

REPRINTED FROM:

LANDBOUWK. TIJDSCHR. 81 (1969) 245-251

EEN BODEMVRUCHTBAARHEIDSTHEORIE UIT DE
EERSTE HELFT VAN DE 19e EEUW

C. T. de WIT



Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen
Mededeling 399

Een bodemvruchtbaarheidstheorie uit de eerste helft van de 19e eeuw

C. T. DE WIT

Afdeling Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool en Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen te Wageningen

*Live as if you would die tomorrow,
farm as if you would live forever.*
(Engelse zegswijze)

Inleiding¹

De landbouw in Engeland heeft in de 18e eeuw een versnelde ontwikkeling ondergaan. Op het technische vlak was deze gekenmerkt door de invoering van nieuwe methoden van grondbewerking (rijenzaai, hakken), nieuwe gewassen (knollen, klover, ingezaaide grassen) en nieuwe vruchtwisselingssystemen (Norfolk four course rotation: tarwe, knollen, gerst en klover). Dit ging vergezeld van een meer intensieve veehouderij, de introductie van nieuwe veeslagen en de invoering van ondergrondse drainage. Deze technische vernieuwingen waren niet alle van Engelse oorsprong, maar vonden in dat land een goede voedingsbodem omdat de gehele economische structuur zich snel wijzigde, hetgeen in de landbouw afschaffing van gemeenschappelijke weiden en het recht tot omheining meebracht en leidde tot een aanmerkelijke schaalvergroting.

In deze veranderende maatschappij ontwikkelde Arthur Young (1741—1820) zijn ideeën over de 'proportioned farm', waarin de technische productiefactoren op zulke wijze gecombineerd zijn, dat 'alles volmaakt is en goed beraamd voor wederzijdse ondersteuning', zodat een maximale winst verkregen wordt. Bij het ontwerpen van een boerderij begon hij met het vaststellen van het grondgebruik en de benodigde trekdiere, waarna hij het aantal dieren vaststelde op basis van de voedselproductie. Daarna berekende hij de verdeling van de mest en ging in op de organisatie van het werk. Het plan werd dan beëindigd met een berekening van inkomsten en uitgaven en van de winst.

De doeleinden van Young waren kennelijk tweeledig, enerzijds wilde hij de maximale winst be-

halen en anderzijds wilde hij een wijze van technisch beheer ontwikkelen die de boerderij als produktiemiddel in stand hield. Het moderne economische inzicht dat deze twee doeleinden niet noodzakelijkerwijs verenigbaar zijn, erkende hij niet. Young was een veelschrijver, geen handboekenschrijver, en heeft geen eigen school gemaakt. Hiervoor zorgde Albrecht Thaer (1752—1828), die op basis van zijn bij Young in Engeland opgedane kennis zijn boek 'Grundsätze der rationellen Landwirtschaft' (Berlin, 1809) schreef, dat met het werk van Johann Heinrich von Thünen (1783—1850) getiteld: 'Der Isolierte Staat' (Berlin, 1826; 2e druk: 1842) de grondslag gelegd heeft voor de landhuishoudkunde.

In de moderne landhuishoudkunde staan beschouwingen over het optimaliseren van de winst nog steeds centraal, maar ontbreken beschouwingen over de natuurwetenschappelijke aspecten van het boerenbedrijf, die in de gedachtengang van Young, Thaer en Von Thünen zo'n grote rol speelden. Deze beschouwingen worden nu overgelaten aan de natuurwetenschappelijk georiënteerde landbouwkundige, die veelal meent dat de geschiedenis van de leer van de bodemvruchtbaarheid begint met Justus von Liebig's boek 'Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie', dat in 1840 verscheen. Niets is echter minder waar en het is de bedoeling van dit artikel de aandacht te vestigen op de boeiende aspecten van de bodemvruchtbaarheidstheorieën die in Duitsland aan het begin van de 19e eeuw tot ontwikkeling kwamen.

De humustheorie

Albrecht Thaer publiceerde in het eerste deel van zijn 'Grundsätze der rationellen Landwirtschaft' (1809) een 'Lehre über das Verhältnis in welchem die Kraft des Bodens, der Ertrag der Ernten und die Erschöpfung gegen einander stehen'. De basis van zijn natuurwetenschappelijke beschouwing is dat dierlijke en plantaardige mest en elke vol-

* Prof. dr. ir. C. T. de Wit hield deze inleiding op de voorjaarsbijeenkomst (3 juni 1969) van de Vereniging voor Landbouwgeschiedenis.

