

NN31545.1967

ICW Nota 1967<sup>II</sup>  
m e i 1989

d.d. 7/7/89	VERZENDEN H.I.D.'s		EXTERN	
	ja	neen	ja	neen
cl. P.E. Rijkswa		X		X
directeur		X		X
verzonden d.d.				

*[Handwritten signature]*



nota

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding . wageningen

WATERKWALITEIT BODEMBESCHERMING EN LANDBOUW IN NOORDOOSTELIJK  
U S A

Enige informatie en impressies naar aanleiding van een  
verblijf in de USA van 19 februari tot 2 maart 1989

ir. J.H.A.M. Steenvoorden

BIBLIOTHEEK DE KLAAS

Droevendaalsesteeg 3a  
Postbus 241  
6700 AE Wageningen

1792623

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking



0000 0941 1113

16 FEB. 1998

## INHOUD

	blz
1. INLEIDING	1
2. DE BESCHERMING VAN BODEM EN GRONDWATER	2
2.1. De 'Farm Bill' 1985 en 1990	2
2.2. Landbouw en bodembeschermingsbeleid	4
2.3. Pesticiden in grondwater (EPA-strategie)	5
3. PENNSYLVANIA'S CHESAPEAKE BAY PROGRAM	6
3.1. Chesapeake Bay	6
3.2. Sanering oppervlaktewater	6
3.3. 'Best Management Practices' in de landbouw	7
4. EXTENSIVERING VAN DE LANDBOUW	9
4.1. Ontwikkelingen in de landbouw	9
4.2. Rodale Research Centre (alternatieve landbouw)	10
4.3. Grondbewerking, akkerbouw en bouwland	12
5. EEN AANTAL ONDERZOEKSPROJECTEN OP HET GEBIED VAN WATERKWALITEIT	14
5.1. Veldonderzoek naar N-huishouding landbouwgrond	14
5.2. Nitraatuitspoelingsonderzoek	14
5.3. Modellerings N-huishouding	15
5.4. Chemisch-hydrologisch onderzoek	16
LITERATUUR	18
BIJLAGEN	20

## 1. INLEIDING

Deze nota geeft enige informatie en wat impressies naar aanleiding van een bezoek aan de USA in de periode van 19 februari tot 2 maart 1989. De reis is gemaakt naar aanleiding van een uitnodiging om twee voordrachten te verzorgen op het Internationale Symposium over 'Dairy Manure Management' te Syracuse, New York. Hiervan is tevens gebruik gemaakt om een bezoek te brengen aan Cornell University in de staat New York en Pennsylvania State University. Een overzicht van het programma geeft Bijlage 1. Het programma is zodanig opgezet, dat een beeld verkregen zou worden van de problematiek op het gebied van waterkwaliteit, bodembescherming en landbouw.

In hoofdstuk 2 zal worden ingegaan op de wijze waarop nu en mogelijk in de toekomst de diffuse verontreiniging vanuit de landbouw zal worden aangepakt. Aan de hand van de waterkwaliteitsproblematiek in de Chesapeake Bay zal in hoofdstuk 3 een voorbeeld worden gegeven van een regionale aanpak.

In de USA wordt veel gesproken over een landbouwproductiesysteem met een laag gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Enige informatie over deze ontwikkelingen en onderzoek ernaar wordt gegeven in hoofdstuk 4.

Een aantal onderzoeksprojecten op het gebied van de N-huishouding van landbouwgronden en de waterkwaliteit wordt beschreven in hoofdstuk 5.

## 2. DE BESCHERMING VAN BODEM EN GROND- WATER

### 2.1. DE 'FARM BILL' 1985 EN 1990

Verschillende bepalingen in de 'Food Security Act', met name de 'Farm Bill' van 1985, maken dat de federale landbouw en de bodembeschermingsprogramma's meer samenhangend zijn. De bepalingen zijn ontworpen om te bevorderen dat bodemerosie vermindert, de 'wetlands' worden beschermd en de landbouwoverschotten verminderen. Hierna worden enkele bepalingen uit de Farm Bill 1985 besproken. Er zijn geen specifieke regelingen ter bescherming van grondwater.

#### Het 'Conservation Reserve' programma (CR)

De 'Conservation Reserve' biedt een ondersteuning voor boeren, die zeer erosiegevoelige gronden uit produktie willen nemen. De 'Agricultural Stabilization and Conservation Service' kan tot maximaal 50% van de kosten voor haar rekening nemen bij het invoeren van permanente bodembedekking, zoals gras, bomen, windsingels, enz. op zeer erosiegevoelig bouwland. De contracten worden voor 10 jaar afgesloten en zijn op vrijwillige basis.

#### De 'Conservation Compliance' bepaling

Als boeren doorgaan met de produktie van 1-jarige gewassen op zeer erosiegevoelige gronden is de 'Conservation Compliance' van toepassing. Om in aanmerking te kunnen komen voor bepaalde federale steunprogramma's moeten boeren een plaatselijk goedgekeurd beschermingsplan ontwikkelen en actief toepassen omstreeks 1 januari 1990. Het plan moet volledig zijn ingevoerd omstreeks 1 januari 1995. Vanwege de hoge kosten op zeer erosiegevoelige gronden is het aantrekkelijk om deel te nemen aan het CR-programma.

