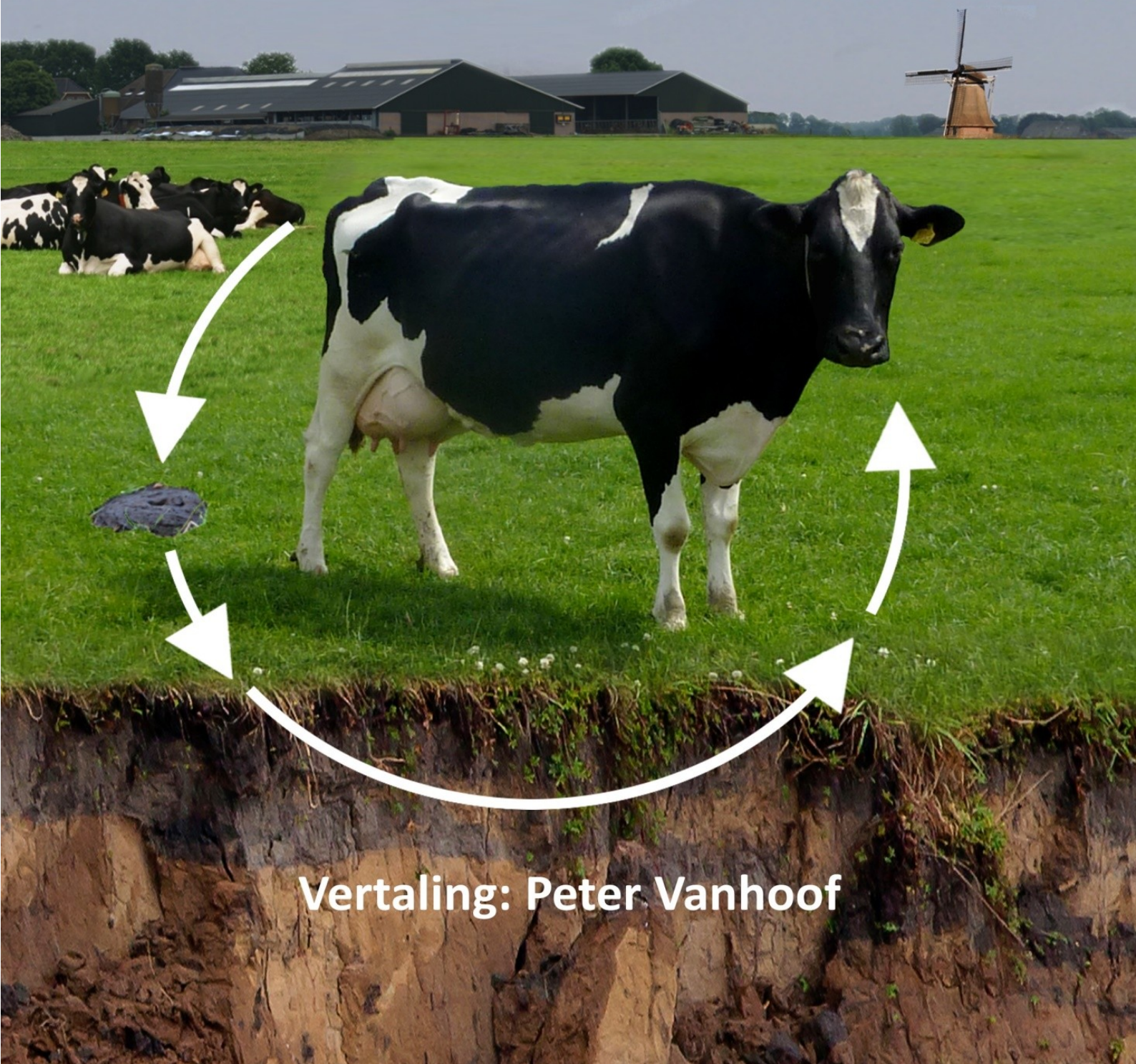


**dr. Hans Peter Rusch**

# **BODEMVRUCHTBAARHEID** een zaak van biologisch denken



**Vertaling: Peter Vanhoof**

**Uitgebreid nawoord bij het boek**

**Bodemvruchtbaarheid,  
een zaak van biologisch denken**

**door Anton Nigten**

Na het lezen van de vertaling van het boek van Rusch over de bodemvruchtbaarheid komen bij mij de volgende vragen op:

- Wat is de betekenis van het werk van Rusch voor de problemen van de landbouw in onze tijd?
- Wat waren de belangrijkste inspiratiebronnen voor Rusch bij het schrijven van zijn boek, dat we gerust als een mijlpaal in de geschiedenis van het landbouwkundig onderzoek mogen beschouwen?
- En tot slot: waarom heeft de methode Rusch geen grote navolging gevonden?

De grote verdienste van Rusch is niet in enkele zinnen samen te vatten. En een bijkomend probleem is dat niet alles wat hij destijds beweerde ook door hem bewezen is. Een groot probleem is bijvoorbeeld dat hij alle gebruikte bronnen niet systematisch heeft vermeld. Gelukkig is er sindsdien veel onderzoek gedaan wat zijn opvattingen ondersteunt.

Ik zal er de volgende punten uitlichten: drijfmest, kunstmest en het NPKparadigma, drie belangrijke kenmerken van de landbouw in onze tijd..

### **Drijfmest:**

Rusch waarschuwt in dit boek herhaaldelijk voor het gebruik van drijfmest. Het gebruik van drijfmest geeft vandaag de dag zowel op gangbare als op biologische bedrijven steeds meer problemen. Enerzijds is dat een gevolg van overbemesting – we brengen tien keer meer mest op het land dan de boeren die met Rusch samenwerkten. En anderzijds leidt de kwaliteit van de drijfmest in combinatie met het injecteren ervan tot een grote belasting van de bodem en het bodemleven. De afbraak van de halfverteerde, rottende eiwitresten in de mest zorgt er voor dat er te veel zuurstof in de bouwvoor aan de bodem wordt onttrokken, zuurstof dat toch al schaars is, doordat de bodem door de zware machines wordt aangedrukt. Bijgevolg wordt de drijfmest door anaërobe schimmels en bacteriën afgebroken. We krijgen steeds meer aanwijzingen dat de giftige stoffen die daarbij vrijkomen schadelijk zijn voor het bodemleven. En dat beïnvloedt dan op zijn beurt de kwaliteit van het gewas dat er groeit. Ook de flora die nog kan gedijen op een dergelijk ‘fundament’ verandert van samenstelling. Hennig spreekt in dit verband over een drijfmestflora (Hennig, 2000 pag 96, 103).

Maar het blijft niet bij giftige organische verbindingen en een drijfmestflora. Het CVB<sup>1</sup> adviseert voor het ruwvoer om met kalium onder de 25 gram per kilogram droge stof te blijven. Bij 30 gram kalium per kg droge stof (ds) is het ruwvoer toxisch voor herkauwers. Uit een voedingsmiddeletabel van het Vlaams ministerie van landbouw blijkt dat weidegras, graskuil en luzernepallets alledrie boven de toxische grens zitten (ILVO mededeling 101, 2011). En grashooi, voederbiet, rode klaver en koolzaadschroot zitten allen boven de veilig geachte grens van minder dan 25 gram kalium per kg droge stof. Het gaat hierbij om gemiddelde cijfers. Voor Nederland zullen de cijfers niet veel anders zijn. Maar tot nu toe heb ik voor Nederland geen vergelijkbaar voeroverzicht gevonden.

---

<sup>1</sup> CVB staat voor Centraal Veevoederbureau in Nederland. Het CVB geeft publicaties uit over het voer voor landbouwhuisdieren in Nederland.

### **Kunstmest.**

Rusch is ook een uitgesproken tegenstander van het gebruik van kunstmest, omdat volgens hem een juiste dosering vrijwel onmogelijk is. Het onderzoek van Willemsen uit 1972 bevestigt dit onbedoeld voor stikstof. De hoeveelheid stikstof in het gras is volgens hem moeilijk te sturen (Willemsen 1972, pag 11). Inmiddels worden de nadelen van kunstmest voor de landbouw en voor het grotere ecosysteem steeds duidelijker. De overzichtsstudie van Khan e.a toont duidelijk aan hoe problematisch het gebruik van grote hoeveelheden kaliumzouten is voor de bodem en voor de gewassen. Het onderzoek van Khan betreft vooral het gebruik van kaliumchloride. Dit zout, zo blijkt uit honderden proeven, verhoogt de opbrengst vaker niet dan wel: ‘..KCl fertilization was often ineffective for increasing productivity, according to nonsignificant responses that occurred in approximately 76% of the total trials surveyed (Khan 2013, pag 11). Bovendien blijken de bodemtesten voor kalium onbetrouwbaar. ( ‘..soil K testing does not provide a scientific basis for fertilizer K management’ (Khan, 2013 pag 7). De enorme bodemreserves aan kalium in kleigronden blijken de belangrijkste ‘spelbreker’. Ook zand- en leemhoudende gronden kunnen flinke voorraden mineraal kalium bevatten.

Als gevolg van zoutschade leidt de bemesting met kaliumchloride bij veel gewassen zelfs tot opbrengstverlagingen. En in meer dan de helft van de geraadpleegde onderzoeken blijkt kaliumchloride nadelig voor de kwaliteit van de gewassen: ‘..the frequency of positive responses was only about 8%. On the contrary, the qualitative effect of KCl was negative in 57% of the trials surveyed’ (Khan 2013, pag 15).

Naast verzilting leidt het gebruik van kaliumchloride ook tot ‘betonvorming’ in de bodem. Annie Francé Harrar had daar in 1950 al voor gewaarschuwd (Francé Harrar 1950 / heruitgave 2010 pag 181).

Uit de vele proeven die Khan heeft bestudeerd blijkt bovendien dat de meeste bodems jaar op jaar voldoende kalium kunnen leveren uit de natuurlijke reserves.

Swerczek’s onderzoek werpt een nieuw licht op de gezondheidsproblemen bij paarden en koeien. Kopziekte is in zijn visie een symptoom van een veel breder ziektepatroon bij landbouwhuisdieren. Dit ziektepatroon omvat naast kopziekte ook vruchtbaarheidsproblemen, mastitis, pootproblemen, klauwproblemen, en verminderde weerstand. De risico’s van kalium zijn al heel lang bekend. Maar Swerczek concludeert op basis van zijn 30 jarige praktijk als dierenarts en onderzoeker dat ook nitraat een belangrijke oorzaak is van een reeks gezondheidsproblemen bij landbouwhuisdieren. Van nitriet was dit al lang bekend. Maar dat ook nitraat als zodanig een bedreiging kan vormen voor de gezondheid is lange tijd niet (en eigenlijk nog steeds niet) onderkend. De reden is volgens Swerczek dat nitraatvergiftiging indirect werkt. Om het te veel aan nitraat af te voeren heeft het lichaam extra natrium, calcium of magnesium nodig. Als de dieren te weinig natrium binnenkrijgen, - en volgens Swerczek is dat vaak het geval, ook al krijgen de dieren voldoende likstenen - , maken de nieren gebruik van calcium of magnesium om het nitraat af te voeren. Bij hoge nitraatgehalten in het bloed verbruikt het lichaam dan zijn calcium- en magnesiumreserves. Swerczek pleit er daarom voor om ruim extra natrium aan de dieren te geven in de kritische periodes. Het hoge nitraatgehalte brengt Swerczek in verband met de hoge stikstofbemesting van de weilanden. Daardoor bevat het gras te hoge eiwitgehalten en stikstofverbindingen die (nog) geen eiwitten zijn (non-protein nitrogenous compounds). Om de problemen rond kopziekte te voorkomen geven de boeren vaak extra veel magnesium. Maar bij onvoldoende natrium verhoogt dit dan weer het risico op magnesiumvergiftiging. Swerczek accepteert de hoge nitraatgehalten, zo blijkt uit zijn onderzoek, als een ‘fait accompli’:

‘A simple prophylaxis is not to over feed protein to herbivores, but this is not always practical when producers are striving for maximum production’ (Swerczek 2007).