¹ De gegevens in deze *Inleiding* zijn voor een groot deel ontleend aan: J. Nou: Studies in the development of agricultural economy. *Lantbrukshögskolan Annaler* 33 (1967) (1) 611 pp.

doend verteerde organische stof de noodzakelijke bestanddelen van de plantevoeding bevatten. Deze opvatting was gebaseerd op de bekende waarnemingen van De Saussure dat de planten koolzuur uit de lucht opnemen, op met warm water uitgeloopte grond minder groeien dan op normale, en dat warm water de oplosbare humus uit de grond verwijdert.

Volgens Thaer bevat de grond een zekere hoeveelheid plantevoeding die hij uitdrukt in graden. De hoeveelheid plantevoeding die nodig is voor de produktie van 1 schepel (40 kg) rogge per morgen (en die hierdoor aan de grond onttrokken wordt) stelde hij op 5° . Een schepel tarwe, gerst en haver onttrok echter resp. $6,5$, $3,5$ en $2,5^\circ$ aan de bodem. De bodem werd verrijkt door het geven van stalmest (1 voer = 10°), braken (1 braakjaar = 10°) en de verbouw van gras en klaver (4 tot 5° per jaar, afhankelijk van de stand van het gewas). Verder nam hij aan dat bij elke 10° stijging in rijkdom de onttrekking met 3° en de oogst van rogge met 0,6 schepel steeg.

Voor de instandhouding van de vruchtbaarheid van een veld dat onder het drieslagstelsel in het eerste jaar 10 schepel rogge, in het tweede jaar 9 schepel haver opbrengt en in het derde jaar braak ligt, zou dus $10 \times 5 + 9 \times 2,5 - 10 = 62,5^\circ$ of $6,25$ voer goede mest per drie jaar nodig zijn.

Wat betreft de absolute waarde van de vruchtbaarheid in de bodem gebruikte Thaer een willekeurige schaal die hij zich dacht van 0° tot 100° , met dien verstande dat hij aannam dat bij een vruchtbaarheid van 40° geen goede opbrengst kon worden voortgebracht.

Het 'Statische Gesetz'

Dat een dergelijke willekeurige schaalkeuze niet nodig was, werd onderkend door een van zijn leerlingen Carl von Wulffen (1785—1853), Königl. Preuss. Hauptmann en Erbherrn aus Pietzpull, gedurende de vele verloren dagen in het leger dat tegen Napoleon vocht aan het eind van de campagne in Rusland. Hij legde zijn opvattingen vast in artikelen in de Mögliner Annalen, waaronder: 'Ideeën zur Grundlage einer Statik des Landbaus' (deel XI, 1823) en in twee boeken: 'Die Vorschule der Statik des Landbaus' (Magdenburg, 1830) en 'Entwurf einer Methodik zur Berechnung der Feldsysteme' (Berlin, 1847). Zijn eerste artikelen zijn wat moeilijk leesbaar omdat hij alle verbanden formuleert in het 'graadsysteem' ontleend aan Thaer en in zijn laatste boek klinkt de teleurstelling door van een in de loop der jaren wijzer geworden man. Zijn 'Vorschule' is echter een boek dat ook nu nog bewondering

afdwingt door de wijze waarop het dynamische karakter van de problemen rond de vruchtbaarheid van de grond onderkend en behandeld is.

Von Wulffen onderscheidde drie grootheden, de Ernte (E), de Reichtum (R) en de Thätigkeit (T) van de grond, die hij verbond door zijn 'Statische Gesetz':

$$E = T.R$$

Onder Reichtum verstond Von Wulffen een maat voor het totaal opbrengende vermogen van de grond en onder Thätigkeit de fractie die hiervan in een bepaald jaar beschikbaar komt voor het bewerkestellingen van een oogst. De Reichtum wordt dus uitgedrukt in dezelfde maat als de oogst (in centner per morgen, wat overeenkomt met ca. 200 kg per ha). Von Wulffen kon uit twee opeenvolgende oogsten van hetzelfde gewas Reichtum en Thätigkeit berekenen.