Enkele aanvullende conserveringsbepalingen zijn ontworpen voor landbouwgrond, die in de periode 1981-1985 niet in gebruik was voor gewasproduktie, en weer omgeploegd wordt en voor 'wetlands' die na december 1985 worden om-

gezet in bouwland. Aan de beschermende bepalingen moet worden voldaan als de boer in aanmerking wil komen voor federale steunprogramma's.

Federale USDA steunprogramma's voor de landbouw zijn bijvoorbeeld:

- Leningen voor opslagfaciliteiten op de boerderij
- Prijs- en inkomenssteun
- Gewasverzekering
- 'Farmers Home Administration Loans'
- 'Commodity Credit Corporation storage payments'
- Andere USDA-programma's voor bepaalde goederen

Het 'Conservation Reserve' programma is erop gericht om ongeveer 20 miljoen ha zeer erosiegevoelige landbouwgrond uit de produktie te nemen voor 10 jaar. Omstreeks voorjaar 1988 was dit voor 12 à 13 miljoen ha gelukt. Het totale areaal landbouwgrond bedraagt circa 190 miljoen ha. Het 'Conservation Reserve' programma biedt geen mogelijkheid om gronden op te nemen alleen op basis van de gevoeligheid voor uitspoeling naar het grondwater. Wel is een begin gemaakt met het opnemen van 'filter strips', stroken land langs wateren en 'wetlands', die dienen als filters voor sediment en opgeloste stoffen. Waarschijnlijk komt er in 1990 een nieuwe 'Farm Bill'. Mogelijk wordt de oppervlakte landbouwgrond, die onder de 'Conservation Reserve' wordt gebracht, dan uitgebreid tot circa 30 miljoen ha. Naast erosiegevoeligheid wordt dan zeer waarschijnlijk ook grondwaterkwaliteit een criterium om gronden in het programma op te nemen.

Als de belangrijkste rol van de federale overheid ten aanzien van grondwaterbescherming tegen uitspoeling van pesticiden en meststoffen wordt gezien de scholing van boeren en de bevordering van nieuwe technologie. Daarvoor is onderzoek nodig. Tevens is coördinatie nodig om tot een goed beleid te komen. Het invoeren van beschermende maatregelen zal meer op het niveau van de 'States' moeten plaatsvinden dan op federaal niveau.

Voor de 'Farm Bill' van 1990 zijn er drie belangrijke vragen voor de landbouwsector volgens Senator Patrick Leahy, voorzitter van de US Senaatscommissie voor Landbouw, Voedselvoorziening en Bosbouw (LEAHY, 1988):

1. blijft het uitgangspunt uit de 'Farm Bill' van 1985 gehandhaafd dat de landbouwproduktieplannen de brede milieu doelstellingen moeten ondersteunen?
2. zullen de beschermingsbepalingen uit de 'Farm Bill' van 1985 werkelijk worden vertaald naar de landbouwpraktijk?
3. zullen de programma's en principes worden uitgebreid naar andere probleemvelden, zoals grondwaterkwaliteitsproblemen?

Het antwoord van hem op deze vragen is bevestigend. Op langere termijn vallen volgens hem de doelstellingen van landbouw en milieu samen.

Bovendien zal de politieke bereidheid afnemen om steun te verlenen aan de landbouwsector als de landbouwprogramma's worden ervaren als anti-milieu gericht. Een belangrijk punt is echter of met name de 'Soil Conservation Service' en plaatselijke leden van het 'conservation district', vaak boeren, erin zullen slagen om de nieuwe rol te vervullen. Voor 1985 waren alle 'Soil Conservation Programs' op vrijwillige basis, nu zijn ze verplichtend van aard. Dit houdt o.a. in dat vastgesteld moet worden of de maatregelen van individuele boeren overeenstemmen met de bredere publieke doelstelling.

## 2.2. LANDBOUW EN BODEMBESCHERMINGSBELEID

De subsidie aan de landbouwsector bedroeg in 1986 \$ 25 biljoen en in 1987 \$ 18 à \$ 22 biljoen, hetgeen gemiddeld per ha overeenkomt met respectievelijk \$ 130,- en \$ 100,-. Er zijn circa 2,2 miljoen landbouwbedrijven met een oppervlakte van 190 miljoen ha. Van die bedrijven heeft 60% een oppervlakte kleiner dan 80 ha en 7,4% is groter dan 450 ha.

De omvang van de boerenbevolking daalde in 1987 beneden de 5 miljoen, tot 2% van de bevolking, een daling met 240.000 ten opzichte van het jaar daarvoor. In 1988 is de situatie in de landbouwsector verbeterd, zoals tot uiting komt in de prijzen voor landbouwgewassen, grond en in de toegenomen export. Deze tendens vormt weer een bedreiging voor het 'Soil Conservation Program' van de 'Farm Bill' 1985. Een oplossing zou kunnen zijn om het 'Soil Conservation Program' (SCP) te koppelen aan de grote en relatief constante financieringsmechanismen in de landbouwsector, zoals de leningen voor aankoop en beheer van landerijen. Het deelnemen aan het SCP wordt dan

als voorwaarde gesteld als men gebruik wil maken van de financieringsmechanismen. Tot nu toe is dit door het Congres afgewezen, maar bij de bespreking van de 'Farm Bill' 1990 komt dit onderwerp weer aan de orde.

