



Historische kennis

*Bodem en bemesting in de
kasteelt van weleer*

Geert-Jan van der Burgt

I
N
S
T
I
T
U
U
T
LOUIS BOLK

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl.

© [2009] Louis Bolk Instituut

Historische kennis; bodem en bemesting in de kasteelt van weleer. Geert-Jan van der Burgt, 24 pagina's, zoekwoorden: bodem, bemesting, grondbewerking, bedekte teelt, glastuinbouw. Dit rapport kan gedownload worden vanaf www.louisbolk.nl en www.biokennis.nl .

Publicatienummer LB27

Voorwoord

Bodemkwaliteit speelt een belangrijke rol in de biologische teelt onder glas. Een goede bodemkwaliteit – nader te definiëren – kan bijdragen aan zowel een verbeterd nutriënten-, water- en luchthuishouding als aan verbeterde ziektewerendheid. Bij het beschouwen van de bodemgerelateerde onderzoeksvragen voor de biologische bedekte teelt in 2007 kwam de optie naar voren om na te gaan in hoeverre kennis uit het wat verdere verleden geactualiseerd kan worden voor de huidige biologische teelt onder glas. We hebben het dan over de tijd dat de reguliere glasteelt nog in de grond plaatsvond.

De optie om in de oudere literatuur te kijken is opgenomen in de werkplannen voor 2008, en dit rapport is er de weergave van.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
2 Bevindingen van het literatuuronderzoek	13
3 Conclusies en aanbeveling	17
Literatuur	19

Samenvatting

Door middel van een literatuurstudie is gekeken naar kennis op het gebied van grondbewerking, worteling en bemesting in de grondgebonden kasteelt in Nederland van 1945 tot 1975. Doel hiervan was het achterhalen van inspirerende kennis voor de huidige grondgebonden biologische bedekte teelt.

Er zijn binnen de wetenschappelijke literatuur weinig publicaties over grondbewerking en worteling en meer over bemesting. Veel van de beschreven praktijken in de bedekte teelt zijn achterhaald en/of vervangen door heel andere en effectievere middelen. Dit wordt al toegepast in de biologische teelt. Ook de huidige kennis van de inzet van organische mest en compost in relatie tot de levering van mineralen is aanzienlijk groter dan die van destijds.

Wat resteert is het vraagstuk van structuur, worteling en gewenste diepte van worteling. Samengevat komt het er op neer dat diepere worteling (50 – 70 cm) zeker voordelen heeft, maar dat het geen voorwaarde is voor een geslaagde teelt. Ondiepere worteling maakt alleen dat de teler er dichtter op moet zitten en minder kan overlaten aan gewas en bodem zelf. Dit zou in onderzoek verder uitgewerkt kunnen worden.

Summary

In a literature review old knowledge about soil cultivation, rooting and fertilization in greenhouse cultivation in Holland between 1945 and 1975 is studied. The objective was to regain inspiring knowledge for nowadays organic greenhouse cultivation.

There is only few literature available on cultivation and rooting, and some more on fertilization. Many of the described old practices are replaced by other and more effective techniques which are practiced in organic greenhouses. The actual knowledge on manure and compost in relation to nutrient management is more extended.

Still there is the question of soil structure, rooting pattern and the optimum rooting depth. Summarized, deep rooting (50-70 cm) has advantages but it is not a precondition for success. Less deep rooting implicates that the grower has to be more alert and cannot leave processes to plant and soil. This could be subject of further research.

1 Inleiding

De literatuurstudie was gericht op de periode tussen 1945 en 1975 in de Nederlandse literatuur waarbij enkele eerdere publicaties en enkele buitenlandse publicaties zijn meegenomen. Er is in eerste instantie gezocht naar publicaties over bodem, grondbewerking en beworteling in de bedekte teelt in Nederland. Dat is al vrij snel uitgebreid naar publicaties over dit thema buiten de glastuinbouw. Via de toepassing van organische meststoffen zijn de thema's 'plantenvoeding' en 'bodemkwaliteit' met elkaar verbonden. Ook bemesting van gewassen in de bedekte teelt is meegenomen.

Over bodemstructuur, bodembewerking, beworteling en hun onderlinge relaties is weinig wetenschappelijke literatuur aanwezig, laat staan in het beperkte gebied van de glastuinbouw. Wel wordt beschreven (Edelman, 1946, 1948; Egberts en Scheer, 1948) dat grondsoort als zodanig een belangrijke opbrengstbepalende factor is, met als verklarende parameters vooral waterhuishouding en profielopbouw (gelaagdheid; dikte organische stofrijke bouwvoor). Naast de wetenschappelijk literatuur zijn er de nodige publicaties in vakbladen.