Immers, wanneer rogge in het eerste jaar 10 centner/morgen opbrengt en in het tweede jaar 8 centner/morgen, geldt volgens bovenstaande vergelijking voor het eerste jaar:

$$10 = R.T$$

De overblijvende Reichtum voor het tweede jaar is dan $(R - 10)$, zodat hiervoor geldt:

$$8 = (R - 10).T$$

Door substituering van de waarde 10 voor R.T uit de eerste vergelijking in de tweede vinden we nu:

$$8 = 10 - 10.T \text{ of } T = 0,2,$$

waarna substitutie van T in de eerste vergelijking een waarde van 50 centner/morgen voor de Reichtum in het eerste jaar oplevert.

Dit verband tussen Thätigkeit, Reichtum en Ernte in opeenvolgende jaren is nog eens grafisch weergegeven in fig. 1. Hier staat langs de horizontale as de Reichtum in het n-de jaar en langs de verticale as de Reichtum in het volgende. Bij een Thätigkeit van nul valt de Thätigheidslijn samen

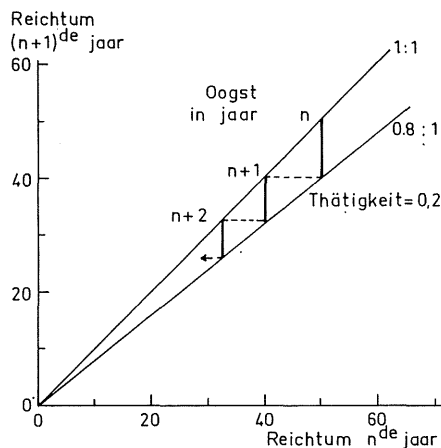


Fig. 1 Het Statische Gesetz; Ertrag = Reichtum, Thätigkeit

met de 45 graden lijn, de opbrengst is dan nul en de Reichtum verandert niet. Voor een Thätigkeit van 0,2 wordt een lijn getrokken met een helling van 0,8 waarna de opeenvolgende oogsten, hier uitgaande van een Reichtum van 50 centner/morgen gemakkelijk afgelezen kunnen worden door het volgen van de gebroken stippellijn naar beneden. De oogsten nemen volgens de opvatting van Von Wulffen dus exponentieel af met de tijd, althans wanneer geen Reichtum aan de bodem wordt toegevoegd.

De werkwijze van Von Wulffen had dus voorspellende waarde, al realiseerde hij zich dat van jaar tot jaar schommelingen in de Thätigkeit kunnen optreden, die onder meer toegeschreven werden aan de weersinvloeden.

Voor het vergelijken van twee gewassen adviseerde Von Wulffen deze twee jaar naast elkaar te verbouwen. Wanneer uit de berekening blijkt dat de grond een Reichtum had van 30 centner rogge/morgen en bijvoorbeeld 40 centner haver/morgen, dan wordt hieruit afgeleid dat 40 centner haver dezelfde hoeveelheid Reichtum aan de bodem onttrekt als 30 centner rogge. Dezelfde proef levert natuurlijk een verhouding van de Thätigkeit van de twee gewassen onder overigens dezelfde omstandigheden. Gestimuleerd door Von Wulffen is een groot aantal experimenten uitgevoerd om de verhoudingsgetallen voor de meest voorkomende gewassen vast te stellen, waarbij rogge als standaard diende. Het hoeft nu geen betoog meer dat de uitkomsten van de proeven nogal verschillend waren. Dit geldt trouwens ook bij vergelijking van de Thätigkeit van verschillende grondsoorten en wijzen van bewerken.

De onttrokken Reichtum kon weer aangevuld worden door het toedienen van meststof, door braak en wellicht door het verbouwen van sommige voedergewassen (klaver). Nu was het uit ervaring bekend dat de opbrengstverhoging die in de loop van een vruchtwisseling verkregen wordt door toediening van een bepaalde gewichtshoeveelheid mest erg afhangt van de kwaliteit van de mest en de aard van de grond. Von Wulffen stelde voor de hoeveelheden mest niet meer uit te drukken in vrachten, maar in het gewicht van de produkten die aan de dieren die de mest produceerden, gevoerd werden, dus in kg stro, kg roggezaad, kg hooi en kg gras. Een ook nu nog bruikbare gedachtengang.

Om tot een kwantificering te komen voerde Von Wulffen het begrip Gattung en het Gattungsquotient in. Het Gattungsquotient was 1, wanneer de Reichtum na een oogst van een gewas weer volledig hersteld kon worden door het opvoeren van de oogst en het weer toedienen van de daaruit verkregen mest.

