotendeels plaats in het jaar van toediening. Het restant komt in latere jaren beschikbaar.
- Voor welke situaties?** Voor of na de teelt van N-behoeftevolle gewassen zoals aardappelen. N-rijke bronnen van organische stof zijn dierlijke mest en vlinderbloemige groenbemesters. Er is veel kennis beschikbaar om een keuze te maken uit mogelijke aanvoerbronnen, uitgaande van de gehalten N, P en organische stof. De concrete mogelijkheden zijn mede afhankelijk van de ruimte om N en/of P aan te voeren.

Meer informatie:

Zie ook onder Maatregel 1

Anoniem, 2013. Hogere gewasopbrengst bij stabiele aanvoer organische stof. Boerderij 98(37)(11 juni 2013): 56

- Bokhorst, J., and G. J. v. d. Burgt. 2012. Organische stofbeheer en stikstofleverend vermogen van de grond in de Nederlandse akkerbouw. Publicatie / Louis Bolk Instituut;nr. 2012 017 LbP. Driebergen: Louis Bolk Instituut. <http://edepot.wur.nl/210085>
- Bokhorst, J.G., C. ter Berg, M. Zanen, C.J. Koopmans. 2008. Mest, compost en bodemvruchtbaarheid: 8 jaar proefveld Mest als Kans. Rapport LD10. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 28 p. <http://www.louisbolk.org/downloads/2000.pdf>
- Dijk, T.A. van, 2011. Welke mineralen passen bij de akkerbouw? <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/welke-mineralen-passen-bij-de-akkerbouw> en <http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Welke%20mineralen%20passen%20bij%20de%20akkerbouw%2C%20def.pdf>
- Haan, J.J. de (red.) 2013. Nieuwsbrief Bodem Vredepeel 2013-1. <http://www.nietkerendgrondbewerking.nl/downloads/Nieuwsbrief2013-1Bodemkwaliteitopzandgrond.pdf>
- Haan, J.J. de, 2012. Organische stof essentieel, afzien van dierlijke mest leidt tot opbrengstdaling. Akker magazine 2012 (10): 26 – 27. <http://edepot.wur.nl/240521>
- Haan, J.J. de; Geel, W.C.A. van, 2013. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen : organische stof. <http://www.kennisakker.nl/node/4039>
- Haan, J. de, H. Verstegen, J. Visser en J.R. van der Schoot, 2013. Lelystad, Bodemkwaliteit op zandgrond 2012. Informatieblad Bodemkwaliteit op zandgrond nr. 2. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR, 6 p. <http://www.grondwatercollectief.nl/upload/documents/producten/klimaatadaptatie/Flyer%20rapportage%20Bodemkwaliteit%20op%20zandgrond%202012.pdf>
- Klein Swormink, B. 2012. Belang organische stof groeit. Nieuwe oogst. Veehouderij / land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB 8 (24 maart): 9.
- Postma, R., Van Rotterdam-Los, D., Schils, R., Zwart, K. & Van Erp, P (2013) Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI Rapport 1473.N.11, 88 pp. <http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Rapport%201473%20in%20MMM-layout-def.pdf>.
- Postma R, Van Schöll L, Russchen JH, De Boer H, Dogterom J & Van Erp PJ (2012) Naar een duurzaam bodem- en nutriëntenbeheer in de akkerbouw. NMI-rapport 1442.N.11, 80 pp. <http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Rapport%201442-def.pdf>.
- Schils, R. 2012. 30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid. Kennisakker / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving: 146. <http://edepot.wur.nl/240537>
- Schrik, Y., and C. J. Koopmans. 2013. Compost duurzaam ingezet: De Compost Score Kaarten. Driebergen: Louis Bolk Instituut. <http://www.louisbolk.org/downloads/2793.pdf>
- Zwart, K., A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen en G. van der Burgt, 2013. Sturen van de N-mineralisatie met kennis over organische stof. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/sturen-van-de-n-mineralisatie-met-kennis-over-organische-stof>
- Zwart, K., A. Kikkert, A. Wolfs, A. Termorshuizen en G.J. van der Burgt, 2013. Tien vragen en antwoorden over organische stof. HLB BV. <http://edepot.wur.nl/272641>

3. Verbeterde P-benutting

- Wat omvat dit?** Het bevorderen van de opname van P uit de anorganische bodemvoorraad door het geven van een kleine startgift, een goede vochtvoorziening of (op bouwplanniveau) te kiezen voor gewassen met een hoge fosfaatefficiëntie. Stimuleren van mycorrhiza's door een laag gebruik van meststoffen, biociden in combinatie met NKG.
- Relatie met bodemleven?** Een goed bodemleven draagt bij aan de bodem als groeimedium voor het gewas. Dit bevordert de wortelontwikkeling en daarmee de P-opname uit diepere lagen. Een goede vochtvoorziening komt de plant en bodemleven ten goede. Mycorrhiza's leven in symbiose met gewassen en ruilen de inorganisch P die zij wel kunnen opnemen (maar de plant niet) tegen glucose uit de plant.
- Voor welke situaties?** De zin van een startgift is voor diverse gewassen aangetoond en kan als praktijkrijpe maatregel worden gezien. Een hoge fosfaatefficiëntie komt voor bij cruciferen zoals bladrammenas en bij vlinderbloemigen. Stimuleren van

mycorrhiza's past goed bij de biologische teelt maar is als maatregel nog weinig concreet (anders dan het verlagen van de P-bemesting)