Veel zout mag dan helpen om de nitraatvergiftiging - door calcium en magnesiumonttrekking - te vermijden, maar veel zout brengt op zijn beurt weer heel andere risico's met zich mee:

'Animal studies have shown that increasing salt intake increases the amount of protein excreted in the urine and **markedly increases the rate of deterioration of renal function in experimental forms of renal disease.**

As well as being a risk factor for kidney disease, a high salt diet has been associated with renal stones. **Urinary calcium, the main constituent of renal stones, is increased by a high salt diet** and this increases the risk of stones forming' (Cash, 2010)

Uit het al genoemde onderzoek van Willemsen uit 1972 blijkt dat de risico's van nitraatvergiftiging al veel eerder bekend waren, maar toen keek men alleen naar vergiftigingen die het gevolg waren van omzettingen van nitraat in nitriet. Ook in de meer recente literatuur voor koeien is dit nog steeds het geval (Gios Nele, 2006 pag 21). Bij een te hoog nitrietgehalte in het bloed kunnen de dieren stikken. Ook het verband met een natriumtekort werd toen niet gezien (Willemsen, 1972). Dat is vreemd omdat Sjollema al in 1930 vaststelde dat bij kopziekte het natriumgehalte in het bloed aan fluctuaties onderhevig was - 'probably greater than in normal animals'. Ook andere auteurs hadden al geconstateerd dat er een verband was tussen een laag natriumgehalte en de kans op kopziekte. (Swerczek, 2007).

Fosforvergiftiging door voeding als zodanig komt waarschijnlijk zelden voor. Volgens het Vitamine informatiebureau is de maximaal veilige dosis fosfor voor volwassenen (mensen) 4000 mg per dag. Dat komt overeen met 8 gram P per kg ds. (een mens eet gemiddeld 500 gram droge stof per dag. Een koe eet gemiddeld 11 kg droge stof per dag. Dus het maximum voor koeien zou dan  $11 \times 8$  gram = 88 gram P per dag zijn.

We krijgen gemiddeld 1656 mg fosfor per dag binnen via ons voedsel. Echter, op basis van het onderzoek bij koeien weten we dat een veilige calcium/fosfor ratio tussen 1,2 en 1,7 ligt. Het Nederlandse gemiddelde is voor Ca/P = 0,69. Te veel fosfor in verhouding tot calcium kan leiden tot nierstenen van calciumfosfaat.

Renal stones are relatively common. Over a lifetime, 6% of women and 12% of men will have renal stones at least once. Although common, renal stones are painful and can cause nausea, difficulty passing urine and may progress to kidney disease if there is a blockage. (Kidney research UK.)

Een verlaging van het fosforgehalte is dus aan te bevelen. Dat is te meer nodig als mensen veel cola drinken. Cola bevat erg veel fosfor in de vorm van polyfosfaat.

Niet alleen voor onze gezondheid en voor die van het vee is te veel fosfor een probleem. Ook voor het milieu. Een deel van het fosfor wordt door de gewassen niet benut en komt uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht, waar het samen met het stikstof dat uitspoelt, leidt tot eutrofiering van het water. Nog dit voorjaar besloten de Amerikaanse drinkwater-authoriteiten om die reden dat de Grote meren niet langer geschikt zijn als bronnen voor de winning van drinkwater.

Bij het Nederlandse ruwvoer komt te veel fosfor waarschijnlijk nauwelijks voor. De aanwezige hoeveelheden (gem. 3,2 gram/kg ds) overstijgen de gewenste hoeveelheden (3 – 3,5 gram/kg ds) niet. Bij het krachtvoer ligt dit duidelijk anders: het gemiddelde fosforgehalte van 5 krachtvoerproducten is 10 gram fosfor per kg ds. Een droogstaande koe heeft per dag 21 gram P

nodig en een koe die 30 ltr melk geeft heeft ongeveer 63 gram P nodig. Te veel krachtvoer moet vermeden worden, omdat het fosforgehalte van krachtvoer relatief hoog is en het calciumgehalte relatief laag ( gem. 3,74). De Ca/P van het krachtvoer bedraagt in het Vlaamse rapport over de mineralen in veevoer (ILVOrapport, 2011)  $3,74/10 = 0,37$ . De gewenste ratio ligt tussen 1,2 en 1,7. Maïs daarentegen heeft juist weinig fosfor. Daardoor komt een te laag fosforgehalte waarschijnlijk vaker voor dan een te hoog fosforgehalte. Met name bij zgn downerkoeien<sup>2</sup> speelt dit een belangrijke rol.

### **Samenvattend:**

Door het onderzoek naar de mineralenhuishouding bij met name koeien en paarden weten we heel veel over het belang van voldoende mineralen en over de risico's van te veel of te weinig mineralen. Ook de onderlinge verhoudingen zijn daarbij deels aan bod gekomen. Heel veel gezondheidsproblemen bij het vee zijn het gevolg van enerzijds te veel kalium en stikstof, en anderzijds te weinig calcium, natrium en magnesium, en soms ook fosfor. Zwaveltekorten komen als gevolg van verminderde zwaveluitstoot door de industrie ook steeds meer voor. We weten niet of er in de bodems een echt zwaveltekort is of dat het niet opgenomen wordt doordat bijv. chloor zijn plek inneemt. De siliciumvoorziening is ten onrechte geheel uit beeld geraakt. Ook de vraag in hoeverre chloor een probleem vormt, met name voor de nieren, wordt, voor zover mij bekend, nauwelijks onderzocht. Daar komt de problematiek van sporenelementen nog bovenop.

Hoewel we, dankzij het mineralenonderzoek bij koeien en paarden, inmiddels heel veel weten over het belang van de juiste hoeveelheden en de juiste ratio's voor de macromineralen, slagen de gangbare landbouw en de biologische landbouw er niet in om het voer echt in balans te brengen. Bijgevolg moeten de boeren voortdurend bijsturen met anorganisch zout, calcium, magnesium, fosfor en sporenelementen. En natuurlijk antibiotica en andere diergeneesmiddelen. Dat leidt bijna per definitie tot voortdurend schipperen. Dat blijkt ook uit het feit dat het niet lukt om de 'gewone' dagelijkse gezondheidsproblemen te voorkomen: mastitis; kalversterfte; klauw- en pootproblemen; koliek; vruchtbaarheidsproblemen; ziekte van aujesky; staartbijten; MRSA; salmonella. Ook worden we om de paar jaar getraceerd op ernstige ziekte-uitbraken die vaak rampzalig uitpakken voor de veehouderij en de samenleving: vogelpest; varkenspest; mond- en klauwzeer; blauwtong; Q koorts; het Schmallenbergvirus ed. Ik heb berekend dat dat ons jaarlijks gemiddeld 275 miljoen euro kost. Plus het menselijke en dierlijke leed dat qua kosten niet te becijferen valt.

Een aanpak via het voerspoor lukt de moderne landbouw niet. Ondanks nu ruim 80 jaar kopziekte-onderzoek en het decennialange onderzoek naar de optimale mineralenhoeveelheden en mineralenverhoudingen lukt het moderne landbouw niet om het veevoer via de bemesting in balans te brengen. Dat heeft mijns inziens de volgende redenen, en hier komt Rusch in beeld:

- We geven te veel meststoffen aan de gewassen;
- We geven de organische meststoffen zonder dat ze voldoende zijn 'verteerd'. Vaak zijn ze aan het rotten;
- En we geven te veel elementen in zoutvorm;

---

<sup>2</sup> Op de website van Dierenartsenpraktijk Tweestromenland staat een heldere beschrijving van melkziekte en de downerkoe: <http://www.daptweestromenland.nl/pdf/lbh/Melkziekte.pdf>.

Het gevolg is dat de bouwvoor verzilt raakt, of verzuurt, en dat het verkeerde bodemleven gestimuleerd wordt, of het bodemleven überhaupt wegwijnt. De hoeveelheid humus is in de meeste bodems dramatisch laag, en de kruimelstructuur ontbreekt vrijwel over de hele linie. De gevolgen zijn dat heel veel bodems onvoldoende in staat zijn om water op te nemen. En heel veel gronden worden gevoelig voor wind- en watererosie. De planten kunnen, omdat de bodems heel veel voedingsstoffen bevatten die als ionen zijn opgelost in het bodemvocht, hun voedingsstoffen niet meer selectief opnemen. Het gevolg is dat met name kalium en stikstof in het gewas gaan domineren, en soms ook chloor, en dat heel veel voedingsstoffen uitspoelen of immobiel worden. Van deze gewassen worden dieren en mensen op hun beurt ziek. Swerczek spreekt van een kaliumnitraatvergiftiging voor planten en dieren.

Er is echter nog een heel ander gevolg. Steeds meer boeren geven wereldwijd handenvol geld uit om dure meststoffen te kopen, terwijl ze voor een groot deel gratis in de grond of in de lucht zitten. Met de kanttekening dat er per grondsoort wel belangrijke verschillen bestaan. Het onderzoek van Khan toont aan dat op heel veel grondsoorten een kaliumbemesting niet nodig is. En als er tekorten ontstaan, kan dit veel beter via gecomposteerde mest of gesteentemelen aangevuld worden dan via zouten, omdat bij bemesting met compost en gesteentemelen de planten en hun symbionten de mineralen selectief kunnen blijven opnemen.

Voor stikstof geldt iets soortgelijks. Elke boer en elke plantkundige of bemestingskundige weet dat vlinderbloemigen in staat zijn om stikstof vast te leggen. Wat vrijwel niemand weet is dat ook vrijwel alle niet vlinderbloemige planten in staat zijn om luchtstikstof te benutten. Schanderl heeft hier in de veertiger jaren van de vorige eeuw uitgebreid onderzoek naar gedaan. Zijn opzienbarende resultaten zijn gewoon genegeerd. Ook Rusch vermeldt ze niet, hoewel hij ervan op de hoogte was. Verderop zal ik proberen duidelijk te maken waarom dat zo is gelopen. De niet vlinderbloemigen hebben wel een startbemesting met stikstof nodig om de luchtstikstofbenutting op gang te krijgen. Echter, als de boer of tuinder grote hoeveelheden nitraat of ammoniak strooit, gaat de plant geen luchtstikstof benutten. De start-stikstof moet daarom ook zo veel mogelijk in organische vorm gegeven worden. En wederom niet te veel.

