

SEPARAAT
No. 1406

631.421
631.81.3
631.547

Een eenvoudige methode om den ontwikkelingsgang van het gewas te velde na te gaan, toegepast op een kaliproefveld

*Eine einfache Methode zur Feststellung des Entwicklungsverlaufs
des auf dem Felde stehenden Gewachses angewandt bei einigen bei
verschiedener Kalidüngung angebauten Gewächsen.*

door

Dr. F. VAN DER PAAUW.

Zusammenfassung s. S. 283.

Bij de bestudeering van cultuur- en bemestingsproblemen bij het te velde groeiende gewas zal het veelal noodzakelijk zijn om naast opbrengstbepalingen, eventueel aangevuld met chemische of andere analyses, nog verdergaande inlichtingen over de ontwikkeling van het gewas te verkrijgen. De gebruikelijke weg is het proefveld periodiek te bezoeken, en de waargenomen verschijnselen aan te teekenen. Vaak wordt hierbij de stand van het gewas in een cijfer genoteerd. Ook andere verschijnselen, zooals de tint van het loof, stevigheid van het stroo, e.a., leenen zich wel voor het uitdrukken in een cijferschaal. Een andere weg is het uitvoeren van een zogenoemde morphologische analyse van den oogst (ook wel met de kortere maar verwarrende naam „oogstanalyse” aangeduid). Hiervoor is het noodig op het veld en in de oogstproducten tellingen te verrichten, b.v. het aantal planten op een bepaalde oppervlakte, het aantal halmen, de korrels per aar, het gewicht van de korrels, enz.

Deze methode verleent een dieper inzicht over wat er op het veld is gebeurd.

Beide wegen voeren echter onvoldoende tot het doel, als het werkelijk gewenscht is in het verloop van de ontwikkeling inzicht te verkrijgen. De eerste methode geeft slechts een globale weergave van het ontwikkelingsstadium van het gewas; bij het geven van standcijfers wordt op verschillende factoren gelet (dichtheid, ferschied, gezonde kleur, enz.) en de totale indruk wordt in een cijfer weergegeven. Welke van deze grootheden het zwaarste wordt geteld, is daarbij vaak zelfs aan den waarnemer onbekend. De tweede methode geeft weliswaar een kijk op de factoren, die voor de grootte van de opbrengst beslissend zijn geweest, maar deze factoren zijn vaak zelf al weer een product van voorafgaande levensprocessen, die bovendien elkaar wederkeerig beïnvloed kunnen hebben. Zoo kan een groot aantal halmen de opbrengst vergrooten, maar kan de dichte stand dan omgekeerd het aantal per aar voorkomende korrels, of het gewicht van de korrels gereduceerd hebben. Bovendien is deze methode slechts bij bepaalde gewassen uitvoerbaar; bij aardappelen b.v. heeft ze weinig zin.

Aangezien het voor ons werk, om nader hieronder te bespreken redenen, gewenscht was, de ontwikkeling van gewassen in enkele details te kunnen beschrijven, is door ons een andere werkwijze geprobeerd, die na eerste toepassing zeer behoorlijk heeft voldaan, en eenige zaken aan het licht heeft gebracht, die bij oppervlakkiger waarneming gewoonlijk aan de aandacht ontsnappen. De methode bestaat uit het doen van een aantal metingen op het veld aan eenige planten, die daarvoor tevoren uitgekozen zijn, en die het gemiddelde beeld van het proefobject, waartoe zij behooren, behoorlijk moeten representeeren. Er wordt dus van de veronderstelling uitgegaan, dat een dergelijke plant bij benadering een beeld geeft van de ontwikkeling, die alle, of althans de groote meerderheid van de gelijk behandelde planten, vertoonen. Het is hiervoor noodig de waarnemingsplant tijdens den groei af en toe met het omringende gewas te vergelijken; het komt soms voor, dat een plant, die aanvankelijk wel behoorlijk typisch leek, later een afwijkend beeld gaat vertoonen, en dan niet langer bruikbaar is. Overigens bleek zelfs een vrij groote variabiliteit het nog geenszins onmogelijk te maken om bepaalde conclusies te trekken, hoewel bij onze waarnemingen op een proefveld met 7 objecten met slechts 2 planten per object werd volstaan.

Een goede controle of de onderhavige planten het gemiddelde beeld vertoonen is mogelijk door achteraf ook een morphologische oogstanalyse uit te voeren, en na te gaan of de waarnemingsplanten met het gemiddelde beeld behoorlijke overeenstemming vertoonen.

Een eerste vereischte van een dergelijk veldonderzoek is wel, dat de uit te voeren metingen eenvoudig blijven en door betrekkelijk ongeoeffende krachten uitgevoerd kunnen worden; zij mogen voorts niet al te tijdroovend zijn. Dit brengt in de eerste plaats een uiterste beperking van het aantal waarnemingsplanten mee. In de tweede plaats zal het aantal waarnemingen beperkt moeten zijn.

Bij een viertal gewassen is de ontwikkeling door ons vervolgd, nl. bij aardappelen, Waalsche boonen, kanariezaad en zomertarwe. Deze gewassen werden gelijktijdig op eenzelfde kaliproefveld met 7 ver-

schillende bemestingstoestanden verbouwd. De volgende waarnemingen zijn door ons verricht:

1. Bij *aardappelen*. a. de middellijn van de planten werd periodiek gemeten. De aardappelplant is min of meer rond, en door boven de plant een meetlatje te houden, valt het gemakkelijk de gemiddelde doorsnee bij benadering te schatten.

b. De lengte van een stengel werd periodiek gemeten. Een aardappelplant heeft gewoonlijk talrijke stengels; het is te bezwaarlijk deze alle te meten. Daarom werd volstaan met de meting van een enkelen „typischen” stengel van middelmatige grootte.

c. Het aantal bladen van dezen stengel werd steeds geteld.

d. De lengte van deze opeenvolgende bladen werd gemeten. Bij den aardappel groeien alleen de bovenste 7—8 bladen, het is dus niet noodig altijd weer alle bladen te meten, maar er kan worden volstaan met de meting van ± 10 bladen bij den top. Als alle waarnemingen achteraf in een overzichtelijke tabel worden samengevoegd, valt het gemakkelijk het volgnummer van de bladen vast te stellen.

Vermoedelijk is het kwadraat van de bladlengten bij benadering als een maat voor het bladoppervlak te gebruiken. Wij zullen dit in het komende seizoen nader trachten te verifiëren. Blijkt dit het geval, dan geven deze metingen ook inzicht over de ontwikkeling van het bladoppervlak. Voorloopig hebben wij aangenomen, dat dit zoo is.