De wijze waarop hij in later jaren (Feldsysteme,

1847) dit begrip uitwerkt geeft een goede indruk van zijn gedachtengang. Eerst merkte hij op dat de hoeveelheid Reichtum die voor een gewas ter beschikking was weliswaar gelijk was aan Reichtum \times Thätigkeit, maar dat afhankelijk van de omstandigheden een deel vervluchtigde en uitspoelde en slechts een fractie tot de oogst bijdroeg. Deze fractie noemde hij p , zodat $p \cdot T$ de 'productieve Thätigkeit' voorstelt en $E = p \cdot T \cdot R$ de oogst. Op deze wijze werden dus mogelijke verliezen in rekening gebracht. Verder wees hij erop dat bij elke oogst een deel van het gewas achterbleef en zo op natuurlijke wijze bij kon dragen tot herstel van de rijkdom. De grootte van deze natuurlijke aanvulling hing af van de grondsoort en gewas (vergelijk bijvoorbeeld granen en klaver), maar was in alle gevallen evenredig met de oogst. De evenredigheidsfactor noemde hij r . De Reichtum die na een oogst (E) overbleef was dus in feite niet gelijk aan $R - E$, maar aan $R - R \cdot T + r \cdot E$. Omdat de oogst niet gelijk was aan $R \cdot T$, maar gelijk aan $p \cdot R \cdot T$, gold voor de benodigde Ersatz (de benodigde meststofequivalenten):

$$S = E/p - r \cdot E$$

zodat de verhouding tussen oogst (E) en Ersatz (S) gelijk was aan:

$$S/E = 1/p - r = (1 - r \cdot p)/p$$

Deze breuk noemde hij het Gattungsquotient van grond en gewas. De grond was 'bedürftig', 'gesund' of 'kräftig' al naar gelang dit quotient groter, gelijk of kleiner dan 1 was. De 'bedürftige' gronden waren daarenboven nog 'hitzig' wanneer de productieve Thätigkeit toenam bij afname van de temperatuur en toename van de vochtigheid en 'kalt' wanneer dit plaats vond bij toename van de temperatuur en afname van de vochtigheid, twee factoren die mede afhingen van de wijze van bewerken.

Het zou volgens Von Wulffen onmogelijk zijn de waarden van de factoren p en r afzonderlijk te bepalen, maar het Gattungsquotient kon weer vastgesteld worden door de ene helft van een akker te bemesten en de andere niet en in opeenvolgende jaren de oogst te bepalen. Deze werkwijze gaf daarenboven aan hoe de Thätigkeit van de grond afhing van de bemesting.

Op soortgelijke wijze werden ook onderlinge meststoffen gewaardeerd. Von Wulffen kwam bijvoorbeeld tot de conclusie dat de afvoer van 1 centner graan gecompenseerd diende te worden door de mest verkregen uit het opvoeren van 3 centner hooi.

Het Beharrungspunkt van een vruchtwisseling

Wat zijn nu de opeenvolgende rogge-oogsten wanneer aan een grond met een Thätigkeit van 0,2,