Meer informatie:

- Burgt, G.J.H.M. van der, K. van Wijk. 2012. Fosfaatwerking in organische mest; 13 jaar onderzoek in biologische teelt op Proefveld Mest Als Kans. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 4 p.
<http://www.louisbolk.org/downloads/2738.pdf>
- Dekker, P. en R. Postma, 2008. Verhoging van de efficiëntie van fosfaatbemesting.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/verhoging-van-de-effici%C3%ABntie-van-fosfaatbemesting>
- Dijk, T.A. van, 2011. Welke mineralen passen bij de akkerbouw?
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/welke-mineralen-passen-bij-de-akkerbouw> en
<http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Welke%20mineralen%20passen%20bij%20de%20akkerbouw%2C%20def.pdf>
- DLV-Plant en NMI, 2013. Alles wat u moet weten over bemesting en bodemvruchtbaarheid. [S.I.]: Masterplan Mineralenmanagement. <http://edepot.wur.nl/256234>
- Russchen, H.J., J. Wander en J.T. Malda, 2011. Benutten van de fosfaatvoorraad in akkerbouwgronden. Hoe kan het aanwezige fosfaat in akkerbouwgronden worden vrijgemaakt voor benutting door het gewas?
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/benutten-van-de-fosfaatvoorraad-akkerbouwgronden>
- Smit, A.L., P. de Willigen, A.A. Pronk, F.J. de Ruijter en E.J.J. Meurs, 2010. Plaatsing als strategie voor een efficiënte fosfaatbemesting. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/plaatsing-als-strategie-voor-een-effici%C3%ABnte-fosfaatbemesting>

4. Bijsturen zuurgraad bodem

- Wat omvat dit?** Reguleren van de zuurgraad (pH) op het gewenste niveau voor de gewasgroei, veelal afgestemd op het meest renderende gewas in de rotatie. De juiste zuurgraad vanuit chemisch oogpunt gezien is die waarbij de belangrijkste voedingsstoffen in de juiste verhouding voor de plant beschikbaar zijn.
- Relatie met bodemleven?** De zuurgraad is mede bepalend voor de samenstelling van het bodemvoedselweb. Bacteriën bijvoorbeeld gedijen beter bij een iets hogere pH dan bijvoorbeeld schimmels. Omgekeerd draagt de belangrijkste activiteit van het bodemleven, omzetten van organisch stof, bij aan de bufferende werking van organische stof op de zuurgraad.
- Voor welke situaties?** De zuurgraad kan in de loop van enkele jaren veranderen, waarvoor een correctie wenselijk kan zijn. Ammoniumhoudende stikstofmeststoffen hebben een verzurende werking. Deze kennis over deze maatregel is praktijkrijp.

Meer informatie:

- Aben, J, 2009. De pH in het voorjaar. <http://www.kennisakker.nl/actueel/kennistekst/de-ph-het-voorjaar>
- Akker, H. van den, 2013. pH in orde? <http://www.kennisakker.nl/actueel/kennistekst/ph-orde-0>
- Dijk, W. v., and D. J. d. Boer. 2012. Hogere opbrengst door goede pH : in 2011 was zuurtegraad op driekwart maïscercelen lager dan streefwaarde. *Nieuwe oogst. Veehouderij* 8 (5): 9.
<http://library.wur.nl/WebQuery/groenkennis/1983287>
- Haan, J.J. de; Geel, W.C.A. van, 2013. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen : kalk.
<http://www.kennisakker.nl/node/339>
- Rietra, R.P.J.J.; Japenga, J.; Bouwman, L.A.; Römkens, P.F.A.M., 2006. Effect van bekalken op cadmiumopname door gewassen; resultaten van de veldproeven in het eerste jaar en tweede jaar. Wageningen : Alterra, 2006 (Alterra-rapport 1297).
<http://www2.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFfiles/Alterrapporten/AlterraRapport1297.pdf>

Bodemstructuur (Fysisch)

5. Toepassen niet-kerende grondbewerking

Wat omvat dit? Niet-kerende grondbewerking (NKG) in brede zin is een verzamelbegrip voor technieken waarbij de grond minimaal wordt bewerkt tot, eventueel licht wordt opgetild. Veelal wordt alleen de bouwvoor bewerkt. Af en toe losmaken van de ondergrond kan nodig zijn. Ook wordt NKG vaak gecombineerd met een systeem van vaste rijpaden.

Relatie met bodemleven? NKG laat de opbouw van het bodemleven zoveel mogelijk intact. Ploegen daarentegen heeft een verstrendend effect op de schimmeldraden in de bodem en brengt schade toe aan de bodemfauna groter dan enkele millimeters (bijv. de pendelaars en strooiselbewoners onder de regenwormen). Na de overstap op NKG kan in enkele jaren een biologisch evenwicht in de bodem ontstaan waarbij de functies van het bodemleven beter zijn dan onder ploegen.

