

Jordbundsundersøgelser og Gødskningsvejledning.

(Fortsat fra Hæfte 3.)

II.

Af Professor, Dr. agro. P. Damsgaard-Sørensen.

Kaliumtallet.

Det tredje af de „Tal“, som indgaar i Standard-Analysen, er Kaliumtallet eller, som det populært kaldes, Kalitallet. Det betegnes ved det tekniske Symbol T_K og er et Maal for Mængden af ombyttelige Kaliumioner angivet i Milliækvivalenter pr. 2,5 kg Jord. Naar man har valgt denne mærkelige Enhed, har det to Grunde. For det første fordi Tallets gennemsnitlige Værdi for danske Agerjorder derved kommer til at ligge i Nærheden af 6, hvilket ogsaa er Tilfældet for Reaktionsstal og Fosforsyrethal, og for det andet fordi 2,5 kg Jord ved normal Rumvægt (1,25 kg/l) og 20 cm Pløjedybde udgør præcis en Milliontedel af Pløjelaget paa 1 ha.

Medens Fosforsyretallet som en empirisk Størrelse ikke er Udtryk for Mængden af nærmere bestemte kemiske Forbindelser af Fosfor i Jorden, er T_K derimod et Maal for den Mængde Kalium, der findes i Jorden i en ganske bestemt Tilstandsform, nemlig som Kaliumioner knyttet til Jordkolloiderne i ombyttelig Tilstand. Hvad der nærmere betegner denne Tilstand, skal ikke nærmere omtales her, men alt tyder paa, at Mængden af ombyttelige Kaliumioner stort set er identisk med Mængden af tilgængeligt Kalium. I Laboratoriet faar man fat i de ombyttelige Kaliumioner ved at bytte dem ud mod Natriumioner, der tilsættes Jorden i Form af en Natriumklorid (Kogsalt)-Opløsning. Fremgangsmaaden ved denne Ombytning skal heller ikke nærmere beskrives her, men man faar ved

Analysen kun det, der sidder paa Overfladen af Jordpartiklerne, medens det Kalium, der sidder godt gemt inden i dem, og som derfor ikke er tilgængeligt for Planterne, altsaa ikke bestemmes med ved Analysen.

Theoretisk set hviler Kaliumbestemmelsen derfor paa et betydelig bedre Grundlag end Fosforsyrebestemmelsen, og de Besværligheder, man støder paa ved Bestemmelsen af det tilgængelige Kalium i Jorden, er mere af teknisk Art, idet der er ret betydelige Vanskeligheder forbundet med den kemiske Bestemmelse af de smaa Mængder Kalium, det drejer sig om. En teknisk Vanskelighed er det ogsaa, at man ikke paa een Gang kan ombytte alle de i Jorden værende Kaliumioner. Man maa paa Grundlag af flere Bestemmelser beregne den totale Mængde, og da denne Beregning har Karakter af en Ekstrapolation, vil den altid være forbundet med større Usikkerhed end en direkte Bestemmelse.

Kaliumtallet er det yngste af de tre Tal, som indgaar i Standardanalysen, idet T_K -Bestemmelserne først blev offentligt tilgængelige her i Landet i 1935. Mærkværdigvis blev disse Tal modtaget med meget større Velvillighed end Fosforsyretallene paa Trods af, at de første T_K -Bestemmelser udførtes med en ret stor analytisk Usikkerhed. Overensstemmelsen med de lokale Forsøg med Kaligødning var, objektivt bedømt, ikke stort bedre end for Fosforsyretallenes Vedkommende, men ikke desto mindre kunde man se Modstandere af Fosforsyretallet gaa ind for Benyttelsen af Kalitalsbestemmelsen.

De første Kalital blev beregnet efter den saakaldte *Vageler-Ligning*, idet den herhjemme anvendte Bestemmelsesmaade i det væsentligste byggede paa en Metode, som anvendtes af Tyskerne *Vageler* og *Alten* ved en større Undersøgelse af visse Tropejorder, som de udførte i Slutningen af Tyverne og Begyndelsen af Trediverne. Resultaterne af disse første Kalibestemmelser forekom i Form af ikke mindre end tre Tal, idet der foruden T_K -Værdien tillige blev angivet en q -Værdi, der skulde tjene som Maal for Jordens Evne til at holde fast paa Kaliumionerne, og endelig beregnede man en Kt -Værdi, som skulde være et Maal for, hvor meget Kalium den paagældende Jord

kunde forventes at stille til Raadighed for Afgrøden i en enkelt Vækstperiode.