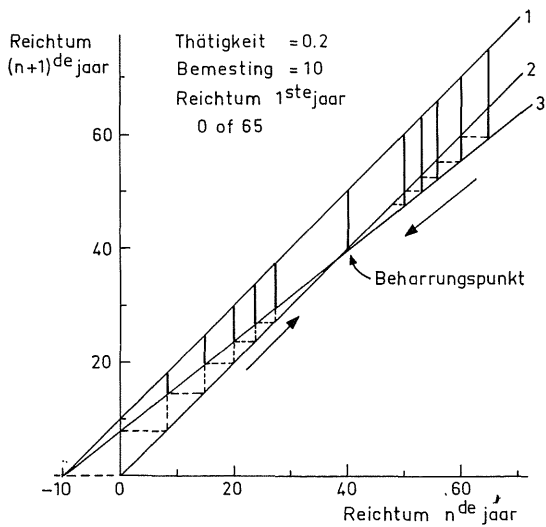


Fig. 2 Het Beharrungspunkt van een vruchtwisseling

een Gattungsquotient van 1 en een uitgangs Reichtum van 0 centner/morgen elk jaar 10 rogge-equivalenten in de vorm van mest worden toegevoegd? Het antwoord op deze vraag kan weer het gemakkelijkst afgeleid worden uit een grafiek waarin langs de beide assen de Reichtum in opeenvolgende jaren is weergegeven (fig. 2). De jaarlijkse toediening van meststof in deze figuur is gelijk aan de verticale afstand tussen de lijnen 1 en 2 en de oogst gelijk aan de afstand tussen de lijnen 1 en 3. Uitgaande van een Reichtum van 0 centner/morgen wordt het eerste jaar dus een oogst verkregen van $0,2 (0 + 10) = 2$ centner/rogge, terwijl de Reichtum met $10 - 2 = 8$ centner/morgen verhoogd wordt. Het volgende jaar is de Reichtum dus 3 centner en de oogst $0,2 (8 + 10) = 3,6$ centner rogge/morgen, terwijl de Reichtum met $10 - 3,6 = 6,4$ centner/morgen verhoogd wordt. Uit de figuur en deze berekening is het duidelijk dat na een oneindig aantal jaren de oogst van het veld 10 centner rogge/morgen zal bedragen, terwijl de Reichtum in evenwicht zal komen bij een waarde gegeven door $(R + 10) \cdot 0,2 = 10$ of bij 40 centner rogge/morgen; een waarde die onafhankelijk is van de uitgangstoestand van de grond (zoals geïllustreerd is door ook uit te gaan van een Reichtum van 65 centner/morgen). Deze waarde werd het 'Beharrungspunkt' van een vruchtwisseling genoemd. Om van de arme grond tot dit punt te geraken was dus een investering in Reichtum van 40 centner rogge/morgen nodig of de mest voor vier goede oogsten. Het bedrijfsbeheer diende er nu op gericht te zijn het Beharrungspunkt van de vruchtwisseling op een zodanig niveau te brengen dat de graanopbrengsten zo hoog mogelijk waren, zonder in

het risico van teveel stroproduktie en legering te vervallen.

Op grond van een dergelijke optimaliseringseis was Von Wulffen in staat voor elk bedrijf de hoeveelheid grasland uit te rekenen, dat het gras moest leveren voor de mest die nodig was om de van het bedrijf af te voeren produkten te compenseren. Hierbij liet hij rentmeester of boer de keuze uit twee mogelijkheden. Zij konden óf aansturen op een bedrijf waarop de 'Thätigkeit' van de grond relatief laag was, zodat het Beharrungspunkt bij een grote Reichtum kwam te liggen, óf op een bedrijf waarop de Thätigkeit relatief hoog was, zodat het Beharrungspunkt bij een lage Reichtum kwam te liggen.

Uit de beschouwingen van Von Wulffen is het duidelijk dat hij een middenweg zocht. Deze maakte het mogelijk in jaren met bijvoorbeeld relatief lage graanprijzen de Thätigkeit te verlagen en zodoende meer van de mest als Reichtum te conserveren en in jaren met relatief hoge graanprijzen rooibouw te plegen door die maatregelen te nemen, die de Thätigkeit verhoogden. Het is zijn verdienste dat hij een systeem uitwerkte waarmee de gevolgen van beleidsbeslissingen voorzien konden worden op langere termijn. Von Wulffen accepteerde dus de opvatting dat op langer termijn gezien de oogst gelijk is aan de daaraan ten koste gelegde bemesting, maar hij bestreed de opvatting dat dit ook het geval diende te zijn binnen het tijdsbestek van een oogst of een vruchtwisseling.

Twee opvattingen over de bodemvruchtbaarheid

Thaer gaf in zijn 'Grundsätze' niet alleen de stoot tot ontwikkeling van de 'Statik', maar ook tot de bestudering van de natuurwetenschappelijke aspecten van de landbouw. Deze twee wijzen van beschouwing ontwikkelden zich in de eerste helft van de 19e eeuw, eerst onafhankelijk van elkaar, maar op den duur kon een uitvoerige pennestrijd niet uitblijven. De geschiedenis van deze periode wordt op uitstekende wijze beschreven door Gustav Drechsler, hoogleraar in Göttingen, in zijn boek: 'Die Statik des Landbaus: Geschichte, Kritik und Reform' (Göttingen, 1869), een boek waarin hij zelfs dan niet kan nalaten de toch wel wat verouderde 'Statik' te verzoenen met modernere inzichten.