2. Bij *Waaalsche boonen* is periodiek bepaald:

a. De lengte van den stengel. Soms traden zijtakken op. Wij hebben ook deze gemeten, maar de voorloopige conclusie was tenslotte, dat het optreden van een zijtak den groei van den hoofdtak weinig verandert. Vermoedelijk zullen deze metingen van zijtakken dus wel nagelaten kunnen worden.

b. Het aantal bladen werd alleen bij de hoofdas geteld.

c. Genoteerd werd het optreden van bloemknoppen, het aantal bloemen en peulen.

d. Niet gemeten is het bladoppervlak. Achteraf lijkt het wel zeer gewenscht ook iets van deze grootheid te kennen, en bij herhaling van de waarnemingen zal ook de bladgrootte op de een of andere wijze vastgelegd moeten worden. Het zal bij dit bladrijke gewas wel niet mogelijk zijn om dit geregeld te doen, daar dit te tijdroevend zou worden. Een enkele maal zal het echter wel noodig zijn.

3 en 4. Bij *kanariezaad* en *zomertarwe* valt het verrichten van waarnemingen gemakkelijker. Een moeilijkheid levert bij kanariezaad de uitstoeling en de vertakking van den stengel in latere groeistadia. Als regel is ook de ontwikkeling van deze zijloten vervolgd; de indruk is echter ook hier, dat dit niet bepaald noodig is, en dat met de notitie van het optreden van deze zijloten wel volstaan kan worden. Er is periodiek vervolgd:

a. de lengtegroei van den stengel,

b. het optreden van de bladen,

c. de lengtegroei van de opeenvolgende bladen.

Voorloopig werd door ons aangenomen, dat bij graangewassen de som der bladlengten een bruikbare maat voor het bladoppervlak is, wat wij in het komende seizoen nog hopen te verifiëren. Deze

is dus berekend, zoodat de ontwikkeling van het totale bladoppervlak vermoedelijk bij benadering bekend is.

De veldwaarnemingen worden bij voorkeur door twee personen verricht, waarvan de een meet en de ander noteert. Het spreekt verder vanzelf, dat het veel tijd en moeite bespaart, als de gedane waarnemingen op logische wijze worden gerangschikt, wat het best in overzichtelijke tabellen gebeurt. De uitwerking van de resultaten gaat het gemakkelijkst op grafische wijze.

Het proefveld, dat de aanleiding tot het verrichten van deze uitvoerige waarnemingen opleverde, was het kaliproefveld Pr 201 van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, gelegen op de boerderij van den Heer K. Rispens te Pieterzijl (N.W.Gr.). Het veld is in 1935 op initiatief van Prof. Dr. O. de Vries aangelegd op een kali-armen zavelgrond met de bedoeling tegelijkertijd de kalihuishouding van een viertal gewassen, die tezamen een vruchtopvolging vormen, in eenzelfde jaar, maar ook in opeenvolgende jaren, onderling te vergelijken, waarbij aandacht zou worden besteed aan den invloed van het weer op de kalibehoefte van de diverse gewassen. Het proefveld is opgezet volgens het door Prof. de Vries¹⁾ voorgestane Serie-principe, wat bij het doen van deze waarnemingen van groot voordeel is gebleken, daar alle overgangen van sterk kaligebrek tot kali-overmaat vertegenwoordigd waren. De proef stond tot en met 1938 onder de directe leiding van Dr. Th. B. van Itallie, die er de gebruikelijke bepalingen deed verrichten, en o.a. veel aandacht besteedde aan het chemische gewasonderzoek. In dat laatste jaar was juist een vruchtopvolgingscyclus beëindigd, maar tot definitieve conclusies over de problemen, die het eigenlijke doel van de proef vormden, leidden de resultaten nog niet. De behoefte werd sterk gevoeld aan een vollediger kennis van de ontwikkeling van het gewas. Toen in 1932, na de overplaatsing van Dr. van Itallie naar het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen, de leiding van het proefveld aan den schrijver van dit artikel werd opgedragen, werd gelijktijdig tot het uitvoeren van meer intensieve veldwaarnemingen besloten, waartoe de beschreven methode werd uitgekozen.

Wij willen thans in het kort nog iets meedeelen over de inrichting van de proef en de bij onze waarnemingen vastgestelde feiten.

Korte beschrijving van het proefveld.

Het proefveld Pr 201, dat op een vrij zwaren, nog kalkhoudenden zavelgrond ligt, die bij den aanleg van het proefveld sterk aan kaligebrek leed, bestaat uit 4 met verschillende gewassen beplante deelen, die echter in opeenvolgende jaren dezelfde vruchtopvolging van aardappelen, kannaarzaad, Waalsche boonen en zomertarwe hebben. Elk gedeelte bestaat uit 21 veldjes, waarop 7 verschillende kalibemestingen gegeven worden, nl. 0,40, 80, 120, 180, 300 en 480 kg K₂O/ha. Het proefveld toonde steeds fraaie overeenstemming tusschen de parallellen en is zeer gelijkmatig. Het voorkomen van kaligebrek is in de 5 jaren, waarin de proef loopt, overtuigend gebleken. Nochtans is de reactie van de verschillende gewassen steeds zeer uit-

¹⁾ Zie o.a.: O. de Vries: Het serieprincipe bij veldproeven. Landbouwkundig Tijdschrift 50, 340 (1938); en Serieprincipe en combinatieproeven. Id. 51, 58 (1939).

eenlopend. De grootste kalibehoefte hebben wel de boonen getoond. Niet alleen werd zonder kali steeds een volslagen misgewas verkregen, dat slechts 25—40 % van normaal opbracht, maar het gewas was bovendien zeer dankbaar voor de extra-groote giften: in het laatste jaar bracht een bemesting naar 480 kg K_2O /ha nog duidelijk meer op dan 300 kg K_2O ! Eveneens groote opbrengstverschillen veroorzaakte de kalibemesting bij aardappelen; gemiddeld werd de oogst ongeveer verdubbeld. Ook bij dit gewas was 180 kg K_2O /ha meestal niet voldoende voor een maximalen oogst. Zeer gevoelig voor K-gebrek was verder het kanariezaad, maar een geringe kalibemesting had hierbij reeds een sterke opbrengststijging aan korrels tot gevolg, zoodat 80 of 120 kg K_2O /ha meestal wel voldoende was. Het stroo profiteerde iets meer van grootere kalibemestingen. De zomertarwe was het minst gevoelig. Weliswaar toonde het gewas in jonge ontwikkelingsstadia duidelijk kenteekenen van K-gebrek, maar in 3 jaren reageerde de korrel-opbrengst in het geheel niet, terwijl in beide andere jaren met 40—80 kg K_2O /ha vrijwel een maximale opbrengst is verkregen, die slechts weinig boven die van het nul-object uitkwam. Het stroo gaf echter duidelijke opbrengststijgingen te zien; soms werd het maximum pas bij een bemesting naar 300 kg K_2O /ha bereikt.

In 1939 werden met aardappelen, boonen(zaad) en kanariezaad (korrel) record-opbrengsten verkregen, ook de tarwe-oogst was goed. De strooproductie was echter bij de granen laag en ook bij de boonen maar matig, wat een gevolg van de droogte was. De zaad- en knol-opbrengsten in 1939 worden ter verduidelijking in tabel I weergegeven.

TABEL I.

Opbrengsten in 1939 der op het proefveld Pr 201 bij verschillende kalibemesting verbouwde gewassen.

Erträge in 1939 der auf dem Versuchsfeld Pr 201 bei verschiedener Kalidüngung angebauten Gewächse.