Ved de Sammenligninger mellem Forsøg og Analyser, som i ret stort Tal udførtes i 1935 og 36, viste det sig imidlertid, at medens Sammenhængen mellem T_K og Merudbyttetalene var tilfredsstillende, var der intet, der tydede paa, at q og K_t havde nogen Relation til Jordens Kaliumtrang, maalt gennem Merudbyttet i Forsøgene.*) Da det saa tillige viste sig, at det teoretiske Grundlag for Beregningen af q og K_t var mildest talt mindre godt, udgik Beregningen af disse Tal fra 1. April 1938, hvor samtidig en ny Beregningsmaade for T_K og en sikrere Analysemetodik toges i Brug.

Statens Planteavls-Laboratorium modtog i længere Tid derefter stadig Anmodninger fra Folk om at faa de to slettede Tal beregnet, ja et enkelt Privatlaboratorium maatte endog bøje sig for Presset fra Kundekredsen og i lang Tid fortsætte med at udføre Analyserne efter den gamle Fremgangsmaade, for — som man sagde — passede det ene Tal ikke med Forsøgsresultater eller andre Erfaringer, saa kunde man næsten altid finde en Undskyldning i de to andre Tal. Det er ikke umuligt, at denne Elasticitet i Fortolkningen af Analyseresultatet, som Brugen af de to i Virkeligheden temmelig værdiløse Tal gav, var en væsentlig Aarsag til Kalitallenes velvilige Modtagelse i Begyndelsen.

Relationen mellem T_K og Merudbyttet for Kaliumtilførsel i Forsøg har i Tidens Løb vist sig at være saa god, som man kunde forvente. Alle de førnævnte Vanskeligheder i Henseende til at faa Analyseresultatet og Merudbytte i Marken til at stemme sammen gælder naturligvis i samme Grad for Kalium- som for Fosforsyrebestemmelsen, men naar man alligevel faar Indtrykket af en noget bedre Overensstemmelse for Kaliumtallenes Vedkommende, skyldes det jo uden Tvivl det Faktum,

*) Det forstaas ogsaa heraf, hvorfor man fra Jordbundsanalytikerens Side ikke er særlig tilbøjelige til at gaa med til at anvende Forkortelsen K_t for Kaliumtallet T_K , selv om man fra Konsulenters og Landmænds Side gerne vil bruge K_t for derved at være i Analogi med R_t og F_t for de to andre Standard-Analyser.

at Mængden af ombyttelige Kaliumioner i det store og hele er identisk med Mængden af tilgængeligt Kalium, medens Fosforsyretallet kun repræsenterer en Del — og endda en fra Jord til Jord vekslende Del — af det tilgængelige Fosfor.

Som Følge af den større procentiske Optagelse af Kalium og dermed følgende tydeligere Udslag for Variationer i Jordens Kaliumtilstand virker Forsøgsfejl og andre Forstyrrelser til lige mindre tilslørende paa Sammenhængen, og dertil kommer, at Kaliumets Udbyttekurve i højere Grad følger Loven om det aftagende Merudbytte end Fosforets, d. v. s., at S-formede Udbyttekurver kun forekommer i ringe Grad, og at man derfor, naar det drejer sig om Bedømmelsen af T_K , langt bedre tør regne med, at til de laveste Tal svarer ogsaa det største Merudbytte. Dog kan ogsaa den førnævnte Kobling og Vekselvirkning mellem Næringsstofferne bevirke, at Merudbyttet ved de helt smaa Kaliumtal (under 1) ved en statistisk Undersøgelse viser sig at være mindre end f. Eks. ved Tal mellem 1 og 2.

Der kan som nævnt næppe være Tvivl om, at et rigtigt bestemt Kaliumtal virkelig er et Udtryk for Jordens øjeblikkelige Indhold af tilgængeligt Kalium, og at Fremtiden kun kan ventes at bringe teknisk bedre Bestemmelsesmaader, men ingen Ændring i Bestemmelsens Princip. Ikke desto mindre er der forskellige Vanskeligheder forbundet med Analysetallenes Anvendelse i Praksis, Vanskeligheder, som imidlertid beror paa selve Kaliumernæringsens Natur, og som derfor ikke kan lægges Analysemetoden til Last.