Daar was dan enerzijds Von Wulffen, die de uitgesproken mening had dat het niet alleen onnodig, maar ook onmogelijk was de bodemvruchtbaarheid en de bemestingsleer een natuurwetenschappelijke grondslag te geven, en dat uitputting en verrijking van de grond vastgesteld diende te worden op basis van een zeer gedetailleerde boek-

houding van in- en uitvoer van produkten, niet alleen van het bedrijf in zijn geheel, maar ook voor de afzonderlijke akkers. Veel van de uitmuntende boekhoudingen van deze periode van grote 'Güter' (Von Thünen, Von Voght, Block) zijn dan ook vooral opgezet om de opvattingen van Von Wulffen te toetsen en zijn 'coëfficiënten' te bepalen. Het moet gezegd worden dat noch Von Thünen, noch Thaer volledig meegingen met de afwijzing van het nut van de natuurwetenschappen.

Anderzijds kwamen de natuurwetenschappen op gang, waarvan de opvattingen culmineerden in het boek van Sprengel: 'Die Lehre vom Dünger, oder Beschreibung aller bei der Landwirtschaft gebräuchlichen vegetabilischen, animalischen und mineralischen Düngmaterialen, nebst ihre Erklärung ihrer Wirkungsart' (Leipzig, 1839). In dit boek stelde hij dat, voor zover bekend, de planten uit 15 elementen zijn opgebouwd en dat zij met de uit de grond en de atmosfeer opgenomen anorganische stoffen onder invloed van licht, warmte, elektriciteit en water groeien en hun organische stof produceren. Verder introduceerde hij de wet van het minimum: 'Dem Boden müssten durch die Düngerarten die jehningen Pflanzennahrungsstoffe mitgetheilt werden, welche er gar nicht, oder doch in geringer Menge besitzt'?

Men zou zeggen dat deze opvatting, die daarna met zoveel intelligentie en minachting voor anderen opvattingen door Liebig verdedigd werd, "hätte wie ein heller Blitz die dunkeln Begriffe über die Erschöpfung der Pflanzen erleuchten müssen; den Forschern auf dem Gebiete der Statik hätte es plötzlich wie Schuppen von den Augen fallen, wie die Morgenröthe eines neues Tages hätte sich mit einem Male ein klares Verständnis am horizonte ihres Denkvermögens entfalten müssen" (Drechsler, pag. 29).

Waarom dit niet zo uitpakte, is nu wel duidelijk. Ofschoon de nieuwe opvattingen in principe wel juist waren, werd op twee aspecten een totaal verkeerde nadruk gelegd.

In de eerste plaats werd door Liebig aangenomen dat voor het handhaven van de bodemvruchtbaarheid het voldoende was de door de oogst onttrokken hoeveelheid minerale elementen weer toe te voegen. Belangrijke verschijnselen zoals bijv. vastlegging van fosfaat en uitspoeling van kali werden dus niet voldoende onderkend. Dit kwam er op neer dat de verdedigers van de mineraaltheorie aannamen dat het Gattungsquotiënt altijd gelijk aan 1 was, een opvatting die tegen alle ervaring van de beoefenaars van de Statik inging en afgezien daarvan onjuist gebleken is.

In de tweede plaats nam Liebig (maar Sprengel niet) aan dat stikstof, zoals CO₂ uit de lucht afkomstig, nooit een beperkende factor voor de

groei was. De houdbaarheid van deze opvatting werd in Engeland bestreden door Lawes en Gilbert (Rothamsted) en in Duitsland grondig weerlegd door E. Wolff: 'Die Erschöpfung des Bodens durch die Cultur' (Leipzig, 1856); een klein artikel waarin op grond van bemestingsproeven en gewasanalyses gedurende het groeiseizoen aangetoond werd dat in het normale bedrijf de uitputting in de eerste plaats een gevolg was van tekorten aan geschikte stikstofverbindingen en dat het weer toevoegen van de door de oogst onttrokken minerale elementen van veel geringere betekenis was.

Het is deze stikstofhuishouding waarvan, zij het in onze ogen op onvolkomen wijze, rekenschap afgelegd werd in de beschouwingen van Von Wulffen en het is hierom dat het 'Statische Gesetz' zich gedurende de gehele 19e eeuw kon handhaven, zij het op den duur meer in de bedrijfsleer (Goltz: Handbuch der Landwirtschaftliche Betriebslehre, Berlin 1905, 3e druk) dan in de bemestingleer.