Binnen het thema 'bemesting' werd meer onderzoek gedaan en meer gepubliceerd. Het gaat dan om een combinatie van organische mest en kunstmest. De mineralenbalansen vertoonden destijds grotere overschotten aan stikstof, fosfaat en kalium (o.a. Hamaker, 1980, Roorda van Eysinga, 1980) dan de biologische teelt in 2001-2005 (Cuijpers et al, 2007). De aanvoer van mineralen is vergelijkbaar, maar de afvoer (opbrengst) lag 30 tot 50 jaar geleden aanzienlijk lager. Bijbemesting vond met name plaats wat betreft stikstof; de andere mineralen waren reeds (in overmaat!) toegediend met de organische bemesting. Giften van 80 tot 140 ton stalmest per hectare worden genoemd (Boon, 1953).

Wat er over de organische mest gezegd werd is vrij globaal. Van Leeuwen (1980) maakt onderscheid in welke soort organische stof voor welke grondsoort geschikt is; dit komt goed overeen met wat Bokhorst (2007) beschrijft. De kennis die we op dit moment hebben van organische mest en de daaraan verbonden mineralenlevering is groter dan toen en onder andere gecompriemd in het computerprogramma 'BodemInfoSysteem' dat beschikbaar is op www.biokennis.nl.

Een deel van de publicaties heeft betrekking op de 'staalaarde' en de 'broeivoor' (Nederpelt, 1951 ; Nederpelt en van Leeuwen, 1953 ; Nederpelt, 1956), methodes die geen aansluitingspunten meer hebben met de huidige biologische grondgebonden glasteelt. Staalgrond wordt gezien als bemesting, broeivoor niet. De staalgrond heeft een functie in de mineralenvoorziening, verbetering van de wortelgroei, de CO₂-productie en de bodemstructuur (van Winden en Snoek, 1961). Het grondverzet voor 'staalaarde', een soort grondrijke mestcompost, was enorm. De broeivoor is vervangen door de (grond)verwarming en directe CO₂-bemesting. Ook van der Kloes (1960) beschrijft in zijn scriptie broeimateriaal en staalgrond als belangrijke componenten in de glastuinbouw. Het 'overteilen' (De Tuinderij, 31 maart 1950) ofwel het twee of drie steken diep de grond loswerken en doorwerken met mest of compost, wordt wel in de vakpers sporadisch beschreven maar niet in de wetenschappelijke literatuur. Dit overteilen is een methode die zowel ingrijpt op de bemesting als op de structuur en beworteling. Droege (1950) geeft als aanbeveling twee steken diep te spitten, waarbij op de tweede steek per hectare 80 ton "korte, oude mest" wordt aangebracht. Nederpelt (1956) noemt nog de toediening van compost gedurende het seizoen. Een belangrijke functie daarvan is niet de

mineralenvoorziening maar het tegengaan van verslemping. Dit hangt weer samen met de techniek van watergeven, die inmiddels ook vergaand verbeterd is.

Naast de wetenschappelijk literatuur zijn ook artikelen uit vele jaargangen van diverse vakbladen meegenomen en zijn boeken voor het (lager en middelbaar) landbouwonderwijs bekeken (Nieuwenhuize, 1959 ; Winden en Snoek, 1961; Sanders, 1962).

Over het algemeen zijn er weinig publicaties gevonden die er op wijzen dat 'oude kennis' in opgepoetste vorm nu bruikbaar is. Enkele publicaties zouden echter wel inspirerend kunnen zijn voor de huidige biologische telers. Het gaat dan om bewortelingsonderzoek, de relatie tussen beschikbaarheid van mineralen en beworteling, diepte van beworteling en bodemstructuur. Het zijn deze publicaties die in het volgende hoofdstuk worden toegelicht. Tot slot worden in hoofdstuk drie conclusies getrokken.

De literatuurlijst aan het einde van dit rapport bevat alle titels die in de studie betrokken zijn. Lang niet alle titels daarvan worden in de tekst van dit rapport aangehaald.