En første Vanskelighed — eller skal man sige Besværighed — fremkommer ved, at de forskellige Afgrøder stiller vidt forskellige Krav til Jordens Kaliumindhold, saaledes at en vis T_K -Værdi, der maa anses for at være fuldt tilstrækkelig til een Afgrøde, er helt utilstrækkelig til en anden. Til Eksempel kan nævnes, at den mindst fordringsfulde Afgrøde, nemlig Rugen, allerede ved T_K -Værdier mellem 2 og 3 paa de fleste Steder ophører med at give rentable Udslag for Tilførsel af Kaligødning, medens til Gengæld de mest kaliumkrævende Afgrøder, Lucerne og Runkelroer, vil kunne betale Ekstratilskud af Kaligødning helt op til T_K -Værdier omkring 9. Efterhaanden

som vi imidlertid ved Hjælp af et stort Antal Sammenligninger mellem Analyser og Forsøg faar bestemt Grænsetallene for de forskellige Afgrøder, vil dette Forhold jo volde færre og færre Bryderier, blot bliver der da tilbage at undersøge, om det bør forårsage Ændringer i de hidtil benyttede Sædskifter.

En anden og meget væsentlig Vanskelighed er det, at T_K -Værdierne er saa lidt bestandige, som de er, idet de under visse Omstændigheder kan vise store Forandringer fra Aar til Aar. En T_K -Enhed svarer til 39 kg rent Kalium pr. ha (47 kg K_2O). Ved Tilførsel eller Bortførsel af dette Kvantum skulde Kaliumtallet altsaa teoretisk vise en Ændring paa en Enhed i op- eller nedadgaaende Retning. Paa Sandjorderne er dette meget nær Tilfældet. Paa Lerjorderne synes Ændringen af Aarsager, som ikke her skal omtales nærmere, knap at være saa stor som teoretisk forventet, men der skal selv paa disse Jorder dog sjældent mere end 50 kg rent Kalium til for at ændre T_K med en Enhed. Imidlertid bortfører f. Eks. en jævnt god Foderroefgrøde omkring 200 kg rent Kalium pr. ha, d. v. s. at en saadan Afgrøde i Løbet af en enkelt Vækstperiode kan sænke T_K med 4—5 Enheder. Omvendt kan en Staldgødningstilførsel paa 40—50 Tons pr. ha faa Tallet til at stige med det samme Antal Enheder.

I Betragtning af, at den gennemsnitlige T_K -Værdi i dansk Jord ligger mellem 6 og 7, og at det hyppigst forekommende Tal endog ligger paa 4 til 5, er det indlysende, at T_K maa være underkastet temmelig store Svingninger, og at Prøveudtagningstidspunktet kan være i høj Grad bestemmende for Tallets Størrelse. Det betyder jo, at hvis man f. Eks. udtager Prøver om Foraaret i en Mark, der nylig er staldgødet til Roer, og af det der konstaterede forholdsvis høje Kaliumtal lader sig forlede til at tro, at Sagen er klaret for en Aarrække, kan komme temmelig galt af Sted, for allerede naar Roerne fjernes, er Tallet maaske faldet til det halve.

I Forhold hertil er Fosforsyretallet en meget konservativ Størrelse. En Ft-Enhed svarer teoretisk til 47 kg P_2O_5 pr. ha, men da Fosforsyretallet kun repræsenterer en Brøkdel af den „mobile“ Fosforsyre i Jorden, vil en Tilførsel eller Bortførsel

af 47 kg P_2O_5 som Regel kun ændre Ft med $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ Enhed, og da Planternes Forbrug af Fosforsyre i Vægt er betydeligt lavere end deres Kaliumforbrug, vil Ændringen i Fosforsyretallet i et enkelt Aar som oftest ligge indenfor Analysefejlgrænsen og lader sig derfor ikke konstatere med Sikkerhed.

Kaliumtallet synes ikke at være paavirket af Jordtypen, men derfor kan der alligevel godt blive en Forskel paa den Mængde Kalium, forskellige Jorder med samme Kaliumtal stiller til Raadighed for Afgrøderne. Sagen er den, at de forskellige Jorder gennem Forvitring af Jordminerallerne i Tidens Løb frigør mere eller mindre Kalium, saaledes at der, hvis der ikke tilføres Kalium udefra, ved en given Driftsmaade efterhaanden indstiller sig en vis Ligevægt, og Jorden opretholder da gennem Forvitringen, alt eftersom der er lidt eller meget Kalium i Jordminerallerne, et vist Kaliumtal.