Of alle gronden voldoende fosfor bevatten, weten we niet. Er zijn in elk geval biologische bedrijven in Flevoland die alleen gecomposteerde stalmest gebruiken en nooit last hebben van een fosfortekort. Ondanks dat dat volgens specialisten al lang het geval had moeten zijn. Waarschijnlijk vormt ook hier, net als bij kalium, de in de bodemmineralen gebonden fosfor de verklaring. Dat wil niet zeggen dat er op de langere termijn geen tekorten kunnen ontstaan. Om die reden is het een goede zaak dat de waterzuiveringsmaatschappijen proberen om het fosfaat (en een deel van de stikstof) uit het zuiveringsslib terug te winnen in de vorm van struviet. Wel moeten we erop toezien dat er geen verontreinigingen bij zitten die we niet in de bouwvoor kunnen gebruiken. Ook het groene afval zal op termijn weer terug moeten naar de land- en tuinbouw. Maar zonder zware metalen of andere verontreinigingen. Idem voor groencompost.

Ook gesteentemelen bevatten fosfor. Maar hier doen zich grote verschillen voor. Daarnaast bevatten veel bodems apatiet, een belangrijk natuurlijk fosformineraal. Ik heb alleen nog niet kunnen achterhalen welke grondsoorten hoeveel apatiet bevatten. De calcium/fosforratio van apatiet is ideaal; 1,6. In de uitgave 'grondsoorten en delfstoffen bij naam' van van der Meulen e.a. wordt vermeld dat in Nederland vooral de mariene afzettingen fosforhoudende mineralen bevatten. Ook

botten bevatten apatiet en zouden weer zo veel mogelijk in de landbouw ingezet moeten worden – zonder prionen / BSE.

In de nabije toekomst zullen we moeten onderzoeken of we gronden met een eenzijdige samenstelling door een juiste keuze van gesteentemelen kunnen en ook moeten bijsturen. Rusch noemt het gebruik van gesteentemelen wel op meerdere plaatsen, maar geeft nergens aan of hij dit gebruik adviseert op basis van geconstateerde tekorten of meer algemeen preventief. In het hele boek krijg je de indruk dat er zich vrijwel geen tekorten voordoen, als je maar op de juiste wijze bemest. Maar daarmee zijn we bij een punt gekomen waar voor de praktijk flink wat vraagtekens de kop op steken. Want hoe moet je juist bemesten?

Rusch bepleit in tal van paragrafen de oppervlaktecompostering van vers materiaal. Dit materiaal moet verspreid over het jaar in niet te grote hoeveelheden over het land uitgereden worden. En het land moet daarnaast zoveel mogelijk bedekt blijven. Bijvoorbeeld met groenbemesters als er geen gewas op de akker staat.

Hierbij doen zich nogal wat praktische problemen voor:

1. Veel organisch materiaal komt vrij op een tijdstip waarop je het niet kunt of niet mag uitrijden. Bijvoorbeeld mest in de winterperiode. De vraag is dan hoe je het opslaat.
2. Nogal wat akkerbouwgewassen laten zich het gemakkelijkst als monocultuur telen waarbij je geen ondergroei wilt hebben. Zoals bij kolen, wortelen, uien, prei, aardappelen en bieten. Bij granen is een onderzaai gemakkelijker.
3. Een bodembedekking met dood materiaal is in de akkerbouw vrijwel onmogelijk, gezien de enorme hoeveelheden die daarmee gemoeid zijn. Bovendien biedt je met name slakken en knaagdieren hiermee wel erg veel schuilgelegenheid.

Met groenbemesters, en met ondergroei in granen kunnen we al heel veel bereiken. Er is inmiddels een heel ruime keuze voorhanden van groenbemesters, en er is ook al heel veel onderzoek gedaan naar de vraag welke groenbemesters geschikt zijn als voorteelt voor welk gewas. Ook zijn de voor- en nadelen al goed in kaart gebracht. Bijvoorbeeld met het oog op schadelijke aaltjes of op verticillium. Ook kunnen we groenbemesters kiezen die in de winter doodvriezen. Dan hoeven we het materiaal in het voorjaar alleen licht in te werken. Ik denk dan aan: haver; japanse haver; wintererwt; Perzische klaver; Alexandrijnse klaver; spurrie; afrikaantjes; facelia.. In de teelthandleiding groenbemesters staat dat in 2002 10 procent van het akkerbouwareaal was ingezaaid met groenbemesters. Recentere cijfers heb ik nog niet gevonden.

De grote problemen doen zich voor bij de afvalstromen: groen afval uit de particuliere huishoudens; bermmaaisel; groencompost van de gemeenten, zuiveringsslib, en de mest uit de agrarische sector. De problemen zijn eigenlijk nauwelijks anders dan in de tijd van Rusch.

- Verontreinigingen: zware metalen; chemicaliën; medicijnresten of -metabolieten; residuen en metabolieten van bestrijdingsmiddelen; plastic; antibiotica uit de veehouderij;
- Een tweede vraagstuk betreft de behandeling van groenafval en dierlijke mest voordat ze op het land gebracht kunnen worden. Weten we op basis van het werk van Rusch en zijn collega's voldoende om dit probleem op te lossen? Daarover gaat de volgende paragraaf.



### De behandeling van groenafval en mest.

Met zijn vergelijkende onderzoek heeft Rusch aangetoond of op zijn minst heel aannemelijk gemaakt dat het warm composteren van groenafval en dierlijke mest niet tot het optimale resultaat leidt. Dat roept een veelheid van vragen op. Deze vragen zijn in twee hoofdgroepen onder te verdelen:

1. Warm composteren: is dat altijd nadelig? Zijn er geen warme composteermethoden voorhanden die minder verliezen geven?
2. En koud composteren! Maar kan dat? Bestaat dat? Of kom je hier automatisch uit op vlaktecompostering met vers materiaal? En wanneer moet je dat dan uitrijden? augustus; februari? Wat doe je dan in de tussentijd? Of is fermentatie met behulp van melkzuurbacteriën of bokashi een oplossing?

Laten we eerst het warm composteren onder de loep nemen. De voordelen zijn duidelijk: door de hitte-ontwikkeling worden ziektekiemen en onkruidzaden gedood. Maar heel wat (anaerobe) afbraakprocessen eindigen in CO<sub>2</sub>, ammoniak, methaan en zwavelwaterstof. Francé Harrar beschouwt dit als een noodzakelijke eerste stap:

In den ersten paar Wochen wird intensive bakterielle Eigenwärme entwickelt, die bei hohen Zellulosemengen eine Temperatur bis zu 85° C erreichen kann. Diese Hitze trägt zur Zermorschung der Stoffe bei und ist für die Leistungsfähigkeit der primären Zersetzer Voraussetzung. Durch Einblasen von Luft auf technischem Wege wird aber die notwendige Temperatur herabgesetzt und dadurch die erste organische Aufschließung gehemmt oder gar verhindert. Weiterhin bedeutet diese Luftzufuhr eine Störung im Sauerstoffhaushalt der Anaeroben, welche ihren Sauerstoffbedarf nicht aus der Luft, sondern aus den Zersetzungs Vorgängen decken. Im Innern des Rohbeetes leben sie in einem sehr sauerstoffarmen Milieu. Auf einen Überfluß an eingeblasenem Oxygen antworten sie mit einer verlangsamten und ungleichmäßigen Zersetzungstätigkeit (Francé Harrar 1957).

Francé Harrar is van mening dat het natuurlijke proces in de composthoop niet onderbroken en verstoord mag worden door mechanische ingrepen en door zuurstoftoevoer van buitenaf. Uit haar beschrijving van de door haar gehanteerde warme composteermethode concludeer ik dat ook deze hopen voldoende luchtig moeten worden opgezet. Waarschijnlijk is dat om de afvalgassen voldoende kwijt te raken.

De verhitting die ontstaat door de cellulose-afbraak door anaerobe bacterien en schimmels beschouwt Rusch juist als het grote nadeel van warme compostering. Het geeft namelijk grote verliezen aan koolstof, zwavel en stikstof. Francé Harrar zegt dat ook met zoveel woorden. Je zou kunnen zeggen: de afbraakprocessen zijn te ver doorgevoerd. Of op de verkeerde manier. Maar we moeten ons wel de vraag stellen of het klopt. Anders gezegd: kan de celluloseafbraak ook plaatsvinden zonder verhitting en zonder verliezen van tal van elementen naar de lucht?

Francé Harrar merkt hier het volgende over op:

Bei jeder Art von organischer Verrottung treten die Aeroben in den für Luft und Licht noch zugängigen Außenschichten auf, die Anaeroben aber in den inneren Zonen, wo sie durch ihre Tätigkeit Schwefelwasserstoff, Methan, Kohlensäure, Sauerstoff usw. freisetzen und sich dadurch ihr eigenes Lebensmilieu schaffen. (Francé Harrar 1957, pag 69).

En zij geeft aan dat er naast rotting door bacterien ook schimmels actief kunnen worden:

Zur Verrottung tragen also Bakterien sowie Pilze bei. Der bakteriell bedingte Abbau verläuft intensiver, da die sich zu astronomischen Ziffern vermehrenden Bakterien rascher und gründlicher arbeiten, als dies Fäulnispilze vermögen. Es ist dies von Natur aus bedeutsam, weil die bakterielle Zersetzung organischer Substanz zu niedrigermolekularen Verbindungen schon aus hygienischen Gründen so schnell wie möglich verlaufen soll. (..)

Anders verhält es sich jedoch dort, wo durch eine unkontrollierte Kompostierung die Gruppe der Zersetzungspilze dominant geworden ist. Zunächst äußert sich dies in der Verrottungsfrist. Die Bakterienarbeit wird durch das Überhandnehmen von Pilzen stark eingeschränkt, denn Bakterien und Pilze unterscheiden sich grundsätzlich auch in ihren Lebensbedingungen, obwohl sie auf denselben Lebensraum angewiesen sind. Beim Zelluloseabbau tritt immer eine gewisse Versäuerung auf, die als Lebensbedingung für die zellulosezersetzenden Bodenpilze charakteristisch ist. Die Aspergillaceen, Mucorineen und Penicillien bilden z. B. aus Kohlehydraten Glukon-, Zitronen- und Fumarsäure u. ä. Der Abbau von Zellulosen durch Pilze ist also durch einen sauren pH-Wert gekennzeichnet.

Die durch die Zellulosehumifizierung hervorgerufene Versäuerung schwindet, sobald die Zersetzung beendet ist. Dominieren die Zersetzungspilze, so weist dieser Boden jedoch einen pH-Wert von 3-5 auf. Bakterien dagegen sind mit verhältnismäßig wenigen Ausnahmen auf ein alkalisches Milieu eingestellt.

Francé Harrar wijst op de risico's van een door schimmels uitgevoerde verrotting. Zij beschouwt hen als de belangrijkste ziektekiemen voor de nieuwe teelten:

Nicht die rapid arbeitenden Bakterien haben dabei die Oberhand, sondern die viel langsamer aufschließenden Fäulnispilze. Sie sind sämtlich auf Zellulosen, Zucker, Lignine, hemizellulosen, Pentosane usw. spezialisiert. Eine ihrer Hauptleistungen besteht in der Umwandlung von Mono- und Polysacchariden zu Säuren. Viele von ihnen gehören zu den sog. „Fungi imperfecti“. Dazu zählen alle Schimmelpilze, die Fusariumarten, die Familien der Cladosporien, Alternaria, Verticillien, Trichoderma, Nectria, Sclerotinia, fast alle Rost- und Brandpilze usw. Sonst findet man in Komposthaufen stets noch alle möglichen Strahlenpilze (Actinomyceten) und nicht selten die unliebsamen Phytophthora- und Peronosporakeime, sowie beinahe ausnahmslos die allen Gärtnern und Obstzüchtern so verhaßte Monilia.