K-bemesting kg K_2O /ha	Opbrengst Ertrag			
	Aardappelen, knollen, 100 = 455 kg/a	Waalsche boonen, zaad 100 = 46.6 kg/a	Kanariezaad, korrel, 100 = 33.5 kg/a	Zomertarwe, korrel, 100 = 41.8 kg/a
<i>K-Düngung</i>	<i>Kartoffeln, Knollen</i>	<i>Buffbohnen, Saat</i>	<i>Kanariengras, Korn</i>	<i>Sommer- weizen, Korn</i>
0	46	27	69	88
40	58	43	91	96
80	71	63	96	98
120	80	76	98	99
180	89	88	98	98
300	98	96	100	100
480	100	100	99	99

De met de veldwaarnemingen verkregen resultaten.

1. *Aardappelen.* (Eigenheimer). Buitengewoon geringe verschillen werden gevonden bij de bepaling van de middellijn van de planten; deze was omstreeks 1 Juli nog maar zeer weinig door de kalibemesting beïnvloed.

Het aantal bladen onderging evenmin grooten invloed; midden Juli bedroeg dit bij alle onderzochte stengels ongeveer 10, en pas veel later ontstonden er kleine verschillen, die aan de kalibemesting toe te schrijven zijn. Niet veel anders was het aanvankelijk gesteld met de lengte van de stengels; midden Juni was er wel de individuele variatie, maar was van K-werking nog niet veel merkbaar. Eerst daarna traden verschillen op, die onmiskenbaar aan de K-bemesting zijn toe te schrijven (fig. 1). Het valt dan ook niet te

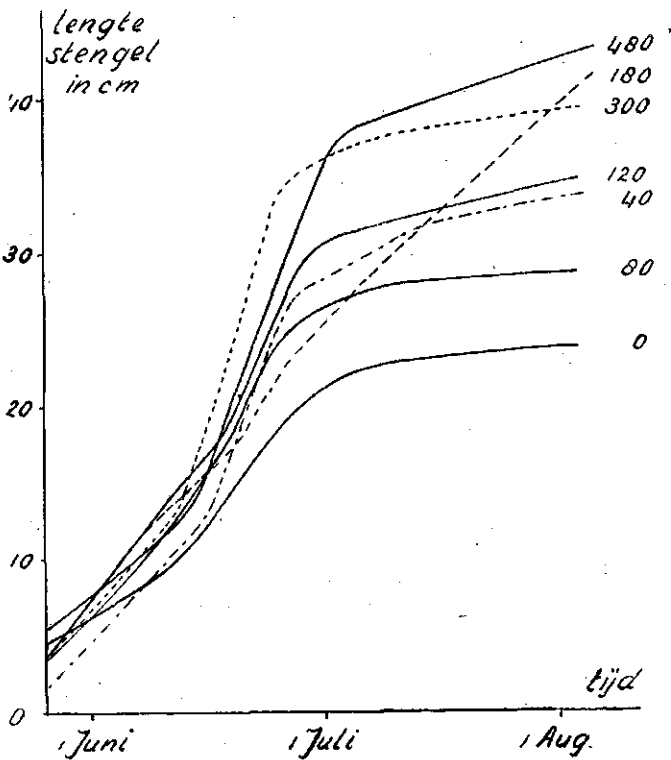


Fig. 1.

Het verloop van den stengelgroei van enkele aardappelplanten bij verschillende kalibemesting (cijfers rechts geven de K-bemesting in kg K₂O/ha).

Zeitlicher Verlauf des Stengelwachstums von einigen Kartoffelpflanzen bei verschiedener Kalidüngung (Zahlen rechts zeigen die K-Düngung in kg K₂O/ha).

verwonderen, dat bij oppervlakkige beschouwing van den stand van het gewas in zijn geheel vrijwel geen verschillen werden waargenomen, en alleen de doffe tint van het loof op de kalilooze veldjes genoteerd werd. Men zou hieruit gemakkelijk kunnen afleiden, dat kaligebrek eerst in latere ontwikkelingsstadia tot uiting komt. Dit is echter geenszins het geval, hetgeen blijkt bij de beschouwing van

de bladgrootte. In fig. 2 is uitgezet de som van de kwadraten van de bladlengten, die wij als voorloopige maat voor het bladoppervlak willen gebruiken, tegen den tijd. Midden Juni (vóór 14 Juni waren geen metingen aan het blad gedaan) waren reeds groote verschillen aanwezig. Een extrapolatie van de krommen naar vroegere data

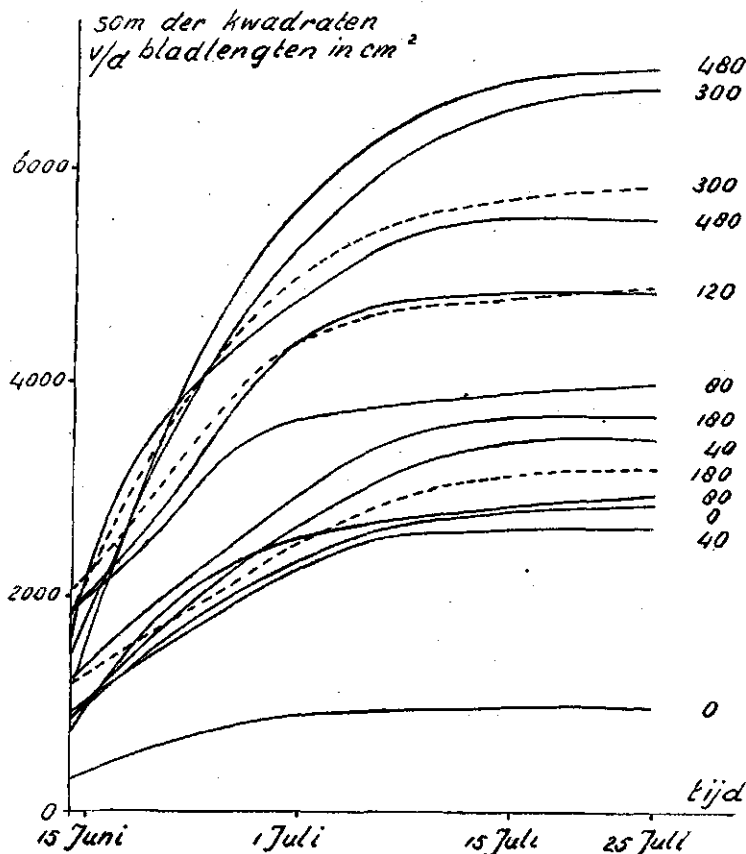


Fig. 2.

De vorming van het bladoppervlak, waarvoor de som der kwadraten van de bladlengten als maat genomen is, van een enkelen stengel van middelmatige grootte bij eenige, bij verschillende kalibemesting gegroeide aardappelplanten.

Zeitlicher Verlauf der Blattoberflächenbildung (Summe der Quadraten der Blattlängen ist als Maß genommen) eines einzigen Stengels von mittlerer Größe von einigen Kartoffelpflanzen bei verschiedener Kalidüngung.

leidt tot de gevolgtrekking, dat deze door ongelijke K-bemesting veroorzaakte verschillen zeker op 1 Juni al voorhanden moeten zijn geweest, dus zeer kort na de opkomst van de planten, die in de tweede helft van Mei heeft plaats gehad.