Voor welke situaties? In NL wordt niet-kerende grondbewerking (NKG) ingezet als remedie tegen erosie van löss gronden. Ook zandgronden die makkelijk verdichten kunnen gebaat zijn bij NKG. Steeds meer (biologische) akkerbouwers onderzoeken deze manier van werken, bijv. vanwege de besparingen op brandstof. Onkruidbeheersing kan meer aandacht vragen. Voor het slagen van NKG zijn veelal aanvullende maatregelen nodig, zoals een succesvolle teelt van groenbemesters en andere manieren van vernietigen en onderwerken daarvan. Over de belangrijkste aspecten van NKG is voldoende kennis beschikbaar om hiermee op het eigen bedrijf ervaring te gaan opdoen. Afstemmen van de maatregel op eigen grond/teelt/bedrijf is een belangrijk aandachtspunt.

Meer informatie:

Zie ook maatregel 6 (Vaste rijpaden)

Anoniem, 2003. Effecten van grondbewerking en organische stof op de structuur van de bouwvoor
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effecten-van-grondbewerking-en-organische-stof-op-de-structuur-van-de-bouwvoor>

Balen, D. van, 2012. Effecten van grondbewerking op bodem en productie.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effecten-van-grondbewerking-op-bodem-en-productie>

Bernaerts, S., S. Muijtjens, and C. van Iperen. 2008. *Niet kerende grondbewerking (NKG)*. Biokennis bericht. Wageningen [etc.]: Wageningen UR [etc.]. <http://edepot.wur.nl/8640>

Jonkheer, E. 2013. En de boer? Hij verkocht zijn ploeg. *Akker magazine : onafhankelijk vakblad voor de akkerbouw* (4): 12-15. <http://edepot.wur.nl/255743>

Hanegraaf M.C., V Suresh Waghdhare, H van der Draai, MJG de Haas & DW Bussink (2012) Verkenning van bodemsensoren voor de landbouw. Interreg project BodemBreed, België.
<http://www.bodembreed.eu/info/resultaten>

Muijtjens, S., M. Swerts, and G. Meuffels. 2012. *Aan de slag met niet-kerende grondbewerking*. Leuven: Provincie Vlaams Brabant.
http://www.bodembreed.eu/publish/pages/2083/brochure_niet_kerende_grondbewerking.pdf

Postma, J., J. Schilder, M. T. Scholten, O. E. Bloem, and W. K. Haagsma. 2011. Invloed niet-kerende grondbewerking op bodemweerbaarheid. *Gewasbescherming* 42 (4): 169-172.
<http://edepot.wur.nl/175637>

Sukkel, W. en S. Timmermans, 2012. Ondiep ploegen : een inventarisatie; de huidige kennis en enkele praktijkervaringen. Wageningen : PPO-AGV. <http://edepot.wur.nl/245273>

Sukkel, W. 2010. Revolutie in duurzaam bodembeheer. *Syscope* 2010 (26): 27-29. <http://edepot.wur.nl/149226>

Tönjes, J. 2012. Kennis van bodem en mineralen combineren : door niet te ploegen neemt de organische stof in de bovenlaag snel toe. *Nieuwe oogst. Gewas / uitg. van de land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB* 8 (14): 8-9. <http://edepot.wur.nl/247775>

Weide, R. van der, D. van Balen en G. Meuffels, 2010. Telen zonder ploeg.

<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/telen-zonder-ploeg>

Weide, R.Y. van der; Alebeek, F.A.N. van; Broek, R.C.F.M. van den, 2008. En de boer, hij ploegde niet meer? : literatuurstudie naar effecten van niet kerende grondbewerking versus ploegen. Lelystad : PPO-AGV.

<http://edepot.wur.nl/3507>

Zanen, M., P. Belder, M.M. Bos, C. ter Berg. 2012. BodemBreed Interreg: "Veldmetingen bij niet-kerende grondbewerking en ploegen: het effect op bodemleven en bodemfuncties.". Louis Bolk Instituut, Driebergen. 65 p. <http://www.louisbolk.org/downloads/2621.pdf>

6. Vaste rijpaden

Wat omvat dit? Vaste rijpaden wil zeggen dat de rijpaden van trekkers en andere werktuigen altijd en elk jaar op dezelfde plek liggen in een perceel en dat de grond ertussen niet bereiden wordt.

Relatie met bodemleven? Het bodemleven in de beteelde grond behoudt een goede 'behuizing' en kan daardoor optimaal diensten verlenen.

Voor welke situaties? Kan in biologische en gangbare teelten worden toegepast. Er is veel praktijkrijpe kennis over deze maatregel beschikbaar. Vanwege de noodzakelijke aanpassingen in de mechanisatie is de overstap echter niet voor iedereen eenvoudig te realiseren.

Meer informatie:

Balen, D. van, 2012. Effecten van grondbewerking op bodem en productie.

<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effecten-van-grondbewerking-op-bodem-en-productie>

Jonkheer, E. 2010. Buiten de gebaande paden denken : nooit meer een wiel door het gewas. *Akker magazine : onafhankelijk vakblad voor de akkerbouw* (6): 30-35. <http://edepot.wur.nl/165171>

Keulen, H. van 2009. *Vaste rijpaden bieden veel voordeel*. BioKennis bericht. Wageningen [etc.]: Wageningen UR [etc.] <http://edepot.wur.nl/13936>

Sukkel, W. 2010. Revolutie in duurzaam bodembeheer. *Syscope* 2010 (26): 27-29. <http://edepot.wur.nl/149226>

7. Gebruik van bodemverbeteraars, toevoegmiddelen en zaadcoating

Wat omvat dit? Er zijn tal van producten beschikbaar die aan grond, meststoffen en/of zaaizaad kunnen worden toegevoegd met als doel het verbeteren van de biologische bodemkwaliteit. Deze middelen kunnen bestaan uit micro-organismen en/of organische zuren.