2 *Bevindingen van het literatuuronderzoek*

Lang niet alle hieronder beschreven publicaties gaan over de bedekte teelt. Niettemin kan de aangedragen kennis inspirerend zijn voor het vraagstuk van worteling, bodemstructuur en grondbewerking zoals dat nu leeft in de biologische bedekte teelt, en bijdrage aan een verder verbeterde mineralenhuishouding en oogststabiliteit.

Organische stof

Kortleven en Pijl (1954) beschrijven een literatuuroverzicht (1860 – 1950) waarin gekeken wordt naar de samenhang tussen bovengrondse productie en ondergrondse wortelproductie als gewasrest, bijdragen aan de organische stof voorziening van de grond. Hun conclusie is dat de wortel- en stoppelresten toenemen met de opbrengst, en dat angst voor afnemende toevoer van organische stof aan de grond dus weerlegd wordt door sterk toegenomen opbrengsten, dus ook – weliswaar minder dan evenredig – toegenomen wortel- en stoppelresten. Of moderne rassen minder wortelresten of een hogere harvest index hebben is niet bekend. Ook Kortleven (1954) meldt toegenomen bovengrondse én ondergrondse biomassa door vergrote mineralentoevoer voor gewassen. Per gewas kan dat echter verschillen, en ook verminderde wortelvorming bij toenemende mineralenbeschikbaarheid komt voor. Lang niet altijd is duidelijk op wel traject van beschikbaarheid de proeven betrekking hebben: in en traject van lage naar goede beschikbaarheid of in een traject van goede naar overmatige beschikbaarheid.

Kortleven (1957, 1959 A, B, C) noemt een voor gewasgroei (vollegronds) optimaal gehalte van 7% organische stof, waarbij in gedachte moet worden gehouden dat het ging om 2 miljoen kg grond per hectare, dus ongeveer 15 cm diepte. De huidige ploegdiepte ligt rond 25 cm. De verbeterde gewasopbrengst wordt toegeschreven aan de factoren vochtvoorziening, ionenbuffer en het geleidelijk vrijkomen van voedingsstoffen. Voor de biologische bedekte gestookte teelt wordt als vuistregel 4 tot 6% aangehouden in 0-25 cm, te bereiken en te handhaven door een jaarlijkse gift van 50 ton compost (Janmaat en Cuijpers, 2005 ; Cuijpers et al, 2007).

Wortelgroei, worteldiepte en mineralen

Gliemeroth (1953) beschrijft een experiment over de samenhang tussen plaatsing van nutriënten, wortelverdeling in de diepte, grondbewerking en vochthuishouding. Diepe grondbewerking heeft een positief effect op worteling in de diepere lagen; bewerking samen met het inbrengen van meststoffen geeft een nog sterker effect. De wortels reageren sterk op de aanwezigheid van nutriënten door extra wortelgroei. De sterkste reactie vindt plaats op stikstof, daarna op fosfaat, en daarna op kalium. Het gaat om zowel wortelmassa als aantallen zijwortels en haarwortels. Bij een bemeste ondergrond, waar dus wortelvorming gestimuleerd is, vindt extra wateropname plaats in geval van droogte.

Dit beeld wordt grotendeels bevestigd door Goedewaagen (1955): bemesting en losmaken van de (onder)grond kunnen elkaar versterken. Goedewaagen beschrijft ook een experiment waarbij de bouwvoor van extra nutriënten voorzien wordt en waarbij de wortelontwikkeling van bouwvoor en ondergrond bemeten wordt. De reactie op de afzonderlijke voedingsstoffen is iets afwijkend van wat Gliemeroth (1953) beschrijft. Kalium geeft geen verschillen, bij toegenomen stikstof in de bouwvoor neemt het aantal wortels in de ondergrond af, maar bij toegenomen fosfaatbemesting in de bouwvoor neemt de worteling in zowel ondergrond als bovengrond toe.

Goedewaagen (1932) geeft aan dat de ondergrond van belang is voor de productiviteit van een gewas, met als verklarende factor met name mineralenopname. Dit effect treedt ook op als de bovengrond redelijk vruchtbaar is.

Goedewaagen (1955) wijst op het belang van een goede mineralenvoorziening in de bouwvoor, maar wijst ook op de voordelen van een dieper gaand wortelstelsel: het benutten van naar diepere lagen uitgespoelde nutriënten, en een betere vochtvoorziening.

Structuur en grondbewerking

Boschma (1959) hecht grote waarde aan de structuur van de kasgrond, Hij noemt organische stof als belangrijkste middel voor structuur en structuurbehoud. Door een verbeterde sturing van mineralen en water in de bovengrond acht hij een diepe beworteling minder noodzakelijk: 40 tot 50 cm zou voldoende kunnen zijn.