Deze kleinbladerigheid van de zonder, of met weinig kali gegroeide planten is overigens ook wel met het bloote oog waarneembaar; wij stelden het verschijnsel echter eerst vast, toen wij ons intensief met de metingen van de planten bezig hielden.

Men ziet dus, dat de geheele ontwikkeling van de planten vóór de periode, waarin het afsterven begint, dat zonder kali altijd eerder

intreedt, geen groote verschillen onder invloed van de gevarieerde K-bemesting heeft ondergaan. Alleen het bladoppervlak is sterk door K-bemesting vergroot.

2. *Waalsche boonen*. (*Vicia Faba* var. *major*; ras *Adrie*). Zeer gering was de invloed van de K-bemesting op het verschijnen van de bladen (fig. 3); indien dit al zonder kali iets trager geschiedde, dan was deze achterstand toch heel gering.

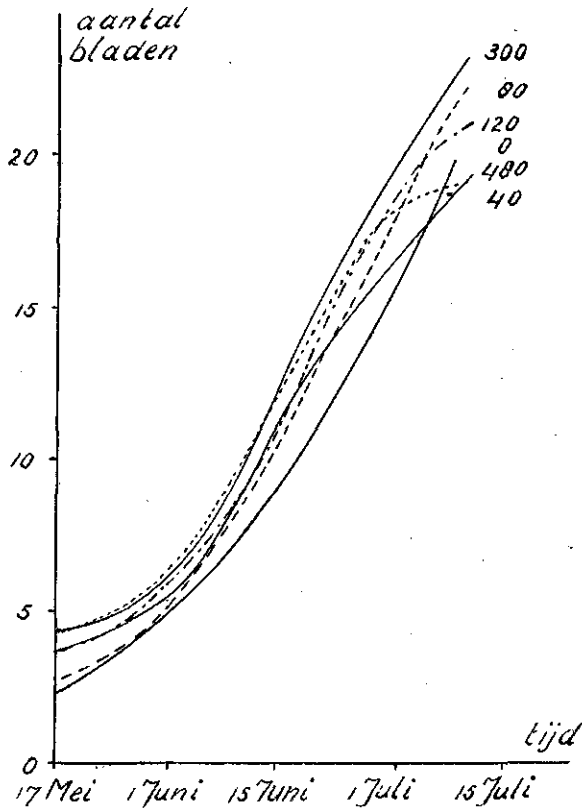


Fig. 3.

Verschijnen van de bladen bij *Waalsche boonen* in verband met de kalibemesting.

Das Erscheinen der Blätter bei Buffbohnen in Beziehung zu der Kalidüngung
(Abseisse Zeit, Ordinate Zahl der Blätter).

De kalibemesting had verder hoegenaamd geen invloed op het verschijnen van de bloemen en op het aantal; dit bedroeg bij alle kalibemestingen ongeveer 34 per hoofdtak. De morphologische analyse van den oogst leerde ons verder, dat de vertakking van de hoofdas geen invloed van de K-bemesting heeft ondergaan; gemiddeld zijn bij alle objecten ongeveer 1.35 assen per plant gevormd.

Een heel ander beeld geeft echter de lengtegroei van den stengel (fig. 4). Zonder meer is het duidelijk, dat er bijna van de eerste ontwikkeling af (de planten verschenen \pm 4 Mei boven den grond) verschillen in stengellengte zijn opgetreden, die aan de gevarieerde K-bemesting moeten worden toegeschreven. Ook bij dit gewas

bleek kali dus reeds zeer vroeg een werking te doen gelden; wij vermoeden, dat deze ook het bladoppervlak beïnvloed heeft.

Het is echter opmerkelijk, dat het eigenlijke ontwikkelingsverloop zoo weinig invloed heeft ondergaan; de planten zonder kali zijn volledig gevormd, maar het zijn „dwergen” geworden.

3. *Kanariezaad* (Spaansch). De lengtegroei van den stengel (fig. 5) verliep aanvankelijk langzaam, werd geleidelijk sneller en kreeg dan een maximale snelheid, die eenigen tijd constant bleef, waarna de lengtegroei vrij plotseling ophield. Reeds dadelijk waren er groote verschillen onder invloed van de kalivoeding. De maximale groeisnelheid werd met voldoende kalivoeding vroeger bereikt. Merkwaardig is, dat deze maximale snelheid bij alle planten ongeveer even groot was. De totale duur was echter bij de plant zonder K aanmerkelijk korter, hoewel ze wel op een iets later tijdstip tot stilstand kwam. Met 40 kg K_2O/ha was de groei in het begin bijna even langzaam als zonder K, de periode van maximalen groei werd echter eerder bereikt. In dit geval was de duur van de periode normaal, hoewel ze later aangevangen is. De planten van dit object bereikten dus tenslotte bijna de grootte van de goed gevoede planten.

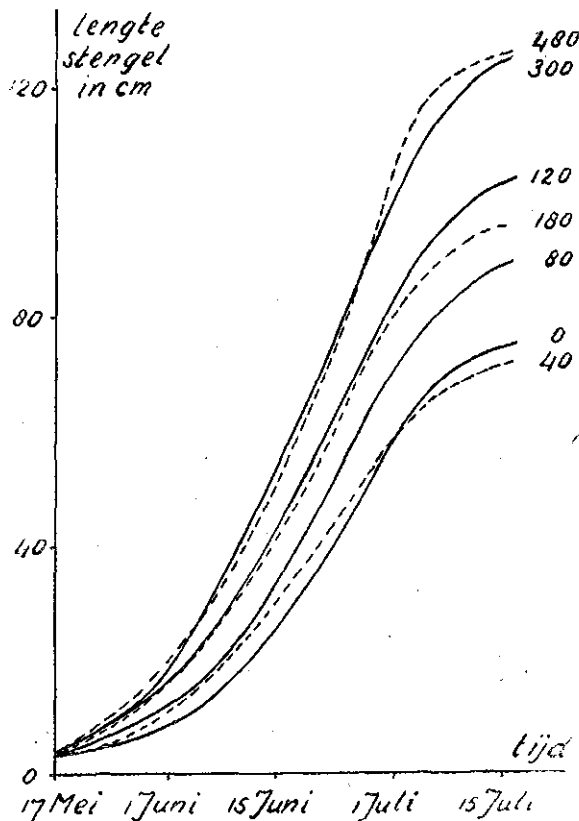


Fig. 4.

Het verloop van den stengelgroei van Waalsche boonen bij verschillende kalibemesting.

Zeitlicher Verlauf des Stengelwachstums von Buffbohnen bei verschiedener Kalidüngung.

Ook met 80 kg K_2O was er in het begin even een groeidepressie, deze achterstand werd echter ingehaald.

Het optreden van een periode van vrijwel constanten snellen groei tijdens het schieten is zeer interessant; wij zullen iets dergelijks aantreffen bij den bladgroei. De duur van deze periode was met goede K-voeding ± 16 dagen, nl. van 9—25 Juni, zonder K ± 12 dagen van 16—28 Juni.