Het 'Soil Conservation Program' is niet de enige weg waarlangs de bijdrage van de diffuse landbouwbronnen kan worden bestreden. Door invoering van de 'Water Quality Control Act' van 1987 zijn de staten begonnen met het ontwikkelen van activiteiten ter bestrijding van de bijdrage van diffuse bronnen aan de vervuiling van het oppervlaktewater (REILLY, 1988).

### 2.3. PESTICIDEN IN GRONDWATER (EPA-strategie)

In februari 1988 heeft de EPA een voorstel gepubliceerd voor een nationale strategie ter bescherming van het grondwater tegen verontreiniging met pesticiden. Eén van de doelstellingen is de coördinatie tussen EPA en de staten. De EPA is in actie gekomen in verband met het voorkomen van pesticiden in het grondwater. Voor 1986 meldde de EPA dat in 24 staten de aanwezigheid was gerapporteerd van één of meer van 19 verschillende pesticiden in het grondwater.

Volgens de EPA-strategie gaat de EPA de maximaal toelaatbare concentraties voor grondwater formuleren. De staten zouden zelf zoveel mogelijk activiteiten moeten ontplooiën. De plannen van de staten zouden door de EPA geëvalueerd moeten worden. Als een staat in gebreke blijft, kan de EPA plannen ontwikkelen. Het beleid van de EPA zal mede worden gebaseerd op meetgegevens en berekening van computermodellen. Soms zou de EPA beperkende bepalingen kunnen formuleren die voor alle staten gelden, zoals de eis dat sommige pesticiden alleen mogen worden toegediend door daartoe opgeleide deskundigen.

### 3. PENNSYLVANIA'S CHESAPEAKE BAY PROGRAM

#### 3.1. CHESAPEAKE BAY

De Chesapeake Bay ligt aan het einde van de circa 750 km lange Susquehanna River en staat in open verbinding met de Atlantische Oceaan. Als gevolg van stervende waterplanten en afname in de aantallen vissen werd het omstreeks 1970 duidelijk dat er wat gedaan moest worden aan het waterkwaliteitsprobleem. In 1976 startte de EPA een onderzoeksprogramma (kosten \$ 27 miljoen) waarover in 1983 gerapporteerd werd. Het verlies aan bodemmateriaal bedroeg gemiddeld circa 10 ton/ha per jaar. Onder gemiddelde klimatologische omstandigheden is van de nutriëntenbelasting in het afwateringsgebied van de Susquehanna River 64% van de P en 76% van de N afkomstig van de landbouw. De Susquehanna River is echter niet alleen verantwoordelijk voor de toevoer van N en P naar Chesapeake Bay; het aandeel van de Susquehanna River bedraagt respectievelijk 60% voor N en 21% van de P.

Het bodemgebruik in de Susquehanna River Basin bedraagt:

- akkerbouw	23%
- weide	9%
- bos	63%
- stedelijk en overig	<u>5%</u>
Totaal	100%

#### 3.2. SANERING OPPERVLAKTEWATER

De EPA-studie van 1983 gaf aan:

- dat in sommige afwateringsgebieden er sprake was van een ernstige vervuiling afkomstig van landbouwgrond;
- dat het invoeren van 'best management practices' (= goed beheer van grond en stoffen) in de landbouw het meest kosten-effektief is bij de bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater door sediment en nutriënten;



- dat programma's, gebaseerd op economische maatregelen voor de landbouw, noodzakelijk zijn als aanvulling op de directe regelgeving met betrekking tot de diffuse landbouwbronnen.

Vanaf 1984 tot 1987 is in Pennsylvania ruim \$14 miljoen uitgegeven aan het Chesapeake Bay Program.

De aard van de activiteiten die zijn gefinancierd, betreffen:

- technische assistentie	13%
- voorlichting	23
- planning, bemonstering	11
- bijdrage in kosten v. maatregelen	<u>53</u>
Totaal	100%

De maatregelen zijn gericht op het zuiveren van afvalwater, het saneren van stortplaatsen voor afvalstoffen en het verminderen van de bijdrage vanuit de landbouw door het invoeren van 'best management practices'.

### 3.3. 'BEST MANAGEMENT PRACTICES' IN DE LANDBOUW

De 'Best Management Practices' zijn tot nu toe vooral gericht op het voorkomen en bestrijden van erosie en vervuiling door puntbronnen op landbouwbedrijven. Als puntbronnen op landbouwbedrijven kunnen worden beschouwd: huishoudelijk afvalwater, plaatsen voor mestopslag, melkleidingen en melkruimte, enz. De laatste tijd wordt ook aandacht geschonken aan een goede benutting van dierlijke meststoffen.