Relatie met bodemleven? De effectiviteit van deze middelen is vaker niet dan wel aangetoond met wetenschappelijke publicaties. De middelen zouden vooral het biologische evenwicht in de bodem bevorderen.

Voor welke situaties? Als zodanig kunnen ze worden ingezet bij zowel een situatie met weinig (weinig mineralisatie, weinig regenwormen) als met veel bodemactiviteit (hoge afbraak organische stof, bodemziekten). Vanwege het ontbreken van een goede onderbouwing van de effectiviteit van veel middelen kan deze maatregel nog niet in algemene zin worden geadviseerd, wel geschikt om in demo's ervaring mee op te doen.

Meer informatie:

Bussink, W. en T. van Dijk, 2011. Mogelijkheden en waarde van alternatieve meststoffen.

<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/mogelijkheden-en-waarde-van-alternatieve-meststoffen>

- Haan, J. de, D. Van Balen, J. Paauw, Bussink, De Haas, Van der Draai, 2013. Perspectief van bodemverbetersaars. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/perspectief-van-bodemverbetersaars>
- Paauw, J.G.M. ; Balen, D.J.M. van; Haan, J.J. de; Draai, H. van der; Bussink, D.W. ; Haas, M.J.G. de, 2012. Effecten bodem- en structuurverbetersaars. Onderzoek op klei-, zand- en dalgrond 2011. Lelystad, PPO-AGV. <http://edepot.wur.nl/205929>
- Postma, R., P. Dekker, L. van Schöll, J. Paauw, K. Wijnholds en H. Verstegen, 2009. Toetsing van meststoffen en bemestingssystemen in de aardappelteelt. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/toetsing-van-meststoffen-en-bemestingssystemen-de-aardappelteelt>
- Reindsen. 2013. Weinig microfarming door boer. *Nieuwe oogst. Gewas / uitg. van de land- en tuinbouworganisaties LTO Noord, ZLTO en LLTB 9* (16 maart): 5. <http://www.groeibalans.nl/uploads/artikel%20Nieuwe%20Oogst.pdf>
- Slabbekoorn, H. en P. Dekker, 2009. Effect van toepassing effectieve micro-organismen in de akkerbouw. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/effect-van-toepassing-effectieve-microorganismen-de-akkerbouw>
- Tonjes, J., 2012. Bodemverbetersaars objectief vergelijken. Interesse boer voor bodem en structuur vraagt om test op effect. *Nieuwe Oogst 9 juni 2012 Gewas*, p. 8. http://www.kennisakker.nl/files/files/Kennisdocument/Artikel_NieuweOogst_juni2012_bodemverbetersaars.pdf/Artikel_NieuweOogst_juni2012_bodemverbetersaars.pdf

8. Alleen berijden bij goede draagkracht

- Wat omvat dit?** Door het vermijden van rijden bij te natte omstandigheden en door te kiezen voor de juiste soort banden en een aangepaste bandenspanning kan worden voorkomen dat sterke bodemverdichting ontstaat.
- Relatie met bodemleven?** Bij te zware belasting worden poriën dichtgedrukt, waardoor de hoeveelheid zuurstof en vrij water in de bodem dalen. Daardoor worden de omstandigheden voor het bodemleven ongunstig en kan dat bodemleven minder goed organisch materiaal afbreken. Wortels kunnen minder goed doordringen in verdichte bodem, en komen daar dan water, zuurstof en nutriënten tekort. Op verdichte bodem blijven meer en langer plassen staan, waardoor het zuurstoftekort in de bodem nog groter wordt en het bodemleven nog meer wordt verstoord.
- Voor welke situaties?** Wacht tot de bodem voldoende is opgedroogd alvorens te gaan rijden en bewerken. Kies de juiste banden voor de belasting en omstandigheden, en pas de bandenspanning aan bij de belasting. Deze kennis over deze maatregel is praktijkrijp.

Meer informatie:

- Aben, J., 2009. Optimale bandenspanning maakt groot verschil. <http://www.kennisakker.nl/actueel/kennistekst/optimale-bandenspanning-maakt-groot-verschil>
- Krebbers, H., 2010. Juiste keuze en bandspanning van landbouwbanden. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/juiste-keuze-en-bandspanning-van-landbouwbanden>
- Vermeulen, G.D. en Verwijs, B.R., 2007. Inventarisatie van beschikbare techniek voor oogst en transport met lage bodemdruk. Wageningen Rapport / Plant Research International 163. <http://edepot.wur.nl/39366>
- Vermeulen, G.D., Verwijs, B.R. en Akker, J.J.H. van den, 2013. Vergelijking van de bodembelasting bij agrarisch veldwerk in 1980 en 2010. Wageningen Plant Research International rapport 501.
- Vermeulen, G.D. en Wel, C. van der, 2008. Verslag van een proef met variërende bodemdruk onder natte bodemomstandigheden. Wageningen : Plant Research International. <http://edepot.wur.nl/16627>

Algemene ziektevering (Biologisch)

9. Ruime vruchtwisseling

Wat omvat dit? Door gewassen met een lagere frequentie terug te laten keren op dezelfde percelen kunnen bodemgebonden ziekten en plagen zich moeilijk handhaven en uitbreiden. Een uitgekende, ruime vruchtwisseling leidt in het algemeen ook tot een hogere bodemvruchtbaarheid, verbetering van de bodemstructuur en het onderdrukken van onkruid.