Tænker vi os nu, at f. Eks. en Kornafgrøde paa en Lerjord starter om Foraaret ved en T_K -Værdi paa 4, saa vil Planternes Optagelse af Kalium bringe T_K til at synke, men hvis Jorden gennem Forvitringen afleverer lige saa meget, som der optages, holdes T_K alligevel konstant gennem hele Vækstperioden. Paa en kaliumfattig Sandjord vil en Bygafrøde, der starter ved T_K omkring 4, ret hurtigt faa T_K til at falde ned under 3. Da Efterleveringen ved Forvitring er yderst ringe og langsom, kommer Afgrøden maaske i Vanskeligheder med T_K -Forsyningen lidt før Skridningstid og vilde altsaa kunne give Udslag for en Tilførsel af Kaligødning, hvad den tilsvarende Afgrøde paa Lerjorden ikke kunde, fordi den trods samme Mængde Kalium ved Saatid har faaet mere stillet til Raadighed end Afgrøden paa Sandjorden. Eksempler paa dette Forhold ses i Beretningen om Statens Kontrolforsøg, hvor Lerjorderne ved samme T_K giver mindre Merudbytte for Kaligødning end Sandjorderne paa Trods af, at man paa Grund af Lerjordernes højere Udbyttene kunde have ventet det omvendte.

De Vanskeligheder, Kaliumtallenes Ubestandighed forvolder, kan imidlertid undgaas ved en hensigtsmæssig Prøveudtagning. Det er indlysende, at man ikke bør tage Prøve til T_K -Bestemmelse umiddelbart efter Udbringning af en Gødning, der inde-

holder Kalium i væsentlig Mængde, f. Eks. Staldgødning, Ajle eller flere Sække Kaligødning pr. ha. Hvis man derimod tager Prøverne efter en stærkt kaliumforbrugende Afgrøde, f. Eks. naar Græsmarken er pløjet op, saa vil Jordens Kaliumtal være i Minimum, og dette Minimum, som jeg vil kalde Jordens naturlige Kaliumtal, vil være bestemt af den føromtaltede Ligevægt mellem Jordens egen Kaliumproduktion og den praktiserede Driftsform. Dette Tal vil være meget konstant, hvorimod Kaliumtal, der ligger over dette Tal, vil være yderst ubestændige. Hvis man nemlig forsøger kunstigt at hæve T_K over dette Tal, vil de stærkt kaliumforbrugende Afgrøder, Roerne og Græsmarkerne, omgaaende gennem en *Luksumoptagelse*, d. v. s. en Optagelse af Kalium, som de strengt taget ingen Brug har for, sørge for, at det bringes ned igen. Dette Tal vil tillige være særlig godt egnet som et Grundtal at gaa ud fra, naar Kaligødsningen til de forskellige Afgrøder planlægges, fordi Tilskud, som eventuelt er nødvendige udover dette Tal, bør gives efter Princippet for Erstatningsdrift, altsaa paa samme Maade som Kvælstofgødningen, hverken mere eller mindre end der behøves til vedkommende Afgrøde. En „Grundforbedring“ med det Formaal paa een Gang at bringe Kaliumtallet i Vejret vil være aldeles forfejlet.

Til Slut skal det lige anføres, at man paa Jorder med afvigende Rumvægt, især Mosejorder, ikke bør undlade at tage denne med i Betragtning, da Tallene ellers vil være for store. Ved Mosejorder, hvis Rumvægt f. Eks. er 300 g pr. Liter, bør T_K altsaa divideres med 4. Det samme gælder teoretisk set for Fosforsyretallene, men da disse som oftest i Forvejen af andre Grunde er for smaa og i det hele taget upaalidelige paa Humusjord, falder Spørgsmaalet om Rumvægten i Reglen for Fosforsyretallenes Vedkommende bort.

Mikronæringsstoffer.

Foruden de tre Bestemmelser, som indgaar i Standardanalysen, findes der tillige udarbejdet Analysemetoder til Bestemmelse af Jordens Indhold af de to vigtigste Mikronæringsstoffer, henholdsvis *Mangantal* (T_{Mn}) og *Kobbertal* (T_{Cu}).