Enkele analoge beschouwingen

Het samenspel tussen Reichtum, Thätigkeit en Ernte in veel landbouwstreken bepaalt nog steeds de mogelijkheden. Waar de behoefte aan land nog klein is kan de bevolking met vrucht het systeem van verschuivende teelt toepassen (ladang, shifting cultivation) en de in jaren van braak geaccumuleerde 'Reichtum' na het klaren van het land in enkele jaren omzetten in oogstprodukten. De theorie van Von Wulffen illustreert ook nu nog de sluipende verarming tengevolge van een te frequent terugkeren op dezelfde plaats en de catastrofale gevolgen voor het systeem, wanneer getracht wordt de geleidelijke oogstvermindering tegen te gaan door maatregelen, die niet de accumulatiesnelheid van de Reichtum, maar alleen de Thätigkeit verhogen. Uiteindelijk komt men in een toestand waar het grootste deel van de akkers bezet is met graan, waarvan de opbrengst nauwelijks het zaaizaad goedmaakt. Von Wulffen's beschouwingen zijn weer uitermate geschikt om te tonen dat het een uitermate kostbare en langdurige zaak is om — zo dit sociaal-economisch al mogelijk is — door het verbouwen van voedergewassen en het introduceren van vee tot acceptabele opbrengsten in de buurt van 2000 kg/ha te komen. Zo kostbaar en zo langdurig dat het tegenwoordig onvermijdelijk is het accent te leggen op de kunstmest voor het verkrijgen van opbrengstverhogingen.

Onze kennis van de stikstofhuishouding van grond en gewas is nog niet volledig, maar ruim genoeg om vast te stellen dat de beschouwingen van Von

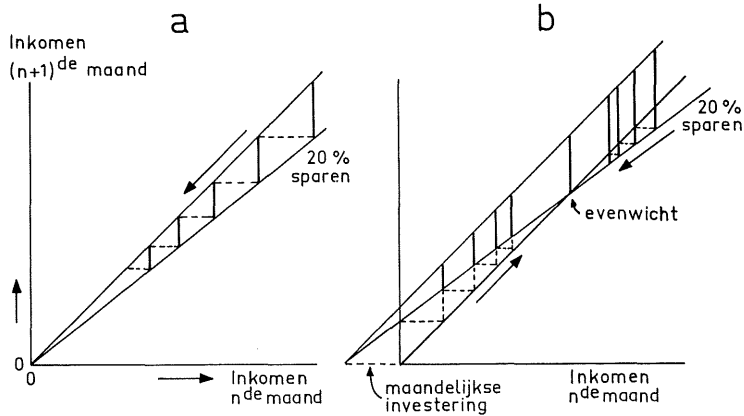


Fig. 3 Een overeenkomstig het "Statische Gesetz" getekende voorstelling van een economisch evenwicht

Wulffen een goed inzicht hebben kunnen geven. Dat zijn 'Gattungsquotient' in de regel groter dan 1 was, is een gevolg van denitrificatie en uitspoeling van NO_3 -stikstof en vervluchting van ammoniak. Dat onder sommige omstandigheden 'Gattungsquotienten' kleiner dan 1 konden voorkomen, dient toegeschreven te worden aan microbiologische processen; hierbij speelde de verbouw van vlinderbloemige gewassen uiteraard een grote rol. Bij de tegenwoordige kennis van zaken is de theorie van Von Wulffen echter te eenvoudig om te dienen als basis voor een theorie van de stikstofhuishouding.

Daarentegen blijkt dat de hedendaagse beschouwingen over de humusbalans in de bodem vrijwel identiek zijn aan die van Von Wulffen over de 'Reichtum'. Zo is bijvoorbeeld door Kortleven in zijn dissertatie: Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak (Wageningen, 1963) aangetoond dat de toevoer van humus aan de akker evenredig is met de toegevoerde hoeveelheid organische mest en de achtergebleven oogstresten en dat de afbraak van de humus evenredig is met de hoeveelheid welke in de grond voorkomt. Evenals Von Wulffen berekent Kortleven 'Thätigkeitscoëfficiënten' en 'Beharrungspunkten' van vruchtwisselingen, maar nu niet voor de 'Reichtum' van de grond, maar voor het echte humusgehalte. Het enige aanwijsbare verschil is dat Kortleven niet veronderstelt dat de opbrengst evenredig is met de hoeveelheid humus die gedurende het groeiseizoen afgebroken wordt.

Hoever de kennis van het werk van Von Wulffen in de vergetelheid geraakt is blijkt wel uit het feit dat in de tegenwoordige literatuur over de humusbalans van de grond nooit naar het 'Statische Gesetz' verwezen wordt.

Zoals gezegd zijn de opvattingen van Von Wulffen het langst beklifd in de landbouweconomische literatuur (Goltz, op.cit.) en het is op economisch terrein dat nu 100 jaar later soortgelijke

beschouwingen hoogtij vieren.