Francé Harrar schetst dus drie groepen afbraakbacteriën: de zuurstofminnende bacteriën aan de buitenzijde van de composthoop; de facultatief zuurstofmijdende bacterien binnen in de hoop; of de schimmels die onder ongunstige omstandigheden aan de slag gaan. Die ongunstige omstandigheden zijn door haar niet erg zorgvuldig benoemd. Wel zegt ze dat deze vooral voorkomen bij volkstuinders die telkens vers materiaal op de hoop gooien en hem nooit omkeren. Ik vermoed op basis van de rest van haar beschrijving dat schimmels de cellulose afbreken als de composthoop onvoldoende de afbraakgassen van de anaerobe bacterien kwijt kan: ammoniak; zwavelwaterstof; methaan ed. Bijgevolg verzuurt de composthoop, en in dat milieu kunnen alleen de schimmels overleven. Een soortgelijke situatie doet zich ook voor in de drijfmestput, en in potstallen. En wellicht ook in stapelmest. Potstalmest, die door de koeien die er bovenop lopen stevig is aangedrukt, ruikt ook uitgesproken onaangenaam. Bij oude stapelmest is dat al iets minder. De vierde groep, de melkzuurbacteriën, worden door haar niet genoemd.

Bij de door Rusch voorgestane vlaktecompostering zullen, vermoed ik, de zuurstofminnende bacteriën en schimmels domineren. Blijkbaar breken deze bacteriën het dode materiaal niet af tot op het niveau van de elementen. We willen dan natuurlijk graag weten hoe het cellulose, pectine, hemicellulose en lignine afgebroken worden. Kan dat überhaupt zonder grote warmteverliezen?

### Laten we kijken hoe wormen en mestkevers het aanpakken.

De aardworm trekt een boomblaadje de grond in, een klein stukje. Dan wordt het voorwerk gedaan door bacteriën en schimmels die in deze vochtige omstandigheden het bladcellulose als het ware voorverteren. Ook bij mestwormen is zo'n voorvertering nodig. Daar vindt de voorvertering plaats in de vochtige strooisellaag. Dhr Schimmel (zijn echte naam) schrijft dat de mestworm een vochtiger omgeving nodig heeft dan die van een composthoop. Zelf zag ik dat mestwormen uitstekend aan de slag gaan in hopen paardenmest. Ik denk dat in alle drie de situaties sprake is van voldoende zuurstof. Paardendrollen laten door hun structuur voldoende ruimte voor zuurstofaanvoer. Pas na vertering en onder invloed van veel regen worden de onderste lagen nat tot zeer nat. De mestwormen zitten vooral hogerop in de hopen.

Mestkevers maken kleine bolletjes van de mest. Hier kan aan alle kanten zuurstof bij. Ook bij de soorten die eerst diepe tunnels graven en daarin de mestbolletjes opbergen, lijkt voldoende zuurstof te kunnen toetreden. De mestkever uit het middellandse zeegebied 'de heilige pillendraaier' geheten, kan bollen maken ter grootte van een appel (Bron: Wiki NL trefw. Mestkever). Deze wordt ook de grond in gewerkt. Ik vermoed dat zowel de aardworm als de mestkever de mest o.a. begraven omdat er vocht nodig is voor de afbraak van cellulose en voor verdere omzettingen. Zeker in warme streken lijkt dit een verstandige aanpak.

Verder voegen zowel de regenworm als de mestkevers aarde toe aan de mest. De worm omdat hij dat mee opeet, en de mestkever doordat hij de mestbal over de aarde rolt. Ook de mestworm heeft aarde nodig, al was het maar om inwendig zijn voedsel mee te vermalen (Dickerson, 2001). Wormen voegen bovendien met behulp van hun kalkklieren kalk toe. Tot slot vermoed ik dat de inwendige darm-bacteriën van alle drie de dieren in elk geval voor een deel melkzuurbacteriën zijn. Maar dat moet gecontroleerd worden. In de betreffende vakliteratuur heb ik er niets over kunnen vinden.

Het inzetten van mestwormen lijkt een mogelijkheid om de verliezen die blijkbaar onvermijdelijk gepaard gaan met warm composteren te vermijden. Door het onderzoek van Schimmel en anderen wordt dit in elk geval bevestigd (Schimmel 2014, pag 109).

Uit een verslag van Dickerson uit 2001 blijkt dat wormencompost rijker is aan mineralen dan tuincompost:

**Table 1. Chemical characteristics of garden compost and vermicompost, 1994.**

Parameter*	Garden compost <sub>1</sub>	Vermicompost <sub>2</sub>
pH	7.80	6.80
EC (mmhos/cm)**	3.60	11.70
Total Kjeldahl nitrogen(%)***	0.80	1.94
Nitrate nitrogen (ppm)****	156.50	902.20
Phosphorous (%)	0.35	0.47
Potassium (%)	0.48	0.70
Calcium (%)	2.27	4.40
Sodium (%)	< .01	0.02
Magnesium (%)	0.57	0.46
Iron (ppm)	11690.00	7563.00
Zinc (ppm)	128.00	278.00
Manganese (ppm)	414.00	475.00
Copper (ppm)	17.00	27.00
Boron (ppm)	25.00	34.00
Aluminum (ppm)	7380.00	7012.00

<sub>1</sub>Albuquerque sample <sub>2</sub>Tijeras sample

\*Units- ppm=parts per million mmhos/cm=millimhos per centimeter

\*\* EC = electrical conductivity is a measure (millimhos per centimeter) of the relative salinity of soil or the amount of soluble salts it contains.

\*\*\* Kjeldahl nitrogen = is a measure of the total percentage of nitrogen in the sample including that in the organic matter.

\*\*\*\* Nitrate nitrogen = that nitrogen in the sample that is immediately available for plant uptake by the roots.

Een paar dingen vallen op bij deze vergelijking:

- De som van de macro-elementen (P;K;Ca;Na;Mg) is veel hoger bij de vermicompost dan bij de tuincompost: 6,05 tegen 3,68 (maar waar komt het verschil vandaan?);
- Vermicompost bevat veel meer nitraat: 902,2 tegen 156,5 ppm. En ook meer organisch gebonden N (Kjeldal Nitrogen)? :
- Van de macromineralen is alleen magnesium lager bij de vermicompost dan bij de tuincompost. Het advies is om aan het uitgangsmateriaal extra magnesium toe te voegen.
- Het natriumgehalte is erg laag maar dat kan aan het uitgangsmateriaal liggen.
- De EC is erg hoog;

Ook dhr Schimmel concludeert in zijn boek over wormencompost dat wormencompost rijker is dan warme compost. Er zijn echter ook onderzoekers die dit betwijfelen Zoals blijkt uit een overzichtsartikel van het Louis Bolk instituut (*Bron: M & K Louis Bolk Bodemacademie*). Voorlopig dus nog onbeslist.

Uit een vergelijkend onderzoek van Lazcano "Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure" dat is uitgevoerd in Spanje in 2008 blijkt dat:

The treatments considered here (active phase of composting, vermicomposting and composting with subsequent vermicomposting) exhibited important differences in efficiency in terms of the short-term stabilization of cattle manure. Although the reduction of easily metabolizable compounds was not sufficient for complete stabilization in any of the treatments and longer processing times appear to be necessary, there were clear differences in the microbial composition – and consequently the degrading metabolism of the different substrates. While the cattle manure subjected to the active phase of composting did not differ significantly from the control, both vermicomposts exhibited lower levels of actinomycetes, enhanced fungal growth and had low concentrations of total microbial biomass. In addition, earthworms appeared to modify the degrading activity of the manure to a much greater extent than the active phase of composting. This was reflected by the lower EC, C to N ratio and pH, as well as by a more gradual release of P, which made the vermicomposts more suitable substrates for agronomic purposes.

Het rapport kunt u gemakkelijk downloaden vanaf WIKI UK, trefwoord: Vermicompost: literatuurlijst)

Verder blijkt uit tabel 1. van dit onderzoek dat de behandeling met alleen mestwormen (vermicompost) het hoogste totaal stikstofgehalte had, meer dan de controle en de onverwerkte stalmest. En de gecomposteerde mest had het laagste gehalte totaal stikstof. De vermicompostering en voorcomposteren + vermicompostering hadden de laagste ammoniumgehaltenes, tegen compostering het hoogste. Daar stonden dan hogere gehaltenes nitraat tegenover.

Table 1

Mean values  $\pm$  standard error of the physicochemical and biochemical properties in the initial raw cattle manure and the substrates produced by the different treatments: incubation under field conditions for 15d (control); active phase of composting (composting); vermicomposting, and composting with subsequent vermicomposting (Composting + vermicomposting)

	Raw cattle Manure	Control	Composting	Vermicomposting	Composting+ Vermicomposting
pH	7.70–8.94	8.89–8.78a	8.86–8.07a	7.73–7.51b	7.85–7.14b
EC (dS m <sub>-1</sub> )	1.25 $\pm$ 0.08	1.32 $\pm$ 0.08a	2.13 $\pm$ 10b 0.	78 $\pm$ 0.02c 0.	72 $\pm$ 0.04c
C to N ratio	17.0 $\pm$ 0.74	15.7 $\pm$ 1.09a 1	7.5 $\pm$ 0.33a	11.1 $\pm$ 0.24b	11.3 $\pm$ 0.16b
Total C (g kg <sub>-1</sub> dw)	399.2 $\pm$ 2.8	395.7 $\pm$ 3.2a	384.9 $\pm$ 2.7a	314.0 $\pm$ 5.4b	309.0 $\pm$ 8.6b
Total N (g kg <sub>-1</sub> dw)	23.6 $\pm$ 0.9	25.6 $\pm$ 1.7ab	22.0 $\pm$ 0.3a	28.3 $\pm$ 0.2b	27.4 $\pm$ 0.8b
DON (mg kg <sub>-1</sub> dw)	2190 $\pm$ 380	2260 $\pm$ 244a	2571 $\pm$ 896a	3726 $\pm$ 153a	2165 $\pm$ 198a
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg kg <sub>-1</sub> dw)	610 $\pm$ 92	534 $\pm$ 128a	1235 $\pm$ 291b	276 $\pm$ 24a	191 $\pm$ 30a
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg kg <sub>-1</sub> dw)	19 $\pm$ 15	0 $\pm$ 0a	721 $\pm$ 184b	917 $\pm$ 113b	829 $\pm$ 110b
DOC (mg kg <sub>-1</sub> dw)	4406 $\pm$ 704	6819 $\pm$ 772a	9338 $\pm$ 2103a	5249 $\pm$ 302a	4825 $\pm$ 387a
Available P (mg kg <sub>-1</sub> dw)	211 $\pm$ 6	175 $\pm$ 7a	342 $\pm$ 22b	111 $\pm$ 3c	109 $\pm$ 6c

Results of the Tukey HSD test for the different treatments are shown; the data corresponding to the raw manure were not included in the statistical comparisons.

dw: Dry weight.

a,b,c Means with the same letter were not statistically different (Tukey HSD test,  $\alpha = 0.05$ ).