Het aantal bladen, dat varieerde tusschen 7 en 9, is niet beïnvloed door de kalibemesting, hoewel de bladen wel iets later verschenen. In fig. 6 is de som der bladlengten, die vermoedelijk een bruikbare maat voor het bladoppervlak zal blijken te zijn, uitgezet tegen den tijd. In enkele gevallen zijn de waargenomen punten ingeteekend. Hieruit blijkt duidelijk, dat de bladgroei bij de goed met kali gevoede planten rechtlijnig met den tijd toenam. Bij de minder goed gevoede planten (0,40 K) was er aanvankelijk een langzamere bladgroei. Op een gegeven oogenblik ging deze evenwel in een snelleren over; de snelheid van deze twee perioden was dan bijna even groot als de groeisnelheid met voldoende kali, zoodat een typische knikcurve optreedt. Ook met 80 kg K_2O /ha is deze knik nog flauw waarneembaar. De periode met snellen bladgroei duurde zonder kali maar kort, zoodat een veel kleiner bladoppervlak gevormd werd. Wel kwam de bladgroei in dit geval enkele dagen later tot vol-

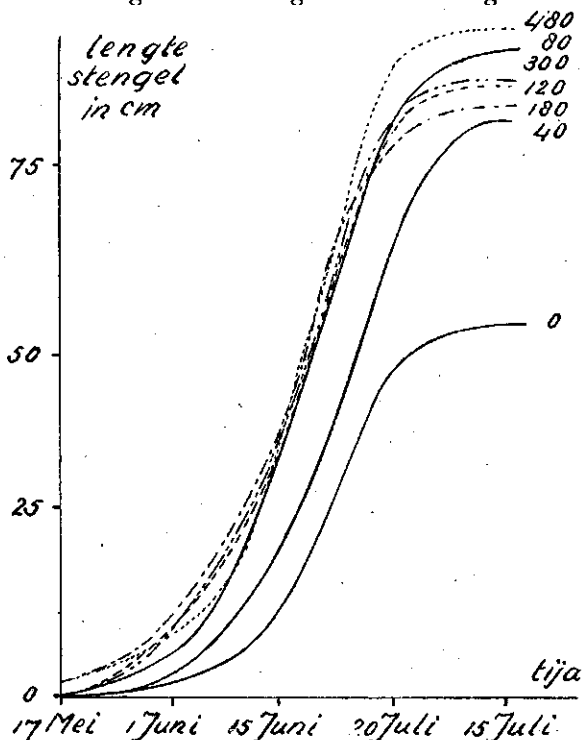


Fig. 5.

Het verloop van den stengelgroei van kanariezaad bij verschillende kalibemesting.

(De cijfers 50 en 75 op de verticale as staan iets te laag).

Zeitlicher Verlauf des Stengelwachstums von Kanariengras bei verschiedener Kalidüngung.

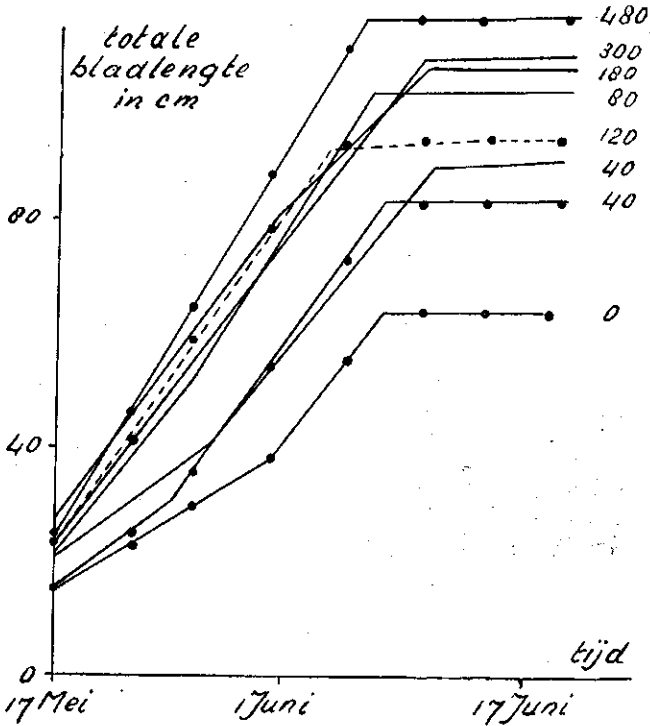


Fig. 6.

De vorming van het bladoppervlak (som der bladlengten als maat genomen) van kanariezaad bij verschillende kalibemesting. Bij enkele lijnen zijn de afzonderlijke waarnemingen als stippen weergegeven.

Zeitlicher Verlauf der Blattoberflächenbildung (Summe der Blattlängen ist als Maß für die Blattoberfläche genommen) von Kanariengras bei verschiedener Kalidüngung. Bei einigen Linien sind die einzelnen Beobachtungen als Tüpfel eingetragen.

ledigen stilstand dan met kalibemesting. Zooals uit de figuur duidelijk blijkt, komt dit einde van den bladgroei zeer plotseling.

Zeer belangwekkend is de volkomen rechte toename van het bladoppervlak, wat dus een analoog geval is met wat bij den stengelgroei werd waargenomen. Wij kunnen nu vaststellen, dat deze periode van constanten bladgroei, die op zijn minst vanaf het begin der waarnemingen op 17 Mei tot ongeveer 5 Juni duurde, enkele dagen later gevolgd werd door een periode van constanten lengtegroei van den stengel, die van 9 tot 25 Juni duurde. Uitwendige variaties van de weersomstandigheden, die wel degelijk in deze periodes zijn voorgekomen, hadden dus klaarblijkelijk een zeer ondergeschikten invloed op den groei.

Hoewel er bij onze waarnemingen geen droge stof-opbrengsten zijn bepaald, wekt het toch sterk den indruk, dat in dit nog betrekkelijk jonge ontwikkelingsstadium geen bevestiging gevonden is van uitkomsten, die van de Sande Bakhuyzen ¹⁾ bij andere gewassen verkreeg, waarbij door hem vastgesteld is, dat de distributie

¹⁾ H. L. van de Sande Bakhuyzen: Wetten bij den groei van tarwe en andere landbouwgewassen. Landbouwkundig Tijdschrift, Bd. 49, 885 (1937).

van de gevormde organische stof over de diverse plantendeelen constant, en onafhankelijk van uitwendige groeiomstandigheden is, als deze verhouding eenmaal gefixeerd is. Een constante distributie wordt hier niet gevonden, immers de bladgroei is in de periode 17 Mei—5 Juni *volkomen constant*, terwijl de stengelgroei in deze periode *zeer geleidelijk toeneemt*. Bij onze waarnemingen was daarentegen de blad-, resp. stengelgroei per tijdseenheid in bepaalde periodes constant, wat volgens *van de Sande Bakhuysen* niet vereischt is, maar niet de onderlinge verhouding van beide.