Relatie met bodemleven? Veel bodemgebonden ziekten en plagen kunnen hun aantallen alleen opbouwen in aanwezigheid van geschikte waardplanten. In de rotatie wordt een teeltjaar van hun waardplant afgewisseld met meerdere jaren van afwezigheid, waarin de aantallen door natuurlijke sterfte weer afnemen. Gerichte inzet van specifieke groenbemesters kan de sterfte van bepaalde schadelijke aaltjes nog verder vergroten. Verschillende gewassen benutten andere nutriënten uit de bodem of brengen juist nieuwe nutriënten in (stikstofbinding door vlinderbloemigen). Verschillende mate van doorworteling heeft invloed op de structuur, en gewasresten hebben invloed op het organische stof gehalte.

Voor welke situaties? Keuzes in de vruchtwisseling zijn niet alleen op ziekten en plagen of op positieve effecten voor het bodemleven gebaseerd. Ook economische motieven spelen vaak een grote rol. Bij een tekort aan grond voor een ruimere vruchtwisseling is bijv. samenwerking tussen akkerbouwers en/of met veehouders een mogelijke oplossing. De praktijkrijpe kennis over het verruimen van de vruchtwisseling betreft vooral het terugdringen van bodemgebonden ziekten en plagen. De relatie tussen vruchtwisseling en algemene bodembiodiversiteit is nog weinig concreet uitgewerkt.

Meer informatie:

Zie ook *Maatregel 11 (Groenbemesters)* en *maatregel 13 (Samenwerking met veehouders)*

Anoniem, 2012a. 'Met schuiven in bouwplan is nog veel te winnen'. 2012. *Boerderij : weekblad gewijd aan de land- en tuinbouw, veeteelt, pluimveehouderij* 98 (11): 43.

Anoniem, 2012b. Goed bouwplan, gezonde bodem, Advertorial Agrifirm Plant, Akkermagazine nr 7 Augustus 2012, p. 32. <http://edepot.wur.nl/220087>

Beers, T. G. v. 2010. *Aaltjesmanagement in de akkerbouw*: PPO - AGV. <http://edepot.wur.nl/136434>

Dijk, W. van; Spruijt, J.; Runia, W.T.; Geel, W.C.A. van, 2013. Ruimere vruchtwisseling: voor- en nadelen voor nutriëntenbenutting en bedrijfseconomie : effecten van verruiming van vruchtwisseling op mineralenbenutting, bodemkwaliteit en economie op akkerbouwbedrijven. <http://www.kennisakker.nl/node/3769>

Dijk, W. van; Spruijt, J.; Runia, W.T.; Geel, W.C.A. van, 2012. Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Lelystad : PPO-AGV. <http://edepot.wur.nl/256035> en <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/ruimere-vruchtwisseling-voor-en-nadelen-voor-nutri%C3%ABntenbenutting-en-bedrijfse>

Dijk, W. van; Spruijt, J.; Runia, W.T.; Geel, W.C.A. van, 2012. Verruiming vruchtwisseling : wat kost het en wat levert het op? Presentatie informatiedag Masterplan Mineralenmanagement, 2012-11-28. <http://edepot.wur.nl/242619>

DLV Plant, PPO-AGV en HLB. 2012. *Aaltjeswaardplantschema*.

<http://www.kennisakker.nl/files/files/Kennisdocument/Aaltjeswaardplantschema2013.pdf/Aaltjeswaardplantschema2013.pdf>

Kamphuis, E., 2010. Bouwplan invullen jaarlijkse legpuzzel. *Boerderij*. Editie akkerbouw 95(2010)19: E18 - E19

Visscher, J., P.H.M. Dekker, H.C. de Boer, E. Brommer, O.A. Clevering, A. M. van Dam, W.C.A., van Geel, M.H.A. de Haan, I.E. Hoving, A. van der Klooster, H.A. van Schooten, R. Schreuder, P. de Wolf, 2008.