Mangantallet angiver Mængden af ombyttelige Manganioner i mg pr. kg Jord (Milliækvivalenter pr. 27,5 kg Jord). Manganionerne bestemmes ved en Ionbytningsproces efter samme Princip som de ombyttelige Kaliumioner, blot er paa Grund af, at Manganionen er toladet og kun tilstede i meget smaa Mængder, den rent tekniske Fremgangsmaade ved Ombytningen væsentlig anderledes end ved T_K -Bestemmelse. Der findes flere andre Former af Manganforbindelser i Jorden, men de er uden Værdi for Plantevæksten. Det er en kendt Sag, at naar Manganmangel (Lyspletsyge) optræder, skyldes det i Reglen, at en for stærk Kalkning har faaet Manganionerne i Jorden til at gaa over i disse andre værdiløse Former, idet høje Reaktionstal fremskynder denne Proces.

Derfor bruges Mangananalyserne ogsaa mest i diagnostisk Øjemed, idet man i Tvivlstilfælde ved Hjælp af dem er i Stand til at afgøre, om det er Manganmangel, der foreligger. I Forbindelse med Kalkbehovbestemmelsen kan Mangantallet tillige paa Jorder, som disponerer til Lyspletsyge, benyttes til at bestemme den højeste tilladelige Kalkning. Til landsomfattende systematiske Undersøgelser egner Tallet sig ikke. For det første er Grænsetallene for Lyspletsygens (eller andre Former for Manganmangels) Indtræden under varierende Forhold endnu for lidt kendte, f. Eks. kan svære Lerjorder ofte udvise Mangantal i Nærheden af Nul, uden at Manganmangel forekommer, og desuden kan Analyserne ikke udføres paa Prøver, der er opbevaret i længere Tid. Efter 8 Dages Opbevaring stiger Mangantallene, og de Forhold, som har Indflydelse paa denne Stigning, er endnu delvis ukendte. Muligvis kan de dog anvendes ved lokale systematiske Undersøgelser, idet de synes at være ret bestandige med Hensyn til Svingninger fra Aar til Aar.

Det samme gælder Kobbertallene, som benyttes til at diagnosticere Gulspidssygen. Kobberundersøgelser er allerede udført mere eller mindre systematisk paa de Egne, hvor den specielle Jordtype, de sortsandede Jorder, som disponerer til Kobbermangel, er fremherskende, men naar det drejer sig om normale Ler- eller Sandjorder, ved man endnu for lidt om Kob-

berets jordbundskemiske Forhold til, at en systematisk Undersøgelse kan benyttes med Held.

Den rent kemiske Side af Mikronæringsstofanalyserne volder paa Grund af de meget smaa Mængder, Stofferne findes i, meget store Vanskeligheder. Det gælder især Kobberbestemmelserne. Enheden for Kobbertallet er Milliækvivalenter*) Cu pr. 625 kg Jord, altsaa yderst smaa Mængder. Det er Dr. F. Steenbjerg, Statens Planteavls-Laboratorium, som har udarbejdet de benyttede Analysemetoder for Mangan og Kobber. Han gik lige før Krigen i Gang med ogsaa at udarbejde en Analysemetode til Bestemmelse af Bor i Jorden. Ogsaa for dette Stofs Vedkommende er de tekniske Vanskeligheder meget betydelige, og Krigen afbrød Arbejdet, da de fornødne Reagenser ikke mere kunde skaffes. Forhaabentlig vil det snart lykkes ham at faa Arbejdet gennemført, for Bormanglen synes at spille en stadig stigende Rolle i dansk Landbrug.

Analysearbejdets Organisation.