De 'Best Management Practices' omvatten o.a.:

- permanente bodembedekking op gevoelige gronden;
- 'stripcropping' en 'contour farming'  
('stripcropping' houdt in dat op hellingen banen met een ander gewas of een andere begroeiing worden aangebracht ter vermindering van de erosie. Bij 'contour farming' wordt het land evenwijdig aan de hoogtelijnen geploegd en ingezaaid);
- het aanbrengen van terrassen bij hellingen;
- vermindering van de bodembewerking;
- constructies om sediment op te vangen en de waterstroming te beteugelen;

- chemische analyse van dierlijke mest en bodem voor de afstemming van de bemesting;
- transport van mestoverschotten.

Als landeigenaren in aanmerking willen komen voor een bijdrage in de kosten van maatregelen dan moeten ze een 'Nutrient Management Program' opstellen, een zogenaamde individuele invulling van 'Best Management Practices'.

Voorlichting over 'Best Management Practices' werd gegeven via:

- kranten, tv en radio;
- plaatselijke workshops;
- seminars voor handelaren in veevoeders en kunstmest;
- brochures en technische rapporten.

Voorlichting speelt dus een zeer belangrijke rol bij de aanpak van regionale waterkwaliteitsproblemen in relatie tot landbouw.

## 4. EXTENSIVERING VAN DE LANDBOUW

### 4.1. ONTWIKKELINGEN IN DE LANDBOUW

De toepassing van dierlijke mest, kunstmest en bestrijdingsmiddelen gemiddeld per ha landbouwgrond ligt in de USA op een beduidend lager niveau dan in Nederland. Desondanks wordt ook daar regelmatig verontreiniging van bodem en water geconstateerd met nitraat, fosfaat en bestrijdingsmiddelen. De publieke opinie maakt zich daar zorgen over. De politici houden daar ook rekening mee. De mate waarin, hangt mede af van het belang van de landbouwsector in een staat.

Zowel uit overwegingen van de landbouwoverproductie als vanwege de milieuverontreiniging in de huidige landbouw wordt ten aanzien van de toekomstige ontwikkeling gedacht aan een landbouw waarin minder hulpstoffen zoals kunstmest en bestrijdingsmiddelen worden aangewend. Benamingen die daarvoor worden gebruikt, zijn: 'low input agriculture' en 'low input, sustainable agriculture' (sustainable = duurzaam). In het traditionele landbouwkundig onderzoek en bij de voorlichting vertaalt men dit als:

- het rekening houden bij bemesting met de bodemvruchtbaarheid, zoals N-levering uit de organische stof;
- het benutten van de mineralen in de dierlijke mest;
- het beter afstemmen van de kunstmestgift op de hiervoor genoemde bronnen en de behoefte van het gewas op de betreffende grond;
- het afstemmen van de gewaskeuze op de nutriëntenstroom binnen het bedrijf.

Een voorbeeld van de laatstgenoemde problematiek is de situatie op veel rundveebedrijven in de noord-oostelijke staten. De verbouwde gewassen zijn maïs en lucerne. Het vee staat continu op stal. De geproduceerde dierlijke mest gaat naar maïs, omdat lucerne een gewas is dat atmosferische stikstof bindt en geen additionele N nodig heeft. Het gevolg is dat teveel dierlijke mest naar maïs gaat, waardoor verontreiniging van bodem en grondwater optreedt. Volgens sommige voorlichters zou een deel van de lucerne vervangen moeten worden door gras, dat wel extra N nodig heeft.

In sommige kringen wordt 'low input, sustainable agriculture' vertaald met 'organic farming', ofwel een landbouw waarin geen plaats is voor kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Een belangrijk onderzoekscentrum op het terrein van 'organic farming' is Rodale Research Center te Kutztown, Pennsylvania. Het is opgezet en gefinancierd door Rodale Press, een uitgeverij van tijdschriften, boeken en kranten op het gebied van milieu, voeding en gezondheid. Voorbeelden van tijdschriften zijn 'Organic Gardening' en 'The New Farmer, Magazine of Regenerative Agriculture'. Met name de afgelopen jaren zijn er samenwerkingsverbanden ontstaan tussen het Rodale Research Center en universiteiten, zoals Cornell en Pennsylvania State. Hierna zal enige informatie gegeven worden over het onderzoek van het Rodale Research Center.

#### 4.2. RODALE RESEARCH CENTER (alternatieve landbouw)

Het onderzoekscentrum is in 1972 opgericht en de proefvelden beslaan een oppervlakte van circa 150 ha. Bij het RRC zijn ongeveer 30 personen werkzaam. De belangrijkste doelstellingen zijn:

- de vervanging van kunstmeststikstof door N van stikstofbindende gewassen via gewasrotatie;
- vervanging van onkruidbestrijdingsmiddelen door technieken, zoals bodembedekkers verbouwen, bodembewerking, later planten en dichter zaaien;
- vermindering van bodembewerking om de bodem te beschermen tegen erosie;
- beoordelen van de economische waarde van aanpassingen.