Perspectieven bedrijfsmaatregelen voor duurzaam bodemgebruik. Kosten en effectiviteit van vijf maatregelen. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Rapport 148. <http://edepot.wur.nl/33306>

- Wel, C. v. d., W. Sukkel, and Wageningen UR. 2008. *Bouwplan pas compleet met teelt van vanggewassen*. BioKennis bericht. Wageningen [etc.]: Wageningen UR [etc.]. <http://edepot.wur.nl/8530>
- Wijnands, F.G., 2000. Vruchtwisseling basis voor kwaliteitsproductie op biologisch bedrijf. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/vruchtwisseling-basis-voor-kwaliteitsproductie-op-biologisch-bedrijf>

10. Verminderen chemische middelen

- Wat omvat dit?** Terughoudendheid bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de keuze van middelen die in de Milieumeetlat (www.milieumeetlat.nl) geen of een geringe belasting voor het bodemleven hebben, om schadelijke effecten op dat bodemleven te vermijden.
- Relatie met bodemleven?** In de bodem komen tussen de 100 en 500 soorten insecten en tussen de 500 en 1000 soorten schimmels voor. Die spelen allemaal een rol in de processen van bodemvorming, afbraak van organische stof, enz. Het is onvermijdelijk dat (bovengronds) toegepaste insecticiden en fungiciden ook een (onbedoeld) neveneffect hebben op deze soortgroepen in de bodem. Helaas is over de ernst van die effecten weinig bekend en wordt daar in Nederland nauwelijks onderzoek naar gedaan. Sommige gewasbeschermingsmiddelen, maar ook meststoffen, zijn in testen sterk giftig voor regenwormen gebleken.
- Voor welke situaties?** Vooral bij middelen die bij herhaling worden toegepast is het raadzaam om etiketten goed te lezen op mogelijk beschreven neveneffecten op regenwormen en andere bodemfauna. Bedenkt dat in de waterfilm rondom gronddeeltjes en het water in poriën heel veel bodemorganismen leven. Middelen toxisch voor waterleven kunnen dus ook in de bodem allerlei groepen bereiken. Check ook de Milieumeetlat (www.milieumeetlat.nl) voor mogelijke effecten en voor eventuele alternatieve, minder schadelijke middelen. Helaas is het huidige kennisniveau over effecten van middelen op juist de bodembiodiversiteit te laag om bij de middelenkeuze rekening mee te kunnen houden.

Meer informatie:

- Rozen, K. van; Ester, A., 2003. Toxiciteitonderzoek van regenwormen 2003 : toxiciteit van biologische en chemische producten op de regenworm *Aporrectodea caliginosa* in vitro. Wageningen : Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. <http://edepot.wur.nl/33280>

11. Teelt van groenbemesters, o.a. vlinderbloemigen

- Wat omvat dit?** Groenbemesters kunnen een zeer positieve rol spelen bij het in conditie houden van de bodem. Via hun invloed op structuur (doorworteling), mineralenhuishouding (voorkomen uitspoeling, bij vlinderbloemigen: biologische N-binding) en bodemgezondheid (extra OS) leveren ze hun bijdrage aan een duurzame bodemkwaliteit.
- Relatie met bodemleven?** Verschillende effecten op de bodemgezondheid zijn mogelijk: onderdrukken van ziekteverwekkers (allelopatie), stimuleren van ziekteverwekkers (waardplant).
- Voor welke situaties?** Afhankelijk van de gekozen doelen is de keuze in groenbemesters in principe groot, maar niet elke groenbemester past in het bouwplan. Het is gewenst om bij de keuze gebruik te maken van het Aaltjeschema. Over het palet van mogelijke uitvoeringen van deze maatregel is voldoende bekend om breed te worden opgepakt.

Meer informatie:

- Zie ook onder *Maatregel 1 (Maaimeststoffen)*

- DLV Plant, PPO-AGV en HLB. 2012. *Aaltjeswaardplantschema*.
<http://www.kennisakker.nl/files/files/Kennisdocument/Aaltjeswaardplantschema2013.pdf/Aaltjeswaardplantschema2013.pdf>
- Geel, W.C.A. van, P.H.M. Dekker, W.J.M. de Groot, J.J.H. van den Akker en H.W.G. Floot, 2007. Structuurherstellend vermogen van groenbemesters.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/structuurherstellend-vermogen-van-groenbemesters>
- Hanegraaf MC en T. van Loon (2007) Stikstofinhoud van groenbemesters. Nutriënten Management Instituut, Wageningen.
[http://www.nmi-agro.nl/sites/nmi/nl/nmi.nsf/dx/WaaierGroenbemesters.PDF/\\$file/WaaierGroenbemesters.PDF](http://www.nmi-agro.nl/sites/nmi/nl/nmi.nsf/dx/WaaierGroenbemesters.PDF/$file/WaaierGroenbemesters.PDF)
- Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk, 2004. Teelthandleiding groenbemesters
<http://www.kennisakker.nl/node/34>
- Timmer, R. D., G. W. Korthals, and L. P. G. Molendijk. 2003. *Groenbemesters : van teelttechniek tot ziekten en plagen*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. <http://edepot.wur.nl/274091>
- Visser, J., L.P.G. Molendijk en G.W. Korthals, 2013. Nieuwe ontwikkelingen groenbemesters. Powerpoint presentatie Aaltjesactieplan.
http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Nieuwe_ontwikkelingen_groenbemesters.pdf
- Wander, J., 2012. Verbetering mogelijkheden groenbemesters en nieuwe groenbemesters. Resultaten van een deskstudie. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/verbetering-mogelijkheden-groenbemesters-en-nieuwe-groenbemesters>
- Wander, J., 2013. Rassenbulletin groenbemesters.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/rassenbulletin-groenbemesters>
- Wel, C. v. d. en W. Sukkel, 2008. *Bouwplan pas compleet met teelt van vanggewassen*. BioKennis bericht. Wageningen. <http://edepot.wur.nl/8530>