De auteur merkt op dat de DOC-hoeveelheden aangeven dat de omzettingsprocessen nog niet voltooid waren.

Het grappige is dat behandeling 5 (composting & vermicomposting) overeen lijkt te stemmen met de beschrijving van Francé Harrar uit 1957. Haar composthopen kenden ook in de eerste weken een warme fase (afbraak van cellulose), en koelden vervolgens af. In die afkoelingsfase waren er ook mestwormen actief.

Misschien mag onze voorlopige conclusie zijn dat er bij de afbraak van cellulose sowieso warmte vrijkomt, maar dat deze fase niet moet worden gestimuleerd of verlengd door de hopen telkens weer open te trekken en van nieuw zuurstof te voorzien. Maar dat in plaats daarvan de mestwormen zo snel mogelijk aan de slag moeten. We weten dan echter niet hoe we de verhitting zo laag mogelijk moeten houden. Als het te heet is, kunnen de mestwormen niet aan de slag. In veel handleidingen voor wormencompostering worden telkens kleine hoeveelheden mest of organisch materiaal toegevoegd. Er vindt dan een voorvertering plaats zonder dat er van verhitting sprake is. De mestwormen gaan dan aan de slag zodra het materiaal voldoende is voorverteerd en verkleind door de diverse deelnemers.

Een heel andere methode bestaat eruit de mest op te zetten als stapelmest en te laten fermenteren door melkzuurbacteriën. Goede mest stinkt niet en bevat waarschijnlijk voldoende melkzuurbacteriën om de fermentatie vanzelf op gang te brengen. Door het vee extra magnesiumchloride te geven kun je er voor zorgen dat melkzuurbacteriën de overhand krijgen in de darmen van het vee, boven de rottingsbacteriën. Om er zeker van te zijn dat de fermentatie op gang komt, kunnen er ook extra melkzuurbacteriën aan de mest toegevoegd worden.

Een vijfde methode is bedacht door Rudolf Steiner. Hij bepleitte een combinatie van aarde (1/3) mest (1/3) en groen afval (1/3), plus de BDcompostpreparaten. Pfeiffer heeft dit in de praktijk verder

uitgewerkt. In de vergelijkende proeven die ik gedaan heb, waren de resultaten van aldus bereid materiaal goed tot zeer goed. Met name opvallend veel beter dan de moderne BD-mest, waar aan de mest vaak alleen nog maar preparaten worden toegevoegd. Aarde en groen materiaal worden vrijwel nooit meer toegevoegd. Het is vaak ook niet in voldoende hoeveelheden voorhanden. Een mogelijke oplossing is om ter vervanging van groen afval groencompost toe te voegen dat al in vergaande mate is omgezet. De aarde tenslotte kan dan vervangen worden door kleine hoeveelheden gesteentemeel. Waarschijnlijk is het niet nodig om grote hoeveelheden toe te voegen.

Mijn voorlopige conclusie is dat het om een reeks praktische redenen nodig is het organisch afval tijdelijk op te slaan alvorens het over het land kan worden uitgestrooid. Maar om de goede kwaliteiten van het organisch afval te behouden moet er voor een goede opslag en voorvertering wel iets gebeuren. Uit het bovenstaande overzicht komen de volgende methoden naar voren:

1. Warm composteren zoals door bijvoorbeeld Francé Harrar is gepraktiseerd en beschreven. Met als belangrijkste kenmerken: niet meer dan tweemaal omzetten; een warme fase gevolgd door een koelere fase; aanwezigheid van mestwormen; luchtige hopen zodat de afvalgassen eruit kunnen; afbraak tot op het niveau van de elementen.
2. Warm composteren waarbij de hopen voortdurende opnieuw worden gekeerd en daarmee van extra zuurstof worden voorzien. Het risico is dat er vrijwel geen humificatie optreedt, maar in plaats daarvan heel veel verbranding. Sommige bedrijven leveren een product dat meer op as lijkt dan op humus. Dit is dus geen goede methode;
3. Directe vertering door mestwormen, na een heel korte voorvertering. Warmteontwikkeling wordt hierbij zoveel mogelijk voorkomen door telkens kleine hoeveelheden vers organisch materiaal toe te voegen. Deze methode is zeer geschikt voor huishoudens en volkstuinders. Er bestaan verschillende handleidingen voor. Het boek van Schimmel is er een van (Schimmel, 2013);
4. Er zijn inmiddels ook grootschalige installaties voor veehouders om de mest met mestwormen te verteren.
5. De klassieke BD-composteringsmethode;
6. Compostering met melkzuurbacteriën of bokashi;

De eerste twee methoden moeten we zien te vermijden omdat ze het materiaal te veel tot het laagste niveau afbreken.

Bij alle andere methoden adviseer ik om de mest of het organisch afval vooraf meer in balans te brengen. Van koeien zijn de urine en de stront relatief rijk aan kalium en stikstof. Door gesteentemelen wordt de stikstof of de ammoniak beter vastgehouden. En door het juiste type gesteentemeel te kiezen kunnen tekorten aan calcium, magnesium, natrium en fosfor aangevuld worden. Ik vermoed dat de enorme hoeveelheden die de handel adviseert, niet nodig zijn. Dat is uiteraard goed voor de portemonnee van de handel. Maar het gaat erom wat goed is voor de bodem. Door de resultaten van Rusch en zijn boeren denk ik dat we hooguit in de beginjaren extra gesteentemelen moeten toevoegen, en later alleen nog wat 'onderhoudsgesteentemeel'. De ervaringen per bedrijf, en per grondsoort moeten de doorslag geven. Mineralenanalyses en de gezondheid van de dieren en het gewas zullen ons de instrumenten in handen geven om eventueel bij te sturen. De resultaten van de boeren van Rusch laten zien dat het herstel van de kruimelstructuur en daaraan gekoppeld de voeding van de planten met het plasma van de

bodembacteriën en de schimmels in de rijpe onderlaag van de bodem bijna vanzelf tot evenwichtige planten en dieren leiden. Ons adagium voor de inzet van gesteentemelen moet zijn: alleen dan extra toevoegen als we merken dat planten en dieren uit balans raken.

Ook kunnen er kleimineralen toegevoegd worden om de mest te verbeteren. Ook hier zijn inmiddels goede ervaringen mee opgedaan. Met het type klei kun je ook enigszins bijsturen. Er zijn verschillende natriumhoudende kleisoorten waarmee we wellicht de hoeveelheid natrium in het gras en de groenten weer wat omhoog kunnen krijgen, zonder extra chloor.

Door de kennis van de veehouderijsector over wat de dieren werkelijk nodig hebben waar het de mineralen betreft, en door de daarvan afgeleide ratio's geeft een mineralenanalyse van het ruwvoer voor koeien ons al een aardige indicatie van echte kwaliteit. Ik pas die ratio's ook toe op groenten, fruit en aardappelen voor mensen. En op onze totale voedselinname.

Op basis van mijn bestudering van het onderzoek uit met name de melkveehouderij heb ik de volgende optima ontwikkeld cq overgenomen:

Hierbij past wel een kanttekening: voor kalium heeft het CVB vastgesteld wanneer een product toxisch is en wat het advies voor een veilige bovengrens is: kalium is toxisch als een product 30 gram K per kg ds bevat. De veilige bovengrens voor kalium is volgens het CVB <25 gram K/kg ds<sup>3</sup>. De gewenste concentratie is 7,5 – 8,5 gram K/kg ds. Een toxische grens voor magnesium is 6 gram per kg ds, en voor zwavel 4 gram per kg ds. Voor nitraat of N in het algemeen gelden nog geen toxische grenzen. Wel voor nitriet. Gezien de risico's van N-vergiftiging bij mens en dier is de vaststelling van een toxische grens dringend gewenst. Een aanwijzing vormt het onderzoek van Kruijff en Mijten:

“Door Kruijff & Mijten (1990) wordt aangegeven dat bij rantsoenen met minder dan 18 % aan ruw eiwit vrijwel nooit reproductiestoornissen zullen optreden. Bij hogere gehalten aan ruw eiwit *kunnen* er fertiliteitstoornissen ontstaan”. [18 % ruw eiwit staat gelijk aan 18:6,25 = 2,88 % N => 2,88 gram/100 gram => 28,8 gram per kg ds].

Bron: <http://www.koevruchtbaarheid.nl/voeding.htm>.

	Het gemiddelde elementen-gehalte van weidegras en graskuil: in gram/kg droge stof (Vlaams ministerie van landbouw) Exclusief N	Nodig voor koeien in gram per kg DS ('gewenste concentratie') (Vlaams ministerie van landbouw)	Nodig voor een koe die 30 kg melk geeft: Behoeftes per kg DS. (Gios Nele) (voor N: CVB en Kruijff)
Kalium	33,5	7,5 – 8,5	7,65
Fosfor	4,0	3,0 – 3,5	2,9
calcium	5,25	3,0 – 5,0	3,7
magnesium	2,3	2,0- 2,5	2,25
natrium	2,5	1,0- 1,5	1,25
chloor	-	-	2,4
zwavel	-	-	2,0
stikstof	-	-	23,2 (<28,8)
silicium	-	-	?

<sup>3</sup> Interessant in dit verband is dat de dierenartsen van Tweestromenland voor koeien in hun kwetsbare periode, voor en na het afkalven, 1 - 2 % kalium adviseren voor droge stof. Dat is 10 – 20 gram K per kg droge stof. Behoorlijk veel lager nog dan het CVB-advies.

Dit overzicht laat zien dat van de onderzochte mineralen kalium een serieus probleem vormt. Gemiddeld zijn het gras en kuilgras voor K toxisch voor koeien. Nu eet een koe gelukkig meer dan gras en kuilgras. Maar ook luzernepellets komen boven de toxische grens. Grashooi, voederbieten en rode klaver zitten boven de door het CVB veilig geachte grens. Alleen maiskuil, bietenperspulp en koolzaadschroot zitten ruim onder de veilig geachte grens van 25 gram kalium/kg ds.

Op basis van het onderzoek van Swerczek weten we dat ook stikstof in de vorm van nitraat een belangrijke vergiftigingsfactor kan vormen. Een te hoog gehalte aan kaliumnitraat (Swerczek) vormt dus de hoogste risicofactor voor problemen in het gewas en bij het vee.

En tenslotte chloor. Het overzicht van Gios Nele geeft een chlooradvies van 2,4. Te veel chloor kan een belasting vormen voor het lichaam. Met name voor de nieren. Op welke manier te veel chloor de kationen in het lichaam beïnvloedt is (mij) nog niet duidelijk. Het lichaam heeft in elk geval voldoende kationen nodig om chloor via de urine af te voeren. Sommige onderzoekers stellen dat het met name het chloor is dat bij een overmaat tot hoge bloeddruk leidt en niet zozeer het natrium. Op basis van dit onderzoek zou je kunnen overwegen om natriumwaterstofcarbonaat te geven in plaats van zout.