Nog een ander feit, dat bij de morphologische analyse van den oogst is gebleken, is de vermelding waard. De spruitvorming, d.w.z. het uitstoelen van knopen bij het grondoppervlak, bleek sterk bevorderd te zijn door de kalibemesting; zelfs tot bij de zwaarste kaligift toe werd een toename gevonden. Zonder kali kwam practisch geen uitstoeling voor, maar bij de zwaarste gift is gemiddeld ± 1.5 spruit per plant gevormd. In een later stadium is echter vertakking van den bovenaardschen stengel opgetreden. Er is toen zoowel zonder, als met veel kali, ongeveer 1.7 tak per spruit gevormd, zoodat de kalibemesting toen geen invloed meer deed gelden.

Wij zien dus, dat de planten zonder kali in het eerste levens-

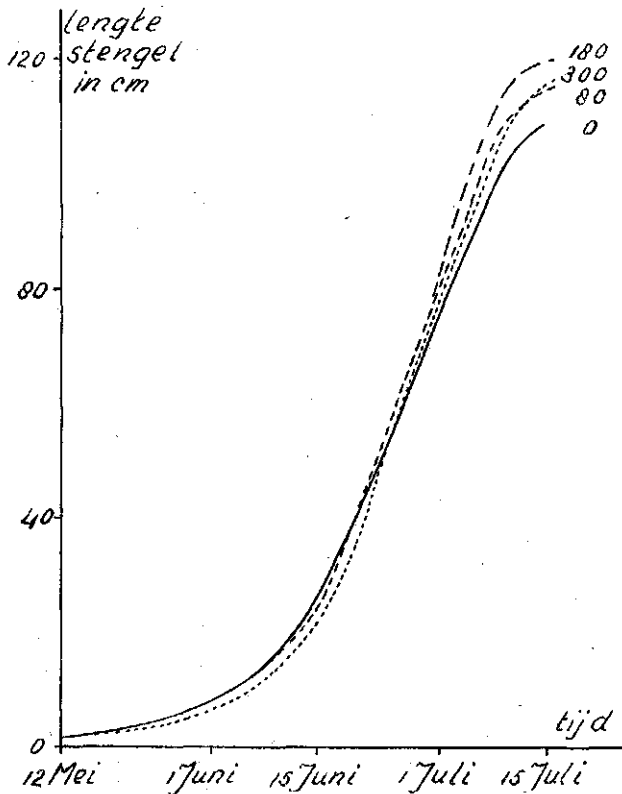


Fig. 7.
Het verloop van den stengelgroei van zomertarwe bij verschillende kalibemesting.

Zeitlicher Verlauf des Stengelwachstums von Sommerweizen bei verschiedener Kalidüngung.

stadium een duidelijk vertraagde ontwikkeling vertoonden: iets vertraagden bladgroei, geringeren blad- en stengelgroei, geen uitstoeling. Na een zekere periode, die des te langer duurt, naarmate het kaligebrek erger is, werd echter alles weer normaal; de tijd ontbrak dan voor de vorming van een volwaardige plant, terwijl het aantal halmen, wegens het ontbreken van uitstoeling, geringer was. Evenmin als bij aardappelen en boonen had de kalivoeding bij kanariezaad invloed op het aantal bladen.

De groei van secundaire loten had nog voortgang, nadat die van de hoofdloot reeds beëindigd was. Ook de groei van deze stengels verliep meestal met bijna dezelfde constante snelheid als tevoren de hoofdloot had gehad.

4. *Zomertarwe* (van Hoek's). Zooals reeds gezegd is, en uit tabel I blijkt, reageerde dit gewas het minst op de verschillen in kalibemesting. Echter werden duidelijke verschillen in jeugdgroei waargenomen. Zoo was b.v. het gewas op 26 Mei op de met voldoende kali bemeste veldjes 16 cm hoog, tegen 12 cm op de veldjes zonder kali. Dat dit geen gevolg is van een ongelijken lengtegroei van den stengel, blijkt duidelijk uit fig. 7. Deze was in het begin op alle objecten gelijk, en juist pas in latere stadia, einde Juni en de eerste helft van Juli, traden er kleine verschillen ten gunste van de met kali gevoede planten op (in de figuur zijn duidelijkheidshalve slechts enkele planten weergegeven).

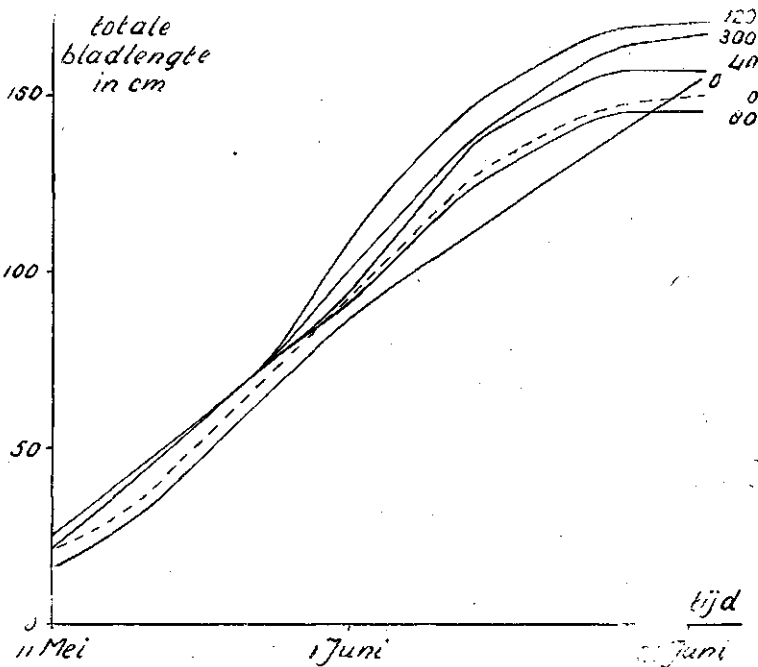


Fig. 8.

De vorming van het bladoppervlak (som der bladlengten) van zomertarwe bij verschillende kalibemesting.

Zeitlicher Verlauf der Blattoberflächenbildung (Summe der Blattlängen) von Sommerweizen bei verschiedener Kalidüngung.

Het waargenomen verschil moet geheel worden toegeschreven aan het wat trager verschijnen van de bladen en aan de iets geringere lengte van de eerste bladen bij onvoldoende kalivoeding. Het achterblijven van den bladgroei — feitelijk alleen bij het object o K, want 40 K schijnt al voldoende — blijkt ook duidelijk uit fig. 8, waarin de som der bladlengten tegen den tijd is uitgezet. Relatief was de achterstand van de nulplanten het grootst in het vroegste ontwikkelingsstadium.

De bladgroei verliep niet zoo regelmatig als bij kanariezaad, er waren bij alle planten afwisselende perioden van iets langzameren of snelleren lengtegroei. Deze perioden vielen bij de verschillende planten niet gelijkgericht of gelijktijdig, zoodat zij vermoedelijk niet direct door schommelingen in de uitwendige groeiomstandigheden geïnduceerd zijn. Afwijkingen van de rechte lijn zouden echter ook ontstaan kunnen zijn, doordat de som der bladlengten niet volledig met de grootte van het bladoppervlak correleerde. Ook bestaat de mogelijkheid, dat er een zekere periodiciteit in den lengtegroei van een enkel blad bestaat, waardoor geringe afwijkingen van de rechte lijn verklaarbaar zouden zijn. Er zouden echter meer waarnemingen verricht moeten worden om dit vast te kunnen stellen.