In zijn inaugurele rede zei Kuipers (1959) dat de huidige grondbewerking gebaseerd is op ervaringskennis en de groei van de technische mogelijkheden, en slechts voor een klein deel op theoretische kennis. Hij vindt het van belang om te kijken naar de effecten van bewerking op het bodemleven, waarbij hij uitdrukkelijk de vraag aan de orde stelt of 'veel bodemleven' ook 'goed' is. Spitten wordt als alternatief aangedragen voor ploegen, om enkele problemen ten gevolge van ploegen te vermeiden.

Van der Post en van Leeuwen (1964) vergelijken verschillende grondbewerkingswerktuigen. Zij zien, vanuit het oogpunt van structuur, geen reden om afwisselend diep (30 cm) en ondiep (15 cm) te werken. Wel zien zij een licht negatief effect van frezen ten opzichte van werktuigen die de grond minder fijn wegleggen. Dit effect van frezen ten opzichte van alleen spitten wordt ook gevonden in recent onderzoek (Cuijpers en van der Burgt, 2008).

Loeters et al (1969) wijzen er op dat gewassen slecht in staat zijn een ondergrond met slechte structuur te doorwortelen. Pas nadat de ondergrond mechanisch is losgemaakt kunnen gewassen de ruimte benutten. Loeters en Bakermans (1964) melden dat poriënvolume niet altijd een goede maat is voor bewortelbaarheid. In een proef waarbij een vaste ondergrond vergeleken wordt met een mechanisch deels losgemaakte ondergrond blijkt het poriënvolume van de twee ondergronden gelijk, maar is de losgemaakte ondergrond wél en de vaste ondergrond niet beschikbaar voor wortelgroei.

Van der Kloes (1960) beschrijft een grote diversiteit aan in de praktijk aangetroffen bewortelingsdieptes, van 25 cm tot maximaal 100 cm. Op klei- en zavelgronden acht hij 70 cm gewenst en haalbaar; op zandgronden lijkt dat niet makkelijk haalbaar. I die tijd was vaak de grondwaterstand beperkend voor bewortelingsdiepte, soms de bodemstructuur. Bij een minder diepe beworteling worden er hogere eisen gesteld aan het vakmanschap van de teler: de teler moet scherper sturen en kan minder overlaten aan grond en gewas. Een goede en diepe beworteling geeft meer kans op een succesvolle teelt; een minder goede en minder diepe beworteling kan echter nog steeds een zeer goed resultaat opleveren. Loeters en van der Meijs (1978) noemen een bewortelingsdiepte van 60 tot 80 cm bij snijgroen.

Het onderzoek in het Biokas project (ongepubliceerde data; Cuijpers et al, 2007) liet zien dat ook de huidige biologische teelten een grote spreiding lieten zien in bewortelingspatronen, maar dat gemiddeld genomen weinig wortels werden aangetroffen beneden 25 cm, oftewel beneden de zone die regelmatig bewerkt wordt. Het merendeel van de wortelmasse zat zelfs niet dieper dan 12 tot 15 cm.

Cleveringa (1954) geeft een samenvatting van diverse onderzoeken naar de reactie van wortelgroei op zuurstofbeschikbaarheid. In het traject van 21% zuurstof in de bodemlucht naar 1% wordt al bij minder dan 15%

zuurstof de absorptie van mineralen geremd, e bij lagere gehalten ook de groei en ontwikkeling van wortels en haarwortels. Zuurstof 'bemesting' toonde zich zeer effectief.

Bodemleven

Nagels en Roorda van Eysinga (1958) melden over de relatie tussen grondontsmetting en bodemleven een relatief snel herstel van de populatie *Aporrectodea chlorotica* (in twee jaar) en lagere aantallen en trager herstel van *A. caliginosa*. *Lumbricus rubellus* en *L. terrestris* handhaven zich niet in de kas. Herkolonisatie na stomen vindt plaats door de aanwezigheid van overlevende cocons, door migratie uit diepere lagen, door immigratie uit naburige gronden en door aanvoer met mest. De wormensamenstelling in mest wijkt echter af van die van grond.