In een deel van de medische literatuur wordt, in navolging van Ragnar Berg, de verstoring van het zuur – base evenwicht als de hoofdoorzaak van een hele reeks gezondheidsproblemen beschouwd. Maar net als bij verstoringen van de elektrolytenbalans is bij de verstoring van het zuur – base evenwicht vaak niet duidelijk of het een symptoom is of een oorzaak. Ik vermoed dat de verzuring niet het hoofdprobleem vormt, maar een afgeleid probleem. Het lichaam is in principe heel goed in staat om de  $H^+$  ionen af te voeren. Vooral via de longen. Heel anders ligt dat voor een teveel aan zuurresten: de stikstof-, chloor-, zwavel- en fosforverbindingen. Daar moeten voldoende kationen tegenover staan. Met name natrium, calcium en magnesium. Als die er niet voldoende zijn, onttrekt het lichaam calcium en magnesium aan de reserves - de botten, tanden en lichaamscellen. Daarmee is echter de puzzel nog lang niet compleet.

Onze ervaringen met kunstmest en met slecht verteerde drijfmest laten zien dat we niet in staat zijn om met deze producten de voeding van de planten, dieren en mensen correct en veilig aan te sturen.

Rusch heeft ons gelukkig de kennis aangedragen hoe wij de natuurlijke processen in staat kunnen stellen om via zelfsturing de balans te herstellen. In elk geval heeft hij de richting aangeduid. De uitdaging is nu om verder uit te zoeken welke methode(n) de door Rusch voorgestane vlaktecompostering het meest benaderen. Door de zeer goede resultaten op kleine schaal met wormencompost enerzijds en permanente bodembedekking anderzijds (Schimmel; Pommeresche) hebben we stevige aanwijzingen in welke richting we de oplossingen moeten zoeken. Ook de goede ervaringen met gecomposteerde drijfmest wijzen in die richting.

En anderzijds laat het onderzoek bij met name koeien zien welke risico's we lopen met veevoer dat uit balans is. De extremen die zich hier voordoen bij kalium en stikstof, en op een aantal bedrijven ook bij chloor, vormen een belangrijke vingerwijzing waar het op veel agrarische bedrijven misgaat. Het onderzoek naar de risico's van kaliumnitraat bij het vee (Swerczek), en naar kaliumchloride bij de bemesting (Khan) zullen we verder moeten voortzetten. Dat geldt ook voor het zuur – basenonderzoek bij mensen, en voor de risico's van eiwitstapeling bij mensen (Lothar Wendt).



Het onderzoek van Wendt werpt een heel ander licht op onze gezondheidsproblemen dan de heersende opvattingen over gezonde voeding die zich veelal beperken tot de risico's van te veel suiker, vet en zout, en het advies om voldoende volkoren brood, vis en fruit te nuttigen. Wendt heeft aangetoond dat het interstitium, het bindweefsel onder de haarvaten van onze bloedbaan, dichtslibt door een stapeling van eiwitten. Zijn verklaring is dat ons voedsel te veel eiwit bevat dat door het lichaam onvoldoende kan worden verteerd, waardoor het zich stapelt in het interstitium. Door deze stapeling kunnen ook de veelal zure afvalstoffen van de spijsvertering in onze cellen niet goed meer afgevoerd worden. Dus ook dat stapelt in het interstitium, waardoor ons lichaam langzaam verzuurt. Het is de vraag of het om eiwitten gaat of (ook) om aminozuren, ammoniak, nitraat, ureum, nucleïnezuren, amiden of peptiden. Dat is vooral relevant voor het onderzoek dat gericht is op het verhelderen van de mechanismen waardoor de verstoppingen of de stapeling wordt veroorzaakt. Enderlein heeft een stukje van deze puzzel verder ontrafeld.

### **Enderlein en het pleomorfisme.**

Een van de onderzoekslijnen waarin getracht is om de vinger achter onze gezondheidsproblemen te krijgen is in het begin van de vorige eeuw in gang gezet door Enderlein. Naast insectenkundige was Enderlein, net als Rusch, bacterioloog. En ik denk dat de opvattingen van Rusch over de plasmatische rijping, en de voeding van de planten door het celplasma van bacteriën en schimmels vooral leunen op het werk van Enderlein. Het werk van Enderlein helpt ons ook om de aard van dat geheimzinnige plasma beter te begrijpen.

Om het werk van Enderlein te kunnen plaatsen moeten we even een stap terug doen in de 19<sup>e</sup> eeuw. In de tweede helft van de 19<sup>e</sup> eeuw waren er twee stromingen in het bacteriologisch onderzoek die diametraal tegenover elkaar stonden – het pleomorfisme van Béchamp en het monomorfisme van Pasteur. Het pleomorfisme houdt in dat bacteriën tal van verschijningsvormen kennen, terwijl volgens het monomorfisme een bacterie, of een virus, of een schimmel slechts één verschijningsvorm kent. Binnen de bacteriologie werd het monomorfisme de dominante stroming. Niet omdat Pasteur een betere onderzoeker was, maar omdat hij er beter in slaagde de media (en de keizerin van Frankrijk) te bespelen. Douglas Hume heeft deze hele bizarre geschiedenis in 1923 haarfijn uit de doeken gedaan. Zij toont aan dat Pasteur in een aantal opzichten een charlatan en een plagiater was. Veel van de ontdekkingen van Béchamp schreef hij op zijn eigen conto als hem dat goed uitkwam. En zijn mislukkingen veegde hij onder de mat. De pers die erg op zijn hand was, vroeg niet verder door. En de meeste onderzoekers zetten hun troeven op Pasteur. Met uitzondering van een groep Italiaanse onderzoekers die met zijn miltvuuronderzoek de vloer aanveegden. Maar ook dat verdween in de diepe lade van de geschiedenis.

Vanaf 1916 komt Enderlein in beeld. 60 jaar lang heeft Enderlein met engelengeduld microscopisch onderzoek gedaan. Hij bevestigde en verfijnde de pleomorfe opvattingen van onder andere Béchamp. Zijn kijk op de wereld van virussen, bacteriën en schimmels doet ons beeld van de wereld van de microben volledig kantelen. De essentie is dat bijvoorbeeld een bepaalde bacterie, heel veel verschijningsvormen kent, en van de ene vorm in de andere kan overgaan. Enderlein heeft deze verschijningsvormen minutieus in beeld gebracht, en daartoe ook een compleet nieuw begrippen-apparaat ontwikkeld. Dat maakt zijn werk minder toegankelijk. Gelukkig is er onlangs een biografie van Enderlein verschenen van de hand van Elke Krämer waardoor de hoofdlijnen van zijn werk beter zichtbaar worden (Krämer 2006).

De complexe cyclus van het microbiële leven, zoals ontrafeld door Enderlein, wordt in het onderstaande plaatje zichtbaar:

1. Het plaatje geeft deze cyclus, die hier tien fasen omvat, weer voor *Mucor racemosus*:

	De tien fasen	Het schimmelstadium en het bacteriële stadium
Pathogeen	Mucorite (fungal phase)	Schimmel: <i>Mucor racemosus</i> fresen
	Mycasite (ascus phase)	
	Amoebite (mobile)	
	Synthecite (non-mobile)	
	Thecite (thrombocyte)	
a-pathogeen	Synascite (thick bacteria)	
	Bacilite (Bacterial phase)	<i>Leptotrichia buccalis</i> (Robin)
	Basite (micrococci)	
	Chondrite (fibrinphase)	
	Protite (virus phase)	

Fig 5. Evolution cycle of *mucor racemosus* fresen from the protite phase up to the mucorite phase, compiled according to Enderleins statement and to our own observation with the supermicroscope 'Ergonom 400' at 8000 fold magnification.

Overgenomen uit: Muschlien, B: "Inflammations and their therapy by means of isopathy". Reprint from the Magazine 'Das Seminar' (no 2 / 91).

Als de **chondrite** copuleert met de pathogene vormen (zie het plaatje), vallen de pathogenen weer uiteen tot hun lagere bestanddelen. Daarmee hebben we dus een veilige methode om de ziekteverwekkers te lijf te gaan. En is het resistentieprobleem waarschijnlijk ook de wereld uit.

Afgezien van het minutieus in kaart brengen van al deze levensvormen en hun overgangen is dat laatste in mijn ogen de belangrijkste ontdekking van Enderlein: de hogere vormen, waaronder de pathogenen, vallen uiteen in de lagere, onschadelijke vormen, als zij zich vermenigvuldigen met de eigen verschijningsvorm die zich in de chondritische fase bevindt. En al tijdens zijn leven ontwikkelde Enderlein geneesmiddelen op basis van deze waarneming.

De lagere, kleinere, of eenvoudiger levensvormen van *mucor racemosus* bevinden zich als symbionten in onze bloedbaan. Als er gedurende langere tijd te veel eiwitten in de bloedbaan terechtkomen<sup>4</sup> gaan de onschadelijke vormen van *mucor racemosus* over in de schadelijke vormen. Zij groeien rijkelijk op de overmaat aan N verbindingen. Het bloed wordt stroperiger en bevat naast de hogere *mucor racemosus*vormen ook meer en meer afbraakproducten van deze hogere vormen. Zowel de aanvoer van voedingsstoffen naar de cellen als de afvoer van de stofwisselingsafbraakproducten gaat stagneren. Er ontstaan files in de bloedbaan, waardoor ook de aan- en afvoerwegen vollopen. Hier komt de eiwitstapeling van Lothar Wendt in beeld.

<sup>4</sup> Persoonlijk denk ik dat het niet alleen om aminozuren of eiwitten gaat, maar ook om andere N verbindingen: ammoniak; ureum; aminen; peptiden, purines, nitraat, nucleïnezuur ed. En zwavel. En misschien zelfs wel juist om deze verbindingen...

Wat is nu het geniale van Enderlein? Door mensen met verstoppingsproblemen in het bloed de lagere levensvormen van *Mucor racemosus* te geven, vallen de hogere schadelijke vormen weer uiteen. Het bloed wordt in principe weer vloeibaarder. Bovendien ontwikkelde Enderlein een product om ook de toxinen van *Mucor racemosus* versneld af te voeren. Zo kan het lichaam zich weer herstellen.

Naast *Mucor racemosus* is er nog een verwante symbiont in ons lichaam aanwezig, *Aspergillus niger*. Enderlein kwam tot de conclusie dat deze laatste verantwoordelijk is voor onder andere TBC. Op de hogere vormen van *Aspergillus niger* paste hij dezelfde aanpak toe: laten copuleren met de lagere vormen, zodat ze weer uiteenvallen; en ondersteuning van de afvoer van de afbraakproducten van *Aspergillus niger*. Allevier de geneesmiddelen, zogenaamde isopathische geneesmiddelen<sup>5</sup>, zijn nog steeds verkrijgbaar. Zowel in Duitsland als in Nederland.

Tot zover het goede nieuws. Het slechte nieuws is natuurlijk dat deze kennis door de allopathische en het grootste deel van de homeopathische medische wereld genegeerd wordt. Het kan niet waar zijn, en vooral, het mag niet waar zijn. Er staan te veel belangen en reputaties op het spel. Even een kleine gedachtensprong: als we de lagere vormen van het Ebolavirus kunnen kweken, dan hebben we waarschijnlijk een zeer effectief middel in handen om het ebolavirus letterlijk af te breken. Maar dan heb je wel onderzoekers nodig die het kweken van de lagere Ebolavormen gaan doen.