Het RRC doet de volgende typen onderzoek:

- selectie experimenten, waarbij een gewas slechts op een beperkt aantal proefveldjes wordt uitgeprobeerd;
- veldonderzoek met voldoende herhalingen om statistisch verantwoorde uitspraken te doen;
- onderzoek aan gewassystemen; hierbij worden teeltsystemen geformuleerd op basis van gewasrotatie en bodembewerking.

Een voorbeeld van het laatste type onderzoek is het in 1980 gestarte 'farming systems experiment', bestaande uit drie verschillende bedrijfssystemen, namelijk:

1. 'Low input with animals'. Er is een rotatie van gewassen gedurende een periode van 5 jaar. Een aantal gewassen wordt verbouwd voor voeding van het vee. Dierlijke mest gaat naar de maïs.
2. 'Low input cash grain'. Er wordt geen vee gehouden. Elk jaar moet een graangewas worden verbouwd. De N-voorziening gebeurt uitsluitend via N-bindende gewassen. Herbiciden en pesticiden mogen niet worden gebruikt.
3. 'Conventional cash grain'. Dit systeem bestaat uit een rotatie van maïs en sojabonen met toepassing van herbiciden, insecticiden en meststoffen overeenkomstig de aanbevelingen van de voorlichting.

De resultaten over de eerste 5 jaar gaven een jaarlijkse vergoeding voor grond en bedrijfsvoering te zien van \$247,-/acre voor het 'low input system with animals', \$168,-/acre voor het 'low input cash grain system' en \$224,-/acre voor het conventionele 'cash grain system'.

Momenteel wordt veel aandacht besteed aan de fundamentele biologische processen in de verschillende systemen. De gegevens worden gebruikt voor de simulatie van de gewasgroei met computermodellen.

Een tweede voorbeeld van een gewassystemenonderzoek, gestart in 1988, is het 'Low input reduced tillage' experiment. Er worden hierbij 4 niveaus van grondbewerking bestudeerd voor 3 gewassystemen. De 4 niveaus van grondbewerking zijn: ploegen, beperkte grondbewerking van het gehele oppervlak, rij-bewerking en geen bewerking. De 3 gewassystemen zijn:

1. maïs-sojabonen met gebruik van pesticiden en kunstmest;
2. maïs-sojabonen met minimale toepassing van kunstmest maar zonder pesticiden, waarbij bodembedekkers dienen als N-bron en voor de onderdrukking van onkruiden;
3. een gevarieerde gewasrotatie met minimale aanwending van kunstmest, zonder pesticiden.

Het centrum verzamelt gegevens over de dynamiek van de bodem-N en onkruidontwikkeling. In samenwerking met Pennsylvania State University wordt tevens onderzoek gedaan aan de analyse van de systemen ten aanzien van energiegebruik en economie. De vermoedelijke looptijd bedraagt minimaal 10 jaar. Vergelijkbaar onderzoek schijnt te worden opgezet aan Ohio State University en Michigan State University.

In verband met de voorgaande problematiek zal in 4.3. een samenvatting uit LANDINRICHTING (1989) worden gegeven over de problematiek van grondbewerking versus pesticiden. Het artikel is naar aanleiding van de afscheidsrede van prof. Kuipers van de Vakgroep Grondbewerking en Gronddynamica van de LUW.

#### 4.3. GRONDBEWERKING, AKKERBOUW EN BOUWLAND

In zijn rede bij zijn afscheid als hoogleraar Grondbewerking en Gronddynamica heeft prof.ir. H. Kuipers de opvallende uitspraak gedaan, dat internationaal de kennis van grondbewerking als onkruidbestrijdingsmaatregel, mede als gevolg van het enthousiasme voor chemische middelen, nog schamel te noemen is.

Het wetenschappelijk onderzoek naar de onkruidbestrijding kon de stromen nieuwe chemische middelen nauwelijks verwerken en grondbewerkingsdeskundigen hadden hun handen vol aan nieuwe werktuigen. Volgens Kuipers is dit mondiaal gezien een treurige geschiedenis gebleken. Het enthousiasme voor de chemische onkruidbestrijding is inmiddels duidelijk getemperd en daardoor is het klimaat voor onderzoek naar de mechanische bestrijding verbeterd. Bovendien maakt de sterk toegenomen kennis van onkruiden de perspectieven voor een vruchtbare samenwerking met onkruiddeskundigen florissant. Kort na de Tweede Wereldoorlog werd de biologische grondbewerking gepropageerd. De grond, vooral wat de graanteelt betreft, moest beschermd worden tegen onnodig verkeer met landbouwmachines. Het gevleugelde woord werd 'minimum tillage', waarmee het minimaal berijden van de grond werd bedoeld. Een afdoende beheersing van onkruiden met chemische middelen riep in de jaren '60 en '70 de vraag op of grondbewerking, vooral in de graanteelt, niet geheel afgeschaft zou kunnen worden. Een systeem van volledige chemische onkruidbestrijding werd als 'zero-tillage' gepropageerd. 'Hoe versluierend dit werkt bleek toen milieu-beschermers dit systeem aanprezen omdat het de onnatuurlijke actie van de ploeg overbodig maakte'. De negatieve aspecten van chemische onkruidbestrijding werden geleidelijk duidelijk. Het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen en de toepassing van alsmaar zwaardere machines deden een tendens ontstaan naar steeds grotere, vlakke percelen bij voorkeur op gelijkmatige gronden. Grotere machines