Een min of meer rechtlijnig verloop van de toename der totale bladlengte valt echter niet te ontkennen. Deze periode is wellicht reeds voor 10 Mei aangevangen en liep tot ongeveer 15 Juni. Omstreeks dezen datum werd de stengelgroei maximaal, en had dus volgens de opvattingen van *van de Sande Bakhuyzen* een verandering van de distributie van de organische stof plaats. Ook hier vinden wij, evenals bij het kanariezaad, een aanwijzing, dat er vóór dit tijdstip geen constante verhouding tusschen bladgroei en stengelgroei bestond, immers de eerste was vrij constant bij zeer geleidelijke toename van de tweede.

Het verdient verder nog vermelding, dat er, evenmin als bij de andere gewassen, een invloed van de kalivoeding op het aantal der bladen was; dit bedroeg meestal 9, zelden 8 of 10. De uitstoeling bleek door kali iets bevorderd te worden.

Bij zomertarwe was dus evenals bij kanariezaad de vroege bladgroei vertraagd, maar in veel geringere mate. In het begin is waarschijnlijk ook de uitstoeling wat geremd. Een verlangzaamde stengelgroei werd echter tijdens de vroege ontwikkeling niet gevonden, maar een vertraagde groei trad wel eenigszins in een later stadium op.

Beschouwingen.

Het doel van dit onderzoek was een methode te ontwerpen, waardoor de ontwikkelingsgang van eenige gewassen op een zoodanige wijze vastgelegd wordt, dat een beeld van het optreden en evtl. van het verdwijnen van verschillen verkregen wordt, zoodat het mogelijk is de voorkomende reacties met de uitwendige weersomstandigheden in verband te brengen, en een vergelijking te trekken met den groei van deze gewassen in komende jaren, waarin overeenkomstige waarnemingen zullen worden verricht. Naar het ons voorkomt, mag ons pogen om de ontwikkeling van het gewas door het uitvoeren van eenvoudige periodieke metingen aan een zeer beperkt

aantal, in het veld uitgezochte, min of meer typische planten te vervolgen, geslaagd heeten.

Ondanks de betrekkelijk groote individueele verschillen tusschen de planten onderling, werden er typische verschillen in de ontwikkeling van bij gevarieerde kalibemesting gegroeide gewassen vastgesteld, die alleen op dit bemestingsverschil terug te brengen zijn. Een ongelijke reactie werd niet alleen gevonden bij de zeer sterk op kali reageerende gewassen, zooals aardappelen, boonen en kanariezaad, maar ook bij zomertarwe, waar de verschillen slechts betrekkelijk gering zijn, zoodat dit pleit voor de nauwkeurigheid en bruikbaarheid van de methode. Het is echter zeer gewenscht, dat ter aanvulling na afloop van de proef een morphologische analyse van den oogst geschiedt, en er ook tevoren al tellingen van het aantal planten, spruiten, stengels enz., op het veld gebeuren, opdat kan worden nagegaan, of de waarnemingsplanten wel voldoende het gemiddelde beeld representeeren. Het had daarom voordeel tenminste 2 planten per object te onderzoeken; bij minder objecten zou zelfs een derde plant per object wel wenschelijk kunnen zijn. Bovendien zal een dergelijke morphologische analyse ook op zichzelf van belang zijn, en nog nadere waardevolle aanvullende gegevens kunnen opleveren.

Tenslotte vermelden wij nog iets over de weerwaarnemingen, waarmede wij de gevonden ontwikkeling van ongelijk met kali gevoede gewassen in de toekomst in verband willen brengen. De bedoeling is gebruik te maken van landbouwkundig georiënteerde weersbeschrijvingen, die door een van onze technische ambtenaren al gedurende eenige jaren gemaakt worden. Hierbij wordt het weer in globale termen beschreven en aan de voor den groei der landbouwgewassen beslissende factoren de hoofdaandacht besteed. Exacte metingen van physische constanten vinden er echter niet plaats.

Het is de bedoeling dit onderzoek eenige jaren, zoo mogelijk gedurende een volledige vruchtwisselingscyclus van 4 jaren, voort te zetten.

Samenvatting.

Een methode wordt beschreven, om door middel van eenvoudige periodieke waarnemingen en metingen aan enkele uitgezochte, min of meer typische planten in een gewas een beeld te krijgen van het ontwikkelingsverloop van dit gewas.

De bepalingen beperkten zich tot het periodiek meten van stengel- en bladlengten, tellen van het aantal bladen, bloemen, vruchten en zijloten, en het noteeren van den datum, waarop bepaalde verschijnselen optreden. Het vervolgen van de ontwikkeling van de hoofdas bij granen en boonen, en van een enkelen stengel van middelmatig voorkomen bij de aardappelplant bleek voldoende inzicht te geven. Ter controle is een morphologische analyse van den oogst met aansluitende tellingen te velde (van aantal planten, spruiten, halmen enz.) gebeurd; hierdoor zijn nog aanvullende gegevens verkregen.

De bedoeling van het onderzoek, waarbij deze methode toepassing vond, is een verband te leggen tusschen den invloed van het weer en de kalireactie in verschillende jaren. In komende jaren zal het derhalve worden voortgezet.

De methode werd toegepast op een kaliproefveld met 7 bemes-

tingstrappen, dat gelijktijdig 4 verschillende gewassen (aardappelen, Waalsche boonen, kanariezaad en zomertarwe) droeg. Een voor de gestelde eischen zeer bevredigend beeld van het ontwikkelingsverloop kon worden verkregen.

In het kort werd het volgende vastgesteld:

Aardappelen. Verschillende kalibemesting had tijdens de vroege ontwikkeling zeer weinig invloed op den stengelgroei en op de vorming van de bladen, en dientengevolge op den omvang der planten. Zeer vroegtijdig werd echter een duidelijke invloed op de grootte van het bladoppervlak gevonden, dat met stijgende kalibemesting belangrijk toenam. Dit verschijnsel wordt bij oppervlakige waarneming licht over het hoofd gezien.

Waalsche boonen. De kalibemesting had geen of hoogstens zeer geringen invloed op het verschijnen en het aantal der bladen, het aantal bloemen en de vertakking van de hoofdas. De lengtegroei van den stengel varieerde van den aanvang af. Zonder kali ontstonden volledig ontwikkelde „dwergplanten”.

Kanariezaad. Onvoldoende kalivoeding vertraagde de eerste ontwikkeling sterk. Op deze periode volgde een andere, waarin de groei vrijwel normaal was. Het verschijnen der bladen was bij kaligebrek iets vertraagd, maar het normale aantal bladen werd gevormd. Zonder kali trad geen uitstoeling op, maar in latere stadia was de vertakking even sterk als met zware kalivoeding.