Wat heeft dit nu met Rusch te maken? Waarschijnlijk heel veel. Zonder dat Rusch dit met zoveel woorden zegt, kunnen we tussen de regels door lezen dat de cellulaire en vervolgens de plasmatische rijping haar einde vindt in deze laagste levensvormen à la Enderlein: de levende substanties. Rusch was, zo weten we dankzij het proefschrift van Elke Krämer, geheel op de hoogte van het werk van Enderlein. Maar hij noemt hem in zijn boek nergens.

In 1951 publiceerde Rusch, samen met Santo een artikel met de titel "Das Gesetz von der Erhaltung der lebenden Substanz". Rusch en Santo konden hierin de bevindingen van Enderlein bevestigen. Aldus Elke Krämer. Ik vat hier het betreffende onderzoek, zoals geciteerd door Krämer, in het kort in mijn eigen woorden samen:

#### Rusch en Santo:

Enderlein kon in 1925 aantonen dat bacteriecellen, als zij doodgingen, weer in kleinere, en kleinste levende eenheden uiteenvielen en dat deze eenheden op hun beurt in staat waren om weer tot hun eigen ontwikkelingshoogtepunt terug te regenereren. De levende cel is dus zelf weer een mozaïek van levensvormen. Als een bacteriecel doodgaat, sterven zijn bestanddelen dus niet. Rusch en Santo gingen bij hun onderzoek te werk vanuit de volgende hypothese: 'Als de bacteriecel uit een mozaïek van kleine en kleinste delen van de 'levende substantie' bestaat (voormodellen of primitieve modellen en allereenvoudigste bouwstenen), dan moeten zich in iedere bacteriecultuur - als resultante van het gestage

<sup>5</sup> We beschikken nu dus over in elk geval drie hoofdgroepen van geneesmiddelen en drie bijbehorende geneeskunden: allopathische geneesmiddelen (synthetische producten die in het laboratorium ontdekt worden en uitgetest worden met bijv. dierproeven). Vrijwel al deze producten hebben naast verschijnselen ook bijverschijnselen. Hun verschijnselen worden hun werking genoemd. Dan de homeopathische geneesmiddelen: de door deze middelen opgewekte symptomen gelijken op de bij de patiënt geconstateerde symptomen (homoios is in het grieks: gelijkend op). En tot slot de derde, de Enderleinse geneesmiddelen: de isopathische geneesmiddelengroep. Vrij vertaald: gelijke geneesmiddelen. Nog anders gezegd: je bestrijdt het gelijke met het gelijke (maar dan anders).

verval van bacterielichamen – ook steeds kleinere en kleinste levensvormen van de bacterie bevinden’.

Met hun proeven konden Rusch en Santo dat inderdaad aantonen. Ze toonden de kleinste micrococcoïdale vormen aan ‘die heen en weer dansten, in de diepte verdwenen, weer omhoog kwamen en om hun eigen as draaiden’. Ze konden zelfs zien hoe deze uiterst kleine vormen zich bevrijdden uit dode bacterielichamen, waarna het restant van de bacterie absoluut levenloos achterbleef.

Rusch en Santo vatten hun conclusies in zes punten samen:

1. De levende bacteriële substantie bestaat uit een mozaïekachtig complex van kleine en kleinste vormen van de levende substantie.
2. De net nog zichtbare kleinste vormen van de levende bacteriële substantie vertonen bij alle verschillende soorten bacterien een morfologische uniformiteit;
3. Als de primitieve vormen niet beschadigd zijn, of zich na beschadiging herstellen, dan zijn ze in staat om de oude bacteriën [waar ze uit voortkomen, schr] weer opnieuw te laten ontstaan.
4. Ondanks hun morfologische uniformiteit zijn de kleinste levende substanties altijd soortspecifiek.
5. De afzonderlijke [soortspecifieke] eigenschappen worden steeds bijzonder stevig vastgehouden door de kleinste entiteiten;
6. Door bijzonder sterke chemisch-fysische invloeden verdwijnen de soortspecifieke eigenschappen. Er blijven functioneel en morfologisch uniforme grondvormen over die zelfs uiterst sterke chemische en fysische vernietigingspogingen kunnen overleven.

Deze samenvatting die ik baseer op de citaten van Rusch en Santo uit het werk van mevr. Krämer, laat zien dat Rusch niet alleen op de hoogte was van het werk van Enderlein, maar dat hij samen met Santo diens bevindingen ook met proefnemingen bevestigde. Het jaar waarin hij dit onderzoek publiceerde – 1951 - is van belang om te begrijpen waarom Rusch in zijn boek over bodemvruchtbaarheid niets zegt over Enderlein. Ik heb het als volgt proberen te begrijpen:

Enderlein besluit in 1952 om actief in de publiciteit te treden met zijn onderzoeksresultaten, na decennia door de wetenschappelijke gemeenschap vrijwel geheel te zijn genegeerd (met uitzondering van de ondersteuning door mensen als Rusch, Santo en Schanderl, en nog enkele anderen). De reactie is echter vernietigend. Krämer beschrijft hoe in 1952 naar aanleiding van een artikel van de journalist Lehrle in de ‘Badische Illustrierte’ over Enderleins kankertherapie in 1951<sup>6</sup>, de hetze tegen Enderlein losbarstte op 16 januari 1952. (Krämer 2006 pag 186 e.v.). Na het werk van Enderlein met voornamelijk pseudowetenschappelijke argumenten te hebben afgemaakt, wordt Enderlein het werken in Berlijn ook feitelijk onmogelijk gemaakt. Hij krijgt geen toestemming meer om zijn geneesmiddelen te produceren en zijn laboratorium wordt gesloten. Enderlein verdwijnt noodgedwongen naar Nedersaksen waar hij zijn bedrijf opnieuw opbouwt en zijn werk voortzet. Met toestemming van de deelstaatregering aldaar.

---

<sup>6</sup> De titel van het betreffende artikel luidde als volgt: ‘Menschenfeind nr 1. Ist krebs doch heilbar? Berliner Wissenschaftler entdeckte ein neues Mittel – Hamburger Arzt behauptet: es hilft – Warum wird es nicht erprobt?’

Hugo Schanderl, over wie ik straks meer zal vertellen, overkwam iets soortgelijks. Ook zijn hoofdwerk uit 1947 dat deels op hetzelfde vlak lag als dat van Enderlein, en dat ook de bevindingen van Enderlein bevestigde, werd door de bacteriologische wetenschappelijke gemeenschap grotendeels in de ban gedaan en vooral genegeerd. Dit hoewel een collega na meer dan een jaar minutieus onderzoek zijn resultaten volledig kon bevestigen. Rusch was ook op de hoogte van het werk van Schanderl.

Ik vermoed nu dat Rusch de inschatting heeft gemaakt dat zijn boek over bodemvruchtbaarheid even genadeloos aangevallen zou worden, als hij zich al te nadrukkelijk associeerde met het werk van met name Enderlein. Ook ten aanzien van Schanderl gaat Rusch niet in op de details van diens werk. Ik vrees dat hij daarmee een juiste beoordeling heeft gemaakt. Rusch kende zijn pappenheimers. Maar voor ons is het wel van belang om de betekenis van Enderlein en Schanderl voor het werk van Rusch te begrijpen. Zowel Enderlein als Schanderl hebben het wetenschappelijk fundament gelegd voor het onderzoek van Rusch naar de betekenis van de levende substantie voor de bodemvruchtbaarheid. De onschadelijkheid van de levende substantie voor de plantengroei contrasteert met de schadelijkheid van de hogere vormen die zich bezighouden met de afbraak van het plantaardige en dierlijk afval. Pas als zij in hun eenvoudiger vormen zijn uiteengevallen, kunnen zij als voeding voor de planten dienen. Hun hogere vormen zijn schadelijk. Dat heeft Rusch met zijn veldwerk overtuigend aangetoond. Ik vermoed ook dat hierin de reden gelegen is waarom Rusch zo nadrukkelijk wijst op de risico's van het onderploegen van nog niet verteerd organisch materiaal. Als bacterioloog wist hij, in navolging van Enderlein, dat het organisch materiaal eerst uit elkaar moest vallen en moest worden verteerd, waarna de microben zelf weer in hun kleinste levensvormen uiteen konden vallen. Dat is in wezen de verdienste van Enderlein. De verdienste van Rusch is het geweest dat hij deze vertaalslag naar de bemesting en de plantenvoeding heeft weten te maken. En daarvoor is ook het werk van Francé Harrar weer van groot belang geweest. Dankzij haar wist Rusch, of kon Rusch weten, hoe schadelijk rottingsprocessen kunnen zijn. Zoals we boven al zagen was Francé Harrar zich door haar jarenlange ervaring zeer bewust van de risico's van omzettingen door schimmels. Rusch ging nog een stap verder en stelde vast dat ook de omzettingen door anaerobe bacteriën nadelig zijn omdat veel te veel bestanddelen naar hun elementaire niveau worden afgebroken: naar ammoniak; zwavelwaterstof; methaan ed. We weten nu dat weliswaar de celwanden van cellulose, hemicellulose en lignine afgebroken moeten worden maar dat dat bij voorkeur moet gebeuren zonder enorme warmteverliezen. De koolstof willen we tenslotte behouden en niet verbranden. Waarschijnlijk ligt hier een belangrijke rol voor melkzuurbacteriën. Hier ligt dus nog een belangrijke onderzoeksopgave voor de nabije toekomst.

Hiermee zijn we ook bij het werk van Schanderl gekomen, die andere belangrijke voorloper van Rusch. Schanderl werkte in Geisenheim, een stadje tussen Wiesbaden en Mainz, aan het onderzoeksinstituut voor tuin- en wijnbouw. Zijn werkvelden waren Botanische bacteriologie en Microbiologie van de wijn. Voor ons is de botanische bacteriologie van belang.