veroorzaken ernstiger structuurbeschadiging in de sporen, anderzijds blijft een groter deel van de akker onbereden. In plaats van naar 'zero-tillage' wordt nu gestreeft naar 'zero-traffic'. Er zullen echter flinke voordelen moeten zijn voordat systemen met vaste rijpaden of werktuigdragers met grote spanwijdte lonend worden, aldus Kuipers. Hij acht dit voor de akkerbouw onwaarschijnlijk en daarmee blijft volgens hem het structuurbederf door rijden op het land het meest in het oog lopende actuele probleem (LANDINRICHTING, 1989).

## 5. EEN AANTAL ONDERZOEKSPROJECTEN OP HET GEBIED VAN WATERKWALITEIT

### 5.1. VELDONDERZOEK NAAR N-HUISHOUDING LANDBOUWGROND

Zowel aan Cornell University (Department of Agronomy, S. Klausner) als aan Pennsylvania State University (Department of Agronomy, L. Lanyon) wordt onderzoek gedaan aan de N-stromen op landbouwbedrijven. Kwantificering vindt plaats van N-produktie in mest, verdeling van de mest over het bedrijf, toevoer van kunstmest-N, N-opname in het gewas en N-overschot in de bodem na de oogst. Het onderzoek vindt plaats op praktijkbedrijven. De bedoeling is om de boer te leren wat de bemestende waarde is van dierlijke mest, te illustreren dat hij kan besparen op kunstmest en daardoor verontreiniging van bodem en grondwater tegen kan gaan. Op basis van de ervaringen in dergelijke projecten kunnen richtlijnen gegeven worden voor een 'Nutrient Management Program' op bedrijfsniveau (zie 3.3.). In deze onderzoeken wordt geen onderzoek gedaan naar de nitraatuitspoeling. Een voorbeeld van een analyse van de N-huishouding op een rundveebedrijf geeft KLAUSNER (1989).

### 5.2. NITRAATUITSPOELINGSONDERZOEK

Onderzoek naar de uitspoeling van nitraat in de noord-oostelijke staten wordt bemoeilijkt door de grote variabiliteit van de bodem. Het is over het algemeen een heuvelachtig gebied. Afhankelijk van de samenstelling van het erosiemateriaal heeft de bodem een doorlatendheid die uiteenloopt van zeer goed tot zeer slecht. In delen van Pennsylvania komen ook kalkformaties voor waar zich karstverschijnselen voordoen ('sinkholes'). Dit kan ernstige gevolgen hebben voor het lot van toegediende meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Het is daardoor zeer moeilijk om onderzoekslokaties aan te wijzen, die representatief zijn voor een belangrijk deel van de gronden. Uit onderzoek van PARLANGE et al. (1988) en STEENHUIS et al. (1988) blijkt dat preferente stroming van water door de bodem een belangrijke rol speelt.



Veldonderzoek naar nitraatuitspoeling wordt sinds kort uitgevoerd door het Department of Agronomy van Pennsylvania State University (dr. R. Fuchs). Maïs wordt bemest met verschillende soorten dierlijke mest in combinatie met verschillende hoeveelheden kunstmest-N. Op 9 plekken wordt in het najaar nagegaan hoeveel minerale N in de bovenste 1,20 m van de bodem is achterbleven. In het voorjaar wordt dit voor 5 lokaties gedaan. In het afgelopen najaar zijn pogingen gedaan om de uitspoeling vast te stellen met behulp van ingegraven lysimeters. Tot nu toe leverden deze veel te weinig neerslagoverschot. De oorzaak hiervan is dat de lysimeters een lage opstaande rand hebben. De grond boven het lysimeteroppervlak staat daardoor vrijwel in zijn geheel in direkt contact met de omringende grond. Door de capillaire werking zullen de neerslagoverschotten van de lysimeter voor een belangrijk deel buiten de lysimeter terecht komen.

Door de Susquehanna River Basin Commission te Harrisburg wordt onderzoek uitgevoerd op 2 onderzoekslokaties op landbouwgrond. Drainwater, grondwater (diep) en oppervlakte-afvoer worden geanalyseerd op onder andere  $\text{NH}_4^+$ , Kjeldahl-N,  $\text{NO}_3^-$  en totaal-P. De N-huishouding van de landbouwgrond wordt onderzocht door het Department of Agronomy van Pennsylvania State University (dr. L. Lanyon).

### 5.3. MODELLERING N-HUISHOUDING

Door onderzoekers van Cornell University zijn drie simulatiemodellen ontwikkeld om de chemische processen en het transport van opgeloste stoffen in de wortelzone te beschrijven. De benaming voor deze drie modellen is LEACHM (Leaching Estimation And Chemistry Model). Zij gebruiken hetzelfde numerieke oplossingschema voor de simulatie van water en stoffen en dienen voor:

- de beschrijving van het stikstoftransport en de -omzettingen (LEACHMN)
- de beschrijving van de verplaatsing en de afbraak van pesticiden (LEACHMP)
- de simulatie van het transport van anorganische ionen  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  (LEACHMS).