Informatie over vlinderbloemige groenbemesters

- Beers, T.G. van, G.W. Korthals en O. Hartsema, 2003. Waardplantgeschiktheid van vlinderbloemige groenbemesters voor aaltjes.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/waardplantgeschiktheid-van-vlinderbloemige-groenbemesters-voor-aaltjes>
- Holwerda, J., C. Wel en W. Sukkel, 2008. *Vlinderbloemigen brengen bemesting in evenwicht*. BioKennis Bericht. Wageningen UR [etc.]. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/vlinderbloemigen-brengen-bemesting-evenwicht> en <http://edepot.wur.nl/8531>
- Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk, 2004. Teelthandleiding groenbemesters. Vlinderbloemigen.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-groenbemesters-vlinderbloemigen>
- Timmer, R.D., G.W. Korthals en L.P.G. Molendijk, 2004. Teelthandleiding groenbemesters. Vlinderbloemigen.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-groenbemesters-vlinderbloemigen>

12. Bescherming vegetatiedek, mulchen

- Wat omvat dit?** De bodem zoveel mogelijk (tussen planten en tussen rijen) en voor een zo groot mogelijk deel van het jaar (onderzaai of nateelt groenbemesters) bedekt houden met vegetatie, of de bodem afdekken met een laag organisch materiaal (mulchen)
- Het effect op bodemleven?** Bedekking leidt tot minder extreme opwarming en afkoeling van de bovenste bodemlagen en tot minder uitdroging. De doorworteling van het vegetatiedek en/of de organische stof uit de mulchlaag leiden tot een rijker, actiever bodemleven wat weer leidt tot verbetering van de structuur, een betere nutriënten-beschikbaarheid en meer ziektevering
- Voor welke situaties?** Mulchen is vooral nuttig gedurende het groeiseizoen op gronden die gevoelig zijn voor uitdroging. Een vegetatiedek is nuttig in het najaar en richting winter, om

uitspoeling van nutriënten tegen te gaan en het bodemleven te blijven voeden. Bodembedekking is ook een belangrijke maatregel tegen erosie (Limburg) en verstuiven (o.a. Veenkoloniën). Deze maatregel is praktijkrijp.

Meer informatie:

- Meuffels, G., 2003. Erosieremmende teeltsystemen in mais en suikerbieten op lössgrond.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/erosieremmende-teeltsystemen-mais-en-suikerbieten-op-l%C3%B6ssgrond>
- Reuler, H. v. 2006. Afdekmaterialen tegen onkruid. Wageningen: Topsoil infoblad 6.
<http://edepot.wur.nl/26704>
- Schils, R. 2012. 30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid. *Kennisakker / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving*: 146. <http://edepot.wur.nl/240537>

Overig

13. Samenwerking met veehouders grond en mest

- Wat omvat dit?** Door percelen van melkveeouders en akkerbouwers jaarlijks onderling uit te ruilen ontstaat de mogelijkheid voor een ruimere vruchtwisseling.
- Relatie met bodemleven?** Doordat bijv. aardappelen minder vaak op hetzelfde perceel terugkeren, bouwen bodemgebonden ziekten (bijv. aaltjes) minder op en is minder inzet van gewasbeschermingsmiddelen nodig. Dat laatste heeft weer een positief effect op het bodemleven.
- Voor welke situaties?** Voor ondernemers die bij gebrek aan grond vast zitten aan een zeer intensief bouwplan biedt samenwerking ruimte voor een ruimere vruchtwisseling. Ervaringen wijzen uit dat dit ook financieel gunstig kan uitpakken voor zowel akkerbouwers als veehouders. Echter, voor sommige bodemproblemen zoals vrijlevende aaltjes of wortellessieaaltjes geeft dit weinig tot geen verlichting. De praktijkervaring leert dat het maken van goede afspraken vooraf een belangrijke succesfactor is.

Meer informatie:

- Zie ook *Maatregel 9 (Ruime vruchtwisseling)*
- Anoniem, z.j. Samenwerking melkveeouder met akkerbouwer, melkveedeel. Boeren & AgroBiodiversiteit, Informatieblad - Feiten & Effecten deel 7.
<http://www.spade.nl/upload/Informatieblad%207%20Samenwerking%20melkveeouder%20met%20akkerbouwer-melkveedeel.pdf>
- Derks, T., B. Aasman, A. Evers en J. de Wit, 2012. Resultaten berekeningen bedrijfsmaatregelen Melkveeouderij en Akkerbouw. Uden: DLV Dier. <http://edepot.wur.nl/255346>
- Drenth, H., 2010. Voedergewassen vullen bouwplan akkerbouwer : Jan Kersten: 'traditionele teelten zijn niet meer vanzelfsprekend'. Akker magazine (2010)5: 52 – 53. <http://edepot.wur.nl/165093>
- Dijk, W. van; Spruijt, J.; Runia, W.T.; Geel, W.C.A. van, 2013. Ruimere vruchtwisseling: voor- en nadelen voor nutriëntenbenutting en bedrijfseconomie : effecten van verruiming van vruchtwisseling op mineralenbenutting, bodemkwaliteit en economie op akkerbouwbedrijven.
<http://www.kennisakker.nl/node/3769> en
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/ruimere-vruchtwisseling-voor-en-nadelen-voor-nutri%C3%ABntenbenutting-en-bedrijfse>
- Eekeren, N. van & B. Philipsen, 2013. Gezonde grondruil tussen melkveeouders en bollentelers. Driebergen, Louis Bolk Instituut. <http://www.louisbolk.org/downloads/2782.pdf>
- Visscher, J., P.H.M. Dekker, H.C. de Boer, E. Brommer, O.A. Clevering, A. M. van Dam, W.C.A., van Geel, M.H.A. de Haan, I.E. Hoving, A. van der Klooster, H.A. van Schooten, R. Schreuder, P. de Wolf, 2008.