Waar Enderlein aantoonde dat bacteriën en schimmels als het ware complexe organismen zijn, die zijn opgebouwd uit lagere eenvoudiger levensvormen, bestudeerde Schanderl de opbouw van de plantencel, een nog complexere eenheid dan de bacterie. Lang voordat Lynn Margulis aantoonde dat hogere organismen een symbiose zijn van lagere organismen, had Schanderl deze symbiose al in kaart gebracht. Met ingenieus laboratoriumonderzoek toonde Schanderl aan dat bacteroïden de plantencellen verlaten zodra zij afsterven, en dat deze bacteroïden weer tot levenskrachtige

bacteriën kunnen uitgroeien zodra ze zijn uitgetreden. Dat laatste punt is Margulis die over veel betere apparatuur kon beschikken, volledig ontgaan. Schanderls bacteroiden vertoonden qua morfologie sterke overeenkomsten met de lagere levensvormen die Enderlein had ontdekt. Aanvankelijk dacht Schanderl dat alleen het mitochondrium in de plantencel een bacteroïde was. Later voegde hij ook de plastiden hier aan toen. En in een artikel uit 1951 stelt Schanderl vast dat de plantencellen ook melkzuurbacteriën bevatten (Schanderl, 1951). Omdat Schanderl ook concludeerde dat de uitgetreden symbionten de afgestorven plantencellen verder verteerden, rees bij mij het vermoeden dat wellicht de melkzuurbacteriën hierbij een rol kunnen spelen. Melkzuurbacteriën zijn tenslotte afbraakbacteriën. Maar om welke melkzuurbacteriën gaat het dan? Wilhelm Devrient beschrijft in zijn boek 'Endobiont' (Devrient, 1951) dat een Franse onderzoeker heeft aangetoond dat zich in plantencellen microben van ultramicroscopisch grootte bevinden die normaalgesproken als celkorreltjes, of lysosomen<sup>7</sup> aangeduid worden. En dat deze microben zich na uittreding uit de plantencel weer tot normale plantencellen kunnen ontwikkelen. Door 'een erkend Hollands laboratorium' was aangetoond dat het om *mucor racemosus* ging (geciteerd door Krämer (Krämer, 2006 pag 242). Ik heb hiermee sterke aanwijzingen dat deze *mucor racemosus* dezelfde is als de oer-plantencel van Lynn Margulis -*thermoplasma acidophilum* - die in de loop van de evolutie samen met zijn symbionten – het mitochondrium, de microtubula, en de plastiden – de uiteindelijke plantencel is gaan vormen. In de plantkundige wereld is er op dit moment nog wel twijfel over of de lysosomen die bij dierlijke cellen voorkomen, dezelfde zijn als de vacuolen in de plantencellen. Qua functie vertonen zij in elk geval sterke overeenkomsten.

Schanderl heeft ook belangrijke conclusies getrokken voor de herkomst van de symbionten die zich rond de plantenwortels verzamelen:

'Het is wellicht ook mogelijk dat de chondriosomen actief naar buiten gaan uit levende haarwortels. ' ..denn bei Hefen kann man diesen Vorgang häufig unter dem Mikroskop beobachten. (..) Es stellt sich bei jeder Pflanze die ich prüfte (..) auch unter 'sterilen' Bedingungen eine Rhizosphärenflora ein' (Schanderl 1947, pag 78). Binnen de reguliere bodembacteriologie gaat men er van uit dat de plantenexudaten de vrijlevende bodembacteriën aanlokken. Maar 'Eine jede Pflanzenart hinterlässt an ihren Standort eine für sie typische arteigene Bakterief flora', aldus Schanderl (Schanderl 1947, pag 78).

Het onderzoek van Rusch heeft laten zien dat de symbionten rond de plantenwortels vooral melkzuurbacteriën zijn. Als deze uit de plantenwortels zijn uitgetreden, zoals Schanderl veronderstelt, dan zouden het dus *mucor racemosus* vormen kunnen zijn, in hun lagere verschijningsvormen (basite; chondrite of protite).

Tot slot wijst Schanderl ook op de waarschijnlijkheid van de cyclus van de levende substantie, een punt waarop ook Rusch geregeld onze aandacht richt:

"Es ist sehr leicht möglich dass der Lebenszyklus zahlreicher Bakterien teils über Pflanzen und anschliessend häufig über Tiere geht, mit anderen Worten, dass pflanzlichen bakteriogene

---

<sup>7</sup> 'Het lysosoom is een blaasje dat zich in het cytoplasma bevindt en ook wel "de afvalberg van de cel" genoemd wordt. Lysosomale enzymen in de lysosomen breken afvalstoffen van de cel af, zodat de afbraakproducten hergebruikt of veilig uitgescheiden kunnen worden. Lysosomen werden ontdekt door de Belgische cytoloog Christian De Duve in 1949'. (Bron: WIKI nl, trefw. lysosoom).

Chondriosomen anschliessend an eine Symbiose mit Pflanzen eine Symbiose mit Tieren eingehen können, zeitweise oder für immer” (Schanderl 1947, pag 89).

Hier verwoordt Schanderl dus wederom het idee van de kringloop van levende substanties waar Rusch later op voortborduurde.

Tot zover over de betekenis van Enderlein en Schanderl voor het onderzoek van Rusch.

Dan tot slot de vraag waarom de methode Rusch indertijd geen grote navolging heeft gevonden.

Ik zoek de verklaring vooral bij het ontbreken van voldoende praktische en wetenschappelijke handvaten om daadwerkelijk koud te kunnen composteren. Inmiddels hebben we wel voldoende aanzetten om hier betere resultaten te verkrijgen. Met name met het boek van Schimmel over wormencompostering kunnen we een volgende stap maken. Schimmel plaatst zijn werk nadrukkelijk in de traditie van Rusch, en omschrijft zijn methode ook als een vorm van koud composteren. Net als Herwich Pommeresche. En het blijkt dat ook op grote veebedrijven al met wormen wordt gecomposteerd. Ook fermentatie zal in de toekomst wellicht een vorm van koud composteren blijken die we goed kunnen toepassen. Maar de finesses moeten we nog in de vingers krijgen.

Maar er speelde meer waardoor het werk van Rusch en Müller stil is komen te liggen. Laten we het zo zeggen: een goede opvolging was onvoldoende geregeld. Dat is, hebben we begrepen uit gesprekken met mensen uit hun omgeving, onvoldoende gebeurd.

En we zien het vaak: als pionier een nieuwe methode ontwikkelen is nog iets heel anders dan het dagelijks leiding geven om er voor te zorgen dat de resultaten geconsolideerd worden. Dus aan ons om de draad weer op te pakken. Veel meer dan Rusch en het echtpaar Müller hebben we het tij nu mee, al was het maar omdat de moderne landbouw voor grote problemen staat waar ze nauwelijks adequate antwoorden voor heeft weten te vinden. En we weten ook veel meer over de mogelijkheden om koud te composteren.

Anton Nigten

Wageningen, 5 november 2014

**Literatuur:**

- Cash : 'Salt and the Kidneys'. Wolfson Institute of Preventive Medicine, Queen Mary, University of London. Augustus 2010
- Devrient, W: 'Der Endobiont; sein Ursprung, seine Bedeutung, seine Bekämpfung; aertzliche Erfahrungsberichte über die immunbiologische Therapie nach Prof . Dr. G. Enderlein' Uitg. Siebeneicher 1951.
- Douglas Hume, E: Bechamp or Pasteur?: A Lost Chapter in the History of Biology'. Chicago : Covici-McGee 1923.
- Dickerson, George W. (June 2001). "[Vermicomposting: Guide H-164](#)" (PDF). New Mexico State University. Retrieved 2012-10-03.
- Harrar, A Francé: 'Humus, Bodenleben und Fruchtbarkeit' 1957.
- Harrar, A Francé: 'Die letzte Chance für eine Zukunft ohne Not' BTQ-Eigenverlag & Blue Anathan Verlag. <http://www.ddbpage.net/btq/> 2010.
- Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges begann Annie Francé-Harrar bereits im Sommer 1945 mit dem Aufbau einer Humusstation für die Umwandlung von Stadtmüll bei Budapest und ontwikkelte die ersten Impfziegel für die Kompostierung. Bron WIKI De. Trefw. Francé Harrar.
- Hennig E: 'De geheimen van een vruchtbare aarde'. 2000 Agriton (uitgeverij).
- <http://www.daptweestromenland.nl/pdf/lbh/Melkziekte.pdf>.
- ILV Omededeling 101, 2011: Melkveevoeding. Uitg. Vlaamse overheid/beleidsdomein landbouw en visserij.
- Khan S. A. ea: 'The potassium paradox: Implications for soil fertility, crop production and human health' Renewable Agriculture and Food Systems: 29(1); 3–27. 2013
- Kidney Research UK. Renal Stones Fact Sheet.
- Krämer, E: 'Leben und Werk von Günther Enderlein'. Reichl Verlag, 2006.
- Lazcano, Cristina; Gómez-Brandón, María; Domínguez, Jorge (July 2008). "[Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure](#)" (PDF). *Chemosphere* **72** (7):
- Meulen, M. van der: 'Grondsoorten en delfstoffen bij naam' Dienst Weg en waterbouwkunde Delft.
- Mg water: 'Bicarbonate has beneficial effects on health'. News vol 3, no 1, May 2001. Te vinden op [www.Mgwater.com](http://www.Mgwater.com). Auteur onbekend.
- Nele, G: 'Het Belang van mineralen en vitaminen in de melkveevoeding' Katholieke Hogeschool kempen, Campus Geel 2006.
- Pommeresche, H: 'Humusspäre – ein Stoff oder ein system?' 2004 OLV-Verlag.
- Pommeresche, H: 'Alle Pflanzen fressen Fleisch' 2010. OLV-Verlag.
- Rusch H e.a.: "Das Gesetz von der Erhaltung der lebenden Substanz". Wiener medizinische Wochenschrift. Jg 101. 1951 S706 – 713 S 725 – 734.
- Swerczek, TW: Nitrate toxicity, sodium deficiency and the grass tetany syndrome'.
- Schimmel: "Kompostrevolution: natürlich gärtnern mit Wurmhumus". Organischen Landbau Verlag 2014.
- Schanderl, H: 'Botanische Bakteriologie und Stickstoffhaushalt der Pflanzen auf neuer Grundlage'. 1947 Eugen Ulmer Verlag 1947.
- Schanderl: Über die Ursachen der Säuerung und bombierung von Gemüse-Konserven. In: die industrielle Obst- und Gemüse Verwertung . Nr 21/22 1951.
- Timmer, R. e.a.: Teelthandleiding groenbemesters. PPO – AGV 2004.
- Willemsen, W: Nitraatvergiftiging bij rundvee als gevolg van hoge nitraatgehalten in graslandproducten' Rapport nr 6, 1972. Proefstation voor de veehouderij.
- Wormencompostering: Bron: M & K Louis Bolk Bodemacademie. [www.bodemacademie.nl](http://www.bodemacademie.nl) trefw. Wormencompostering.



Dit basiswerk van een grote pionier in de biologische landbouw gaat in wezen over de gezonde bodem en de daarmee verbonden biologische voedselkringloop en kringloop van levende substanties. Elke verstoring van het delicaat biologisch evenwicht, bijvoorbeeld door kunstmest of pesticiden verstoort het ecologisch systeem en zal op langere termijn tot een ecologische ramp leiden. Toen dokter Rusch dit beweerde in de "golden sixties" leek dit fel overdreven. Nu, 50 jaar later is het een brandend actueel probleem, waar we allemaal samen steeds meer de gevolgen van beginnen te ondervinden.

Een belangrijk thema van dit boek is het onderhouden van een vitaal bodemleven omdat het een sleutelrol in de biologische voedselkringloop speelt. De invloed van landbouwkundige ingrepen op de kwaliteit van het bodemleven wordt uitvoerig beschreven. Alleen al daarvoor zou deze kennis in elke landbouw(hoge)school in het lesprogramma moeten worden opgenomen.

De beroemde "Rusch-test" wordt ook uitgebreid besproken. Het is een unieke en vrij eenvoudige manier om de kwaliteit en hoeveelheid van het bodemleven te bepalen. Deze test werd jarenlang gebruikt bij de begeleiding en de controle van honderden organisch-biologische bedrijven, niet alleen in Duitsland en Oostenrijk.

ISBN 978-83-940842-0-2



9 788394 084202

een uitgave van  
[www.organic-forest.eu](http://www.organic-forest.eu)