In alle modellen vinden schattingen plaats van wortelopname van water en opgeloste stoffen, gewasgroei, warmtetransport en verdamping. Een beschrijving wordt gegeven in WAGENET and HUTSON (1987).

Het N-simulatiemodel heeft beperkte toepassingsmogelijkheden, aangezien slechts een deel van de N-omzettingen wordt gesimuleerd, namelijk:

- omzetting van ureum in  $\text{NH}_4^+$
- nitrificatie ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ )
- vervluchtiging van  $\text{NH}_3$
- denitrificatie ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N-gassen}$ )
- $\text{NO}_3^-$ -uitspoeling

De omzettingssnelheden zijn niet gekoppeld aan de vochthuishouding van de grond.

Geen simulatie vindt dus plaats van de processen waar organische N-verbindingen bij betrokken zijn en van de C-huishouding.

Momenteel wordt door dr. S.J. Rhia het model LEACHMN gebruikt voor de simulatie van de N-huishouding van een Douglas sparrenbos in Brazilië, bemest met 500 kg N per ha.

Het model NCSWAP beschrijft de stikstof- en koolstofomzettingen voor bodem, water en planten. Het model is ontwikkeld in Minnesota State voor de beschrijving van de N-huishouding van maïsland, bemest met kunstmest of dierlijke mest. De omzettingssnelheden zijn afhankelijk gesteld van waterhuishouding en temperatuur. Door dr. Fuchs en medewerkers van Pennsylvania State University wordt de bruikbaarheid van NCSWAP nagegaan voor de omstandigheden van Pennsylvania. Vanwege vakantie van dr. Fuchs ontbreekt het mij aan verdere informatie over het model.

#### 5.4. CHEMISCH-HYDROLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek naar de relatie tussen geologie, hydrologie, grondwaterchemie en kwaliteit van het oppervlaktewater is voor de noord-oostelijke staten in belangrijke mate geconcentreerd in het North-east Watershed Research Center (NWRC) in University Park, Pennsylvania. Het is in 1966 opgericht en behoort

tot de Agricultural Research Service van het USDA. De basis van het NWRC ligt in het runoff en erosieonderzoek van de Soil Conservation Service. Aanvankelijk lag de nadruk in het onderzoek van het NWRC op klimaat, neerslag en verdamping. Het ontwikkelde zich vervolgens naar infiltratie en runoff-onderzoek en de voorspelling van afvoeren op het niveau van kleinere afwateringseenheden. Vanaf 1978 vindt vooral onderzoek plaats aan grondwaterstroming, grondwatervoeding, oppervlaktewaterafvoer, modellering van de hydrologische processen en de gehalten van P, N, pesticiden en andere verbindingen in grond- en oppervlaktewater.

Lange reeksen waarnemingen zijn beschikbaar van de Mahantango Creek Watershed, een afwateringsgebied van 740 ha, voor gegevens van klimaat, hydrologie en chemie.

Andere speciale onderzoeksfaciliteiten van het NWRC zijn:

- een overdekt platform (10 x 25 m) voor onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van bodemvochttransport in een verdichte kleigrond;
- een lysimeter (2,4 x 4,6 x 1,0 m) voor onderzoek naar de kwantiteit en kwaliteit van het percolatiewater onder invloed van neerslag of irrigatie van een ongestoorde grond;
- een 40 m lange helling die begint bij een waterstroom en gelegen dwars op deze waterstroom, voor onderzoek naar de waterbeweging en de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater.

**L I T E R A T U U R**

- BOULDIN, D.R., H.R. CAPENER, G.L. CASLER, A.E. DURFEE, R.C. LOEHR, R.T. OGLESBY and R.J. YOUNG. Lakes and Phosphorus inputs. A focus on management. Information Bulletin 127 of the New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Ithaca, New York, 13 pp.
- DUFFY, M. and S.R. JOHNSON, 1988. Agriculture and Groundwater Pollution in Iowa. EPA Journal 14, 3, p.19-21.
- INTEGRATED PEST MANAGEMENT, 1987. Annual Report. Cornell University, New York State Dept. of Agric. and Markets.
- KLAUSNER, S.D., 1989. Managing the land application of animal manure: Agronomical considerations, Proc. of the Intern. Symp. on "Dairy Manure Management", 22-24 Febr. 1989. Syracuse, New York. p. 79-88. North-east Regional Agric. Eng. Service, Ithaca, New York.
- LANDINRICHTING, 1989. Grondbewerking, akkerbouw en bouwland. p. 39.
- LEAHY, P., 1988. The perspective of the Chairman of the Senate Agriculture Committee. EPA Journal 14, 3, p.8-9.
- MYERS, P.C., 1988. The outlook of the Deputy Secretary of Agriculture. EPA Journal 14, 3, p.4-7.
- PARLANGE, J.Y. T.S. STEENHUIS, R.J. GLASS, T.L. RICHARD, N.B. PICKERING, W.J. WALTMAN, N.O. BAILEY, M.S. ANDREINI and J.A. THROOP, 1988. The flow of pesticides through preferential paths in soils. New York's Food and Life Sciences Quarterly, Vol. 18, 1 and 2, p. 20-23.
- PENNSYLVANIA'S CHESAPEAKE BAY PROGRAM. The road to recovery. Progress Report. August 1988. Commonwealth of Pennsylvania. Dept. of Environmental Resources.
- REILLY, W.K., 1988. The viewpoint of the president of the Conservation Foundation. EPA Journal 14, 3, p.10-12.
- RESEARCH PROGRAM, 1982-1987. Accomplishments and Resources Northeast Watershed Research Center.
- STEENHUIS, T.S., M.S. ANDREINI and J.Y. PARLANGE, 1988. A numerical model for preferential solute movement. Paper 88-2631 at the Intern. Winter Meeting of Am. Soc. of Agric. Eng., Chicago, Illinois, Dec. 13-16.