3 Conclusies en aanbeveling

Conclusies

- Er heeft destijds weinig onderzoek plaatsgevonden naar grondbewerking, structuur en beworteling, in de open teelten en al helemaal weinig in de bedekte teelten.
- De huidige kennis op de interactie tussen bodem organische stof, organische bemesting en mineralenlevering is groter en beter in praktijk toepasbaar dan destijds. Voor de relatie tussen organische stof en mineralenlevering, zie computerprogramma 'BodemInfoSysteem', www.biokennis.nl.
- Er leven momenteel in de praktijk wel vragen rondom structuur en beworteling, mede naar aanleiding van verscherping van de normen voor bemesting en toegestane verliezen. De horizon ligt in het jaar 2027 met een glastuinbouw zonder of vrijwel zonder uitspoelingsverliezen (Convenant glastuinbouw)
- De wetenschappelijke publicaties ontcrachten enkele in praktijk niet ongebruikelijke denkbeelden. De veronderstelling dat door armere bodemomstandigheden gewassen de grond intensiever gaan bewortelen op zoek naar voedingsstoffen is niet waar. Ook de veronderstelling dat plantenwortels zelf een slechte bodemstructuur kunnen verbeteren is niet waar: daar moet een mechanische bewerking aan voorafgaan, en dan kunnen plantenwortels wel de ontstane ruimte benutten en bestendigen. Ook bodemleven (diepgravende regenwormen) kan de ondergrond ontsluiten, maar juist deze wormen overleven niet of nauwelijks in kassen.
- Te intensieve grondbewerking kan negatief uitpakken voor de gewasontwikkeling doordat de grond na verloop van tijd dichtslaat en beworteling en wortelactiviteit afneemt. Naast directe mechanische belemmeringen voor wortelgroei kan ook zuurstofgebrek daarin een belangrijke rol spelen.
- Een organische stof gehalte van 7-8% (0-25 cm) is geen uitzondering in de huidige biologische grondgebonden kasteelt. Dat is hoog en het lijkt voor structuur, mineralenlevering en vochthuishouding niet noodzakelijk. Het is moeilijk in stand te houden zonder aanzienlijke overschotten aan met name fosfaat te veroorzaken. 4-6% is het streeftraject.
- Diepere en intensievere beworteling (>30 cm) geeft systeemstabiliteit en kan uitspoeling van mineralen verminderen. Daar staat tegenover dat diepe beworteling geen absolute voorwaarde is: ook in 30 cm kan een goede teelt plaatsvinden, maar dan moet er wel veel preciezer gestuurd worden. Waar de balans ligt kan in praktijkonderzoek verder uitgezocht worden.

Aanbeveling

Doe verder onderzoek naar de samenhang tussen structuur, bewortelingsintensiteit en diepte van beworteling met het oog op systeemstabiliteit (nutriënten, water en bodemweerbaarheid) en verhoging van de mineralenbenutting.

Het lijkt er op dat er twee ontwikkelingslijnen denkbaar zijn. De eerste is die van toenemende controle van alle betrokken factoren. Als de mogelijkheden voor controle er zijn, dan is het aantrekkelijk om niet de diepte in te gaan met de wortels. De ultieme vorm van deze ontwikkeling is uiteraard de substraatteelt, en een (momenteel niet toegestane) biologische variant daarvan zou zijn het telen op organisch substraat. De tweede weg is die van het verruimen van het wortelvolume en de bewortelingsintensiteit door verbeterde structuur en grotere

bewortelingsdiepte. Ook hier moeten watergift en nutriëntenvoorziening gecontroleerd plaatsvinden, maar kan het bufferende vermogen van een groter volume grond onderdeel zijn van de managementstrategie. Hieraan kunnen oriënterende berekeningen gemaakt worden, en dit kan in praktijk getoetst en ontwikkeld worden.

Literatuur

Anonymus (1958) **Bibliography on effects of continued use of farmyard manure on crop production and soils.** Commonwealth Bureau of Soils.

Bakermans, W.A.P., Kuipers, H. en Wit, C.T. de (1968). **Ervaringen met akkerbouw zonder grondbewerking.** Landb. Tijdsch. 80: 440-449.