Tot in de dertiger jaren meenden economen dat de collectieve besparingen op elk moment gelijk waren aan de collectieve investeringen. Het is deze opvatting waarvan de onhoudbaarheid door Keynes in zijn boek 'The general theory of employment, interest and money' (Oxford, 1936) werd aangetoond. Omdat de beslissingen tot sparen en tot investeren onafhankelijk van elkaar genomen worden, zijn beide activiteiten niet aan elkaar gelijk: bij een laag inkomensniveau zijn de uitgaven groter dan het inkomen en bij een hoog inkomen zijn de uitgaven lager dan het inkomen. Figuur 3a geeft het verloop van het gezamenlijk inkomen van een gesloten gemeenschap weer, waarin alle geldtransacties per maand plaatsvinden en waarin iedereen 20 procent van zijn inkomen in een oude sok achterhoudt. Deze situatie, waarbij het geldinkomen van iedereen in de loop van de tijd tot nul terugloopt doet zich gelukkig niet voor omdat er geld geïnvesteerd wordt en omdat er schulden gemaakt worden. De werkelijke situatie lijkt dus meer op die van figuur 3b: in omstandigheden waar het gezamenlijk inkomen laag is wordt meer uitgegeven dan gespaard en in omstandigheden waar het inkomen hoog is wordt meer gespaard dan uitgegeven.

Zoals bij Von Wulffen de 'Reichtum' zich stabiliseerde op een bepaald 'Beharrungspunkt' (fig. 2), dat onafhankelijk was van de uitgangstoestand en alleen afhangt van de 'Thätigkeit' en de bemesting, stabiliseert zich de economie volgens Keynes ook op een bepaald 'Beharrungspunkt', dat onafhankelijk van de uitgangstoestand is en alleen afhangt van de neiging geld uit te geven aan consumeren en investeren. Zoals op de akker van Von Wulffen bemesting en oost niet noodzakelijkerwijs op elk moment gelijk waren, zijn investering en besparing niet op elk moment gelijk in de economie.

Evenals bij Von Wulffen blijkt bij sommige na-

volgers van Keynes een gebrek aan inzicht in het feitelijk gebeuren zich te verschuilen achter een in de ogen van de natuuronderzoeker zo overmatig gebruik van uit tijdreeksen afgeleide verhoudingscoëfficiënten, dat '... behuf der Beweisführung und Begründung, so ziemlich das ganze lateinische Alphabet, das grosse und das kleine ja auch noch einen Teil des griechischen und verschiedene andere Zeichen verbraucht ist' (Drechsler, 1869, pag. 53).

Deze laatste uitspraak zou ook van toepassing kunnen zijn op de 'theoretische teeltkunde', maar een gezonde bedrijfsblindheid verhindert mij dit uit te werken.

Samenvatting

In het begin van de 19e eeuw formuleerde Thaer zijn opvattingen over de bodemvruchtbaarheid waarin de humus als plantenvoedend element een belangrijke rol speelde. Deze nogal naïeve theorie wordt op het ogenblik als een historische curiositeit beschouwd.

Het is nauwelijks bekend dat een van zijn leer-

lingen, Carl von Wulffen, een bodemvruchtbaarheidstheorie ontwikkelde waarin de gedachte dat ieder landbouwsysteem tendeert naar een evenwicht in de bodemvruchtbaarheid, centraal stond. Von Wulffen's kwantitatieve beschouwingen maakten het mogelijk dit evenwichtspunt en de gevolgen van de verplaatsing hiervan op te sporen door middel van oogstwaarnemingen in opeenvolgende jaren onder experimenteel gevarieerde omstandigheden en van een nauwkeurige administratie van de in- en uitvoer van elke akker afzonderlijk en het landbouwbedrijf als geheel.

De beginselen van Von Wulffen's theorie worden besproken en er wordt nagegaan aan welke kwaliteiten het te danken is dat deze theorie zich kon handhaven tot lang na de formulering van de 'mineraaltheorie' van Sprengel en Liebig.

Verder wordt er op gewezen dat overeenkomstige beschouwingen ook nu nog een grote rol spelen bij de bestudering van de organische-stofbalans van de grond en in de ogenschijnlijk zo verwijderde gedachtenwereld van de econoom en dat Von Wulffen's theorie ook nu nog kan helpen bij het verdiepen van het inzicht in de aard van de landbouw in verschillende streken.