De vertraging, die des te langer duurde naarmate het kaligebrek erger was, betrof zoowel den bladgroei als den stengelgroei. De bladgroei verliep over een periode van minstens 19 dagen met constante snelheid, practisch onbeïnvloed door de weersomstandigheden; bij kaligebrek was deze snelheid eerst geringer, maar later gelijk (knikcurve). Deze periode van constanten bladgroei werd gevolgd door een periode van 16 dagen van constanten stengelgroei, die bij kaligebrek later optrad en korter duurde.

Met constanten bladgroei viel een zeer geleidelijk toenemende stengelgroei samen; er werd hier dus een duidelijke afwijking van de voorstellingen van *van de Sande Bakhuyzen* gevonden, daar de verhouding van nieuw gevormd blad tot nieuw gevormden stengel niet constant was, maar geleidelijk afnam.

Zomertarwe. Dit gewas, dat verreweg het minste nadeel van kaligebrek ondervindt, toonde tijdens zijn jeugd een wat vertraagd verschijnen van de eerste bladen, die een geringeren lengtegroei hadden. De stengelgroei onderging in tegenstelling met kanariezaad, in het geheel geen invloed, behalve tegen het einde van den groei. In een later stadium was de bladgroei zonder kali normaal. De bladgroei was iets minder constant dan bij kanariezaad, de schommelingen hielden geen verband met de weersomstandigheden. Globaal was de toename van het bladoppervlak echter evenredig met den tijd, evenals de stengelgroei in een latere periode. Ook bij tarwe nam de stengelgroei geleidelijk toe bij vrij constanten bladgroei; er bestaat in dat stadium dus waarschijnlijk geen constante distributie der gevormde stof over blad en stengel.

ZUSAMMENFASSUNG.

Eine einfache Methode wurde ausgearbeitet zur Beschreibung der Entwicklung des Gewaches, mittels einfachen, periodischen Beobachtungen und Messungen an einigen ausgewählten, den Bestand mehr oder weniger charakterisierenden Pflanzen.

Diese Beobachtungen beschränkten sich auf periodische Messungen der Blatt- und Stengellängen, zählen der Blätter, Blüten, Früchte und Seitenachsen, und das Notieren des Datums, worauf bestimmte Erscheinungen auftreten. Es genügte den zeitlichen Verlauf der Entwicklung der Hauptachse bei Getreide und Bohnen, und eines einzigen Stengels von mittlerer Größe bei Kartoffelpflanzen, zu messen, um eine befriedigende Einsicht zu bekommen. Auf dem Felde ausgeführte Zählungen der Anzahl Pflanzen, Sprösse, Ähre, Schoten, u.s.w., mit anschließenden Bestimmungen des Saatgewichts ergaben weitere wertvolle Daten, und dienten zur Kontrolle der anderen Feldbeobachtungen.

Die Methode wurde angewandt auf ein Kalidüngungsversuchsfeld mit 7 Kaligaben, das gleichzeitig 4 verschiedenen Gewächse trug, nämlich Kartoffeln, Kanariengras, Buffbohnen und Sommerweizen, welche zusammen eine Fruchtfolge bilden. Der Boden (schwerer Savelboden) ist sehr kalibedürftig, wie durch die grossen Ertragsunterschiede bei steigender Kalidüngung gezeigt wird (Tab. 1). Obwohl die Pflanzen natürlich eine grosse Variabilität zeigen, so wurde doch ein sehr befriedigendes Bild der Entwicklung erhalten. In 1939 wurde das Folgende festgestellt:

1. *Kartoffeln* (Eigenheimer). Ungleiche Kalidüngung übte im Anfang nur unbedeutenden Einfluss auf das Längewachstum des Stengels (Abb. 1) und die Bildung der Blätter, demzufolge war das Aussehen der Pflanzen wenig verschieden. Sehr frühzeitig wurde aber ein Unterschied in der Größe der gesamten Blattoberfläche gefunden, weil die Größe der Blätter mit steigender Kalidüngung bedeutend zunimmt (Abb. 2).

2. *Buffbohnen* (*Vicia Faba* var. major, Rasse Adrie). Obwohl diese Pflanzen am stärksten auf Kalimangel reagierten, hatte die Kalidüngung keinen, oder höchstens einen sehr geringen Einfluss auf das Erscheinen und die Zahl der Blätter (Abb. 3), die Zahl der Blüten und die Verzweigung der Hauptachse. Das Längewachstum des Stengels ist aber vom Anfang ab verschieden (Abb. 4). Ohne Kali entstehen also vollständig ausgebildete Zwergpflanzen.

3. *Kanariengras* („Spaansch“). Ungenügende Kaliversorgung hemmte besonders das Jugendwachstum. Nach dieser Periode folgte bei Kalimangelpflanzen eine andere, worin das Wachstum demjenigen der normalen Pflanzen gleich wurde. Die Bildung der Blätter war bei Kalimangel etwas verzögert, aber eine gleiche Zahl Blätter wurde gebildet. Ohne Kali war die Bestockung stark gehemmt, später war die Verzweigung des Stengels (bei Kanariengras tritt oberirdische Bildung von Seitenachsen auf) jedoch genau so stark wie bei vollgedüngten Pflanzen.

Die Verzögerung der Entwicklung betrifft sowohl das Wachstum der Blätter (Abb. 6) als dasjenige des Stengels (Abb. 5). Das Wachstum der Blätter war sehr konstant während einer Periode von mindestens 19 Tagen; bei Kalimangelpflanzen war es anfangs geringer, aber später ebenso stark (Knick in der Kurve). Diese Periode wurde abgewechselt mit einer, ungefähr 16 Tage dauernden Periode von ebenso konstantem Wachstum des Stengels, welche bei Kalimangel später in Erscheinung trat und kurzer andauerte. Das Wachstum dieser Pflanze zeigte sich also sehr unabhängig von den äusseren Wetterverhältnissen.

Mit konstantem Blattwachstum fiel nach den Abbildungen 5 und

6 eingleichmässig ansteigendes Stengelwachstum zeitlich zusammen. Die Vorstellungen von *van de Sande Bakhuijzen*, welche ein gleichbleibendes Verhältnis der Zunahme der verschiedenen Pflanzenteile fordern, wurden also in diesem Fall nicht bestätigt gefunden.

4. *Sommerweizen* (van Hoek's). Dieses Gewachs, das die geringsten Nachteile von Kalimangel erleidet, zeigte ebenso in der Jugend ein verzögertes Erscheinen der ersten Blätter, die ein geringeres Längewachstum hatten (Abb. 8). Das Stengelwachstum wurde aber bei Kalimangel gar nicht verringert; wir fanden nur eine geringere Zunahme der Stengellänge am Ende des Wachstums (Abb. 7).

Die Zunahme der Blattoberfläche verlief nicht so geradlinig wie bei Kanariengras. Diese Schwankungen waren jedoch nicht mit den äusseren Wetterverhältnissen in Beziehung zu bringen.

Auch bei Weizen wurde kein konstantes Verhältnis zwischen Blatt- und Stengelbildung gefunden.