- WAGENET, R.J. and J.L. HUTSON, 1987. LEACHM. A process-based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone. Continuum Water Resources Institute, Vol. 2, Center for Environmental Research, Cornell University, Ithaca, New York, 80 pp.
- WEIDNER, K., 1988. Murkey water. How we farm our land has far reaching effects. Penn State Agriculture. Spring/Summer 1988, p.2-11.

**BIJLAGE 1****PROGRAMMA VAN HET BEZOEK AAN DE USA VAN 19 FEBRUARI - 2 MAART 1989****CORNELL UNIVERSITY (Ithaca, New York)****College of Agriculture and Life Sciences****• Zondag 19 februari:**

Rondrit door centraal New York met informatie over landbouw en geologie, boerderijbezoek onder begeleiding van S. Klausner. Dept. of Agronomy.

**• Maandag 20 februari:****- Dept. of Agronomy**

(S. Klausner, D. Bouldin, J. Duxberry, S. Reid, P. Baveye, J. Hutson, S. Rhia, R. Lemley, J. Pleasant, J. Peverly, T. Scott.)

**- Dept. of Agric. and Biol. Engineering**

(D. Haith, J.Y. Parlange, T. Richards, T. Steenhuis, H. van Es.)

**• Dinsdag 21 februari:****- Water Resources Institute**

(K. Porter, J. Martin, S. Pacenka)

**- Cornell Laboratory for Environmental Application of Remote Sensing (CLEARS)**

- Voordracht gehouden over 'Impact of Agriculture on Water quality in the Netherlands' voor Dept. of Agronomy en Dept. of Agric. and Biol. Eng.

**Intern. Symp. on Dairy Manure Management, Syracuse, New York****• Woensdag 22 februari, do. 23 febr., vr. 24 febr.:**

Hoofdthema's: Dairy Manure and the environment

Manure Utilization

Manure Processing

Manure Handling and Storage

**- Voordrachten gehouden over:**

Manure management and regulations in the Netherlands

Nitrogen cycling in manure and soils

**- Reis naar Pennsylvanië**

## CORNELL UNIVERSITY (University Park)

## • Zaterdag 25 februari:

Bezoek aan een aantal melkveebedrijven in Mifflin County, Pennsylvania, onder begeleiding van prof. R. Graves, Dept. of Agr. Engineering, en D. Filson, bedrijfsvoorlichter.

## • Zondag 26 februari:

Bezoek aan centraal Pennsylvania met aandacht voor geologie en landbouw en bezoek aan proefveld voor nutriëntenonderzoek; begeleiding door L. Lanyon, Dept. of Agronomy, Penn. State University.

## • Maandag 27 februari:

## - Department of Agronomy

(L. Lanyon, A. Turgeon, R. Shipp, R. Fuchs, J. Gemison, L. Lengnick, G. Roth)

## - Dept. of Agricultural Engineering

(prof. R. Graves, prof. D. Buffington, P. Robillard, R. Brandt)

## - Voordracht over 'Manure management and regulations in the Netherlands' voor Dept. of Agronomy, Dept. of Agr. Eng. en Dept. of Agric. Econ. and Rural Sociology.

## • Dinsdag 28 februari:

## - Department of Agric. Economics and Rural Sociology

(W. McSweeney, D. Epp, C. Abdalla)

## - D. Jansma, Associate Dean van Penn. State Univ. voor International Agricultural Programs

## - Northeast Watershed Research Center

(R. Schnabel, A. Rogowski)

## - Environmental Resources Research Institute, office for Remote Sensing of Earth Resources

(D. Miller)

## • Woensdag 1 maart:

## - Susquehanna River Basin Commission

## RODALE RESEARCH CENTER

- Woensdag 1 maart:
  - Rodale Research Center
  - Centrum voor onderzoek naar 'low-input, sustainable agriculture'  
behorende tot Rodale Press.
  - (J. Moyer, D. Matthews-Gehring)
- Donderdag 2 maart:
  - Rodale Research Center
  - (S. Peters, R. Janke, M. Bohlke)
  - Voordracht over 'Manure management and regulations in the Netherlands'.