Berg, C. van den (1955) **Wortelproblemen in oude gronden.** De plantenwortel in de landbouw, 147-155

Blankwaardt, H.F.H. en Drift, J. van der (1961) **Invloed van grondontsmetting in kassen op regenwormen.** Meded. Dir. Tuinb. (24) 490-496

Boekel, P. (1957) **Ervaringen met structuurregelaars.**

Boekel, P. (1959) **Some remarks on the influence of soil structure on plant growth.** Meded. Landbouwhogeschool en Opzoekingsstations van de Staat te Gent, XXIV.1, 52-57

Boekel, P. (1963) **Soil structure and plant growth.** Neth. J. Agr. Sci. 11, 120-127

Boekel, P. (1963) **The effect of organic matter on the structure of clay soils.** Neth. J. Agr. Sci. 11, 250-263

Boekel, P. (1960) **Resultaten van het structuuronderzoek, in 1959 verricht op de drie organische stofbedrijven te Nagele en de 3 miniatuur organische stofbedrijven op de Lovinkhoeve te Marknesse.** Rapport Instituut voor Bodemvruchtbaarheid nr. 9, 5 pp.

Boekel, P en Dijk, H. van (1963) **Veranderingen in de bodemvruchtbaarheid tijdens de vorming van tuinbouwgronden.** Meded. Dir. Tuinbouw 26, 692-696

Bokhorst, J. (2007) **Bodem onder het landschap. Ontdek het fundament van natuur en boerenland.** Uitgeverij Roodbont, 136 pp.

Boon, J. van der (1953) **Inventarisatie van de gegevens van bemestingsproefvelden in de tuinbouw.** Rapport Rijkstuinbouwconsulentschap voor bodemangelegenheden, Wageningen.

Boschma, K. (1959) **De grond in de intensieve tuinbouw.** Tijdschrift der Nederlandsche Heidemaatschappij, Arnhem.

Blankwaardt, H.F.H. en Drift, J. van der (1961) **Invloed van grondontsmetting in kassen op regenwormen.** Med. Dir. Tuinbouw 24, 490-496.

Butijn, J. (1958) **De betekenis van bewortelingsopnamen in de fruitteelt.** Meded. Dir. Tuinb. 21, 622-631

Cleveringa, O.J. (1941) **De betekenis van organische mest voor behoud van vruchtbaarheid der cultuurgronden.** Eigen uitgave.

- Cleveringa, C.J. (1954) **Grondbewerking: voordracht voor de ontwikkelingscursus voor hoofdassistenten voor akkerbouw op 13 en 14 april 1954**. Gestencilde mededelingen 1954 nr. 6.
- Cuijpers, W., Burgt, G.J. van der, Voogt, W. en Winkel, A. van (2007) **Biokas verslag 2005, Bodem en Bemesting**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 79 pp.
- Cuijpers, W. en Burgt, G.J. van der (2008) **Bodemvitaliteit in de biologische kasteelt**. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 29 pp.
- Dewez, W.J. (1955) **De betekenis van de wortel en haar milieu voor de plantenproductie**. De plantenwortel in de landbouw, 9-17
- Doesburg, J. van, Kooistra, E., Vonk Noordegraaf, C. en Winden, W. van (1999) **100 jaar praktijkonderzoek voor de glastuinbouw**. Proefstation voor bloemisterij en glasgroente; Elsevier bedrijfsinformatie.
- Droege, C. (1950) **De teelt van stooktomaten**. Studentenverslag, Wageningen.
- Dulk, P.R. den (1963) **Organische meststoffen in de tuinbouw**. Versl. Landb. Onderz. 69.16, 87 p.
- Edelman, C.H. (1945) **De tuinbouw heeft de beste gronden nodig**. Meded. Dir. Tuinb. 1945, 121-125
- Edelman, C.NH. (1948) **Bodem en tuinbouw**. Boor en Spade II.
- Edelman, C.H. (1948) **Bodem en tuinbouw**. Boor en Spade II, 87-90
- Edelman, C.H. (1953) **De geschiktheid van gronden voor de tuinbouw en enige verwante bodemkundige vraagstukken**. Boor en Spade VI, 155-171
- Egberts, H. en Scheer, C.D. (1948) **Beschouwingen over het tuinbouw bemestingsplan**. Boor en Spade II, 195-201
- Ende, J. van den (1988) **Water content of glasshouse soils at field capacity and at saturation**. Neth. J. Agr. Sc. 36 (3): 275-282.
- Gliemeroth, G. (1953) **Bearbeitung und Düngung des Unterbodens in ihrer Wirkung auf Wurzelentwicklung, Stoffaufnahme und Pflanzenleistung**. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau (Journal of agronomy and crop science)
- Goedewaagen, M.A.J. (1932) **De groei van het wortelstelsel der planten bij gelijke en bij ongelijke vruchtbaarheid van boven- en ondergrond**. Versl. Landbouwk. Onderz. 38, 179-199
- Goedewaagen, M.A.J. (1955) **De ecologie van het wortelstelsel der gewassen**. De plantenwortel in de landbouw, 31-68.
- Görbing, J. (1947) **Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau**. Landbuch Verlag Hannover.