Perspectieven bedrijfsmaatregelen voor duurzaam bodemgebruik. Kosten en effectiviteit van vijf maatregelen. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Rapport 148. <http://edepot.wur.nl/33306>

14. Bloemrijke akkerranden

- Wat omvat dit?** De aanleg van meerjarige gras/kruiden-akkerranden en bufferstroken langs percelen, om een schuilplaats en uitwijkplaats te bieden aan bodemfauna voor ongunstige omstandigheden in de akker (zoals ploegen, zwarte braak of een chemisch grondontsmetting)
- Het effect op bodemleven?** In de bodem onder een soortenrijke akkerrand is de bodemfauna rijker in soorten en aantallen dan in de akker. Soorten regenwormen (pendelaars en strooiselbewoners) die door ploegen uit akkers zijn verdwenen, kunnen wel overleven in akkerranden. Op dit moment loopt onderzoek of en met welke snelheid deze soorten weer in staat zijn om akkers (geploegd of niet-kerend bewerkt) te herkoloniseren. Voorbeelden van bovengrondse, op de bodem levende fauna (loopkevers) laten zien dat akkerranden zo'n uitwijkfunctie kunnen vervullen.
- Voor welke situaties?** Dit is nog geen praktijkrijpe maatregel, onderzocht (o.a. op de Broekemahoeve in Lelystad en in de Hoeksche Waard) loopt nog. Onderzocht wordt of niet-kerende grondbewerking in combinatie met akkerranden kan leiden tot een herstel van soortenrijke populaties regenwormen. Meer informatie: mirjam.pulleman@wur.nl

Meer informatie:

- Alebeek, F.A.N. van; Visser, A.J.; Broek, R.C.F.M. van den, 2007. Akkerranden als (winter) schuilplaats voor natuurlijke vijanden. Entomologische Berichten 67 (6) p. 223 - 225. <http://edepot.wur.nl/50994>
- Berg, G.A. van den; Rozen, K. van; Pulleman, M.M., 2012. Worm blij met natte zomer : Interview met Klaas van Rozen en Mirjam Pulleman. Boerderij 97 (2012) 49 p. 40 - 43.
- Faber, J.H.; Hout, A. van der, 2009. Introductie van regenwormen ter verbetering van bodemkwaliteit. Wageningen : Alterra, 2009 (Alterra-rapport 1905). <http://edepot.wur.nl/51803>
- Heinen, M., 2013. Klimaatverandering en ecosysteemdiensten. Projectbeschrijving. <http://www.wageningenur.nl/en/project/Klimaatverandering-en-ecosysteemdiensten.htm>
- Rijn, P. van; Willemse, J.; Alebeek, F.A.N. van (Red.), 2011. FAB en akkerranden voor natuurlijke plaagbeheersing. Lelystad : PPO – AGV. <http://edepot.wur.nl/188870>
- Slobbe, E. van, H. Aalderink, B. de Vlieger, R. Torenbeek en P. Penninkhoff , 2010. Bufferstroken in Nederland. STOWA rapport 2010-39. <http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/2010-39.pdf>
- Valckx, j., Gerard Govers, Martin Hermy en Bart Muys, 2009. ECOWORM - Erosiecontrole in akkerland door het beheer van regenwormgemeenschappen. IWT Landbouwkundig onderzoek 040681. http://www.biw.kuleuven.be/lbh/lbn/ecoworm/docs/ecoworm_eindrapport.pdf

© NMI/PPO-AGV 2013

Deze Best Practices is onderdeel van het pakket 'Brede Kennisontsluiting Bodembiodiversiteit', ontwikkeld in het gelijknamige project in opdracht van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM) en het Platform Biodiversiteit, Ecosystemen & Economie (PBEE).

Dit pakket is samengesteld door Marjoleine Hanegraaf (marjoleine.Hanegraaf@nmi-agro.nl) van het Nutriënten Management Instituut (NMI BV) in Wageningen en Frans van Alebeek (frans.vanalebeek@wur.nl) van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO-AGV) te Lelystad. Wij danken alle onderzoekers en adviseurs die feedback hebben gegeven op eerdere versies van dit materiaal.

De samenstellers hebben alle mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het opstellen van teksten en opnemen van beeldmateriaal. In sommige gevallen was het onmogelijk de auteur of rechtmatige eigenaar van materiaal of daarin afgebeelde personen te achterhalen. Mocht u, als gevolg hiervan, bezwaar willen maken dan kunt u contact opnemen met NMI/PPO-AGV.

Disclaimer: Het consortium NMI en PPO-AGV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van dit materiaal of door de verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.