- Hamaker, P. (1980) **De mineralenhuishouding van glastuinbouwbedrijven**. Cursusmap bemesting in de tuinbouw, Ministerie LNV.
- Hoeksema, K.J. en Hof, A. op 't (1960) **De perforatiegraad, een maat voor de activiteit van regenwormen in de grond**. Landbouvoorlichting 17, 673-676
- Hoeksema, K.J. (1961) **Bodemfauna en profielontwikkeling**. Bodemkunde, 28-42
- Janmaat, L.(red.) (2005) **Bodem en bemesting; gezonde bodem basis voor geslaagde teelt**. Brochure Biokas project, DLV / LBI / PPO.
- Jonker, J.J. (1955) **Bewortelingsproblemen in jonge gronden**. De plantenwortel in de landbouw, 139-146
- Klapwijk, S.J. (1956) **De teelt van platglaskomkommers in verwarmde warenhuizen in het tuinbouwgebied Zwijndrecht o.e.** Groenten en Fruit 12, 377-378
- Kloes, L.J.J. van der (1960) **Bodemkundige aspecten van de teelt van enige tuinbouwgewassen**. PhD thesis, Wageningen.
- Kloes, L.J.J. van der (1953) **De bemesting van tomaten**. Meded. Dir. Tuinb. 16, 151-168
- Kloes, L.J.J. van der (1958) **De rijping van tuinbouwgronden**. Meded. Dir. Tuinbouw (21): 597-601
- Kloes, L.J.J. van der (1964) **Bodem en bodembehandeling in de tuinbouw**. Meded. Dir. Tuinbouw 27, 446-447
- Knaap, W. van der, en Meijaard, D. (1968) **Heeft de grond nog invloed op de teeltresultaten van vroege tomaten?** Stiboka rapport nr. 780.
- Knaap, W. van der, en Strijbosch, T. (1961) **Inventarisering van de bestaande kennis van de relatie grond en gewas in de glastuinbouw**. Stiboka rapport nr. 552
- Köhnlein und Vetter (1953) **Ernterückstände und Wurzelbild**: Menge und Nährstoffgehalt der auf dem Acker verbleibenden Reste der wichtigsten Kulturpflanzen. 138 pp.
- Kortleven, J. en Pijl, H. (1954) **De voorziening van de grond met organische stof, voorheen en thans**. Landbouwkundig tijdschrift 66.2, 90-98
- Kortleven, J. (1957, 1959 A B C) **De stikstofvoeding van de aardappel door middel van stalmest en van kunstmest**. Instituut voor Landbouwkundig onderzoek, dl. 63.19 ; 65.1 ; 65.17 ; 65.19 .
- Kortleven, J. (1961) **De betekenis van organische mest voor grond en gewas**. In: Bodemkunde. Voordrachten gehouden op de B-cursus Bodemkunde van 14-18 september 1959.
- Kuipers, H. (1964) **Samenvatting college grondbewerking 1963-1964**. Landbouwhogeschool Wageningen, Laboratorium voor grondbewerking.

- Kuipers, H. (1959) **De grondbewerking gezien tussen traditie en wetenschap**. Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector in de grondbewerking aan de landbouwhogeschool te Wageningen.
- Kuipers, H. (1986) **Dutch tillage research in a nutshell**. Landbouwhogeschool Vakgroep Grondbewerking, rapport 1986-1.
- Kuipers, H. (1989) **Grondbewerking, akkerbouw en bouwland**. Voordracht, afscheid als hoogleraar Grondbewerking en Grindmechanica, Wageningen.
- Leeuwen, A. van (1980) **Grondwaterhuishouding, grondbewerking en bemesting bij lelies**. Cursusmap bemesting in de glastuinbouw, Ministerie LNV
- Ligterink, G.H. (1961) **Bodemkunde en cultuurtechniek**. Leidraad voor het land- en tuinbouwonderwijs nr. E3. Tjeenk Willink, Zwolle.
- Loeters, J.W.J. en Bakermans, W.A.P. (1964) **De invloed van enkele groenbemestingsgewassen en hun beworteling op de structuur van zandgronden**. Meded. Dir. Tuinbouw 27, 565-572.
- Loeters, J.W.J., Bakermans, W.A.P. en Zweerde, H. van der (1969) **Invloed van diepe grondbewerking op bewortelbaarheid van een zandgrond**. Landbouwvoorlichting 26, 360-368.
- Loeters, J.W.J. en Meijs, M.Q. van der (1978) **Bewortelingsonderzoek bij snijgroen (*Asparagus plumosus Nanus*) op drie Westlandse bedrijven**. Intern rapport Consulentenschap voor de Tuinbouw nr. 7, Naaldwijk.
- Meijs, M.Q. van der, en Post, C.J. van der (1964) **Wortelontwikkeling bij herfsttomaten**. Jaarverslag Proefstation Groente- en Fruitteelt onder glas, Naaldwijk.
- Meijs, M.Q. van der (1966) **Wortelontwikkeling bij komkommer, tomaat en paprika**. Jaarverslag Proefstation Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk: 101-103
- Nagels, W. en Roorda van Eysinga, J.P.N.L. (1958) **Vijf jaar bemestingsproeven in een warenhuis met sla, tomaten en bonen**. Med. Dir. Tuinbouw 21, 350-366.
- Nederpelt, L.G. (1951) **De kaskomkommercultuur**. Groenten en Fruit 7, 330-331
- Nederpelt, L.G. en Leeuwen, J. van (1953) **Staalgrond voor de komende kaskomkommercultuur**. Groenten en Fruit 9, 55-56
- Nederpelt, L.G. (1956) **Platglaskomkommers onder staand glas**. Groenten en Fruit 12, 1228-1229
- Nieuwenhuize, M. (1959) **Bodemkunde voor het land- en tuinbouwonderwijs**. Thieme, Zutphen, 71 pp.
- Post, C.J. van der, Leeuwen, J.C. van, en Meijs, M.Q. van der (1964) **Vergelijking van enkele grondbewerkingswerktuigen**. Jaarverslag Proefstation Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

- Post, C.J. van der, en Meijs, M.Q> van der (1968) **Relatie tussen wortelgroei en gewasontwikkeling bij enige groentegewassen onder glas**. Meded. Dlr. Tuinbouw 31, 11.
- Riemens, J. (1940) **Bemestingsproef op komkommers. Verslag van de proeven in 1939**. Jaarverslag Proeftuin Zuid-Hollands Glasdistrict, Naaldwijk.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L. (1962) **Fosfaatwerking van stal mest en afgewerkte champignonmest bij kropsla onder glas**. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 68.6 , Wageningen.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L. (1980) **De bemesting van tomaat**. Cursusmap bemesting in de glastuinbouw, Ministerie LNV
- Sanders, J.1962) **Groenteteelt onder glas**. De Kern. Eenvoudige en praktische leerstof voor het land- en tuinbouwonderwijs nr. 24. Zutphen.
- Schuurman en Goedewaagen, M.A.J. (1965) **Methods for the examination of root systems and roots: methods in use at the Institute for Soil Fertility for ecomorphological root investigations**. Pudoc, Wageningen, 86 pp.
- Sonneveld, C. (1969). **De invloed van het stomen op de stikstofhuishouding van de grond**. In: Tuinbouwmededelingen 32 (5), 197-203
- Sonneveld, C. and Voogt, S.J. (1975) **Studies on the manganese uptake of lettuce on steam-sterilised glasshouse soils**. Plant and Soil 42, 49-64
- Visser, P. de (2009) **BodemInfoSysteem**. Software voor mineralenmanagement in de biologische kasteelt. www.biokennis.nl
- Vries, S. de (1955) **Kanttelingen bij de kaskommerteelt. Kasgrond of staalgrond**. Groenten en Fruit 10, 1273-1274
- Winden, W.P van, en Snoek, G. (1961) **Het telen van komkommers**. Agra Serie.
- Diverse jaargangen van de volgende uitgaven zijn geraadpleegd:
- Maandblad ten behoeve van de voorlichting in land- en tuinbouw**. Ministerie LNV.
- De Tuinderij**
- De Tuinbouwgids**
- Groenten en Fruit**
- Tuinbouwmededelingen**
- Jaarverslagen Proeftuin Zuid-Hollands Glasdistrict te Naaldwijk**

Twee personen zijn geraadpleegd:

C. Sonneveld, Nijkerk

B. van der Linden, Maasdam