Som nævnt i den foregaaende Artikel blev de første Jordbundsundersøgelser gennemført temmelig tilfældigt, men man kom dog ret hurtigt ind paa at anvende Kalktrangsbestemmelserne mere systematisk. De første systematiske Kalktrangsundersøgelser, som udførtes forskellige Steder i Landet i Aarene fra 1915 og fremefter, bestod i en sogne- eller egnsvis Udarbejdelse af Kalktrangskort. De var dog gennemgaaende baseret paa et forholdsvis ringe Antal Prøveudtagninger, en enkelt eller nogle faa Stykker pr. Ejendom, men deres Effektivitet forøgedes stærkt, ved at der samtidig gennemførtes en mere eller mindre grundig Undersøgelse af Vegetationen paa de paagældende Jorder. Grænserne mellem de forskellige Grader af Kalktilstand — der var i Reglen fire — nemlig stærk Kalktrang, svag Kalktrang, neutral og alkalisk, fastsattes hovedsagelig efter Forekomsten af Kalktrangssymptomer paa Kulturplanterne og syre- eller baseelskende Karakterplanter i Ukrudtsvegetationen. Det er ret antagelige Arealer, som er undersøgt paa denne Maade, og den paagæl-

*) 1 Milliækvivalent Cu = 31,8 mg.

dende Form for systematiske Kalktrangsundersøgelser praktiseres endnu i Jylland, især af *Det danske Hedeselskab*.

De første Fosforsyre- og Kaliumbestemmelser udførtes ogsaa meget spredt, og Mulighed for at praktisere en lignende Form for systematiske Undersøgelser som for Kalktrangs Vedkommende eksisterede ikke, da der hverken for Fosforsyre- eller Kalitilstanden findes Symptomer eller Karakterplanter, som kan bruges til Støtte for en saadan Undersøgelse. En systematisk Undersøgelse m. H. t. Fosforsyre og Kalium maatte baseres alene paa Analyser, og det er indlysende, at der saa maatte kræves et betydeligt større Antal Prøver end ved Kalktrangsundersøgelserne. En Undersøgelse af en mindre Ejendom ved Lyngby, som Dr. F. Steenbjerg gennemførte i 1935—36, og hvor der blev taget 16 Prøver pr. ha, viste, at Variationerne m. H. t. Fosforsyre- og Kaliumtal var meget betydelige, idet begge Tal viste Variationer inden for denne Ejendoms Grænser, gaaende fra under 2 til over 20.

For at undersøge, om lignende Variationer var almindelige, udførte Statens Planteavls-Laboratorium da i Samarbejde med Landbo- og Husmandsforeningernes Fosforsyre- og Kaliudvalg en systematisk Undersøgelse af Jorderne til fire større Gaarde beliggende henholdsvis i Jylland, paa Fyn, Sjælland og Lolland. Der blev paa disse Gaarde efter Udmaaling udtaget ca. 3 Prøver pr. ha, og efter Analyseringen blev der for de paagældende Gaarde tegnet Jordbundskort visende dels Fosforsyre- og dels Kalitilstanden.

Kortene blev sammen med en Beretning om Undersøgelserne offentliggjort i de provinsielle Planteavlsberetninger for 1940, og et Par af dem er gengivet i Fig. 1 og 2. Paa Grund af deres brogede Udseende vakte disse Kort en ikke ringe Opsigt, ja det blev endda af enkelte anført, at nu kunde man da endelig se, hvor haabløst det vilde være at basere sin Gødskningsvejledning paa saadanne Analyser, for en saa stor Variation kunde umuligt skyldes andet, end at de paagældende Analyse-resultater var Udtryk for noget ganske tilfældigt. At Jordens Fosforsyre- eller Kaliumindhold skulde variere saa stærkt, ansaa man for utænkeligt.

Fosforsyretil (Ft.)

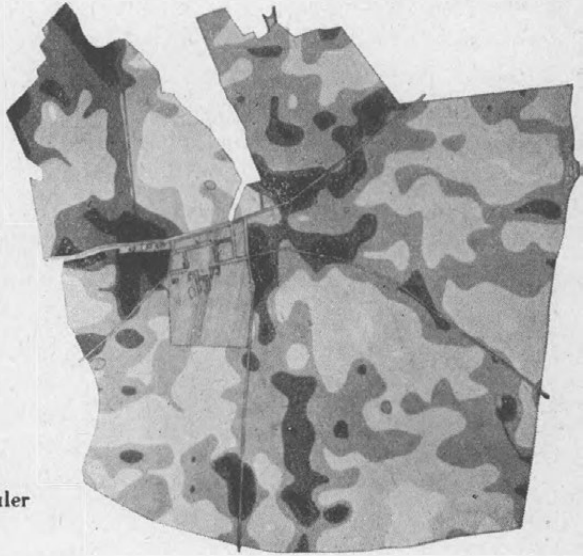


Fig. 1. Fosforsyre kort, Tjele Hovedgaard 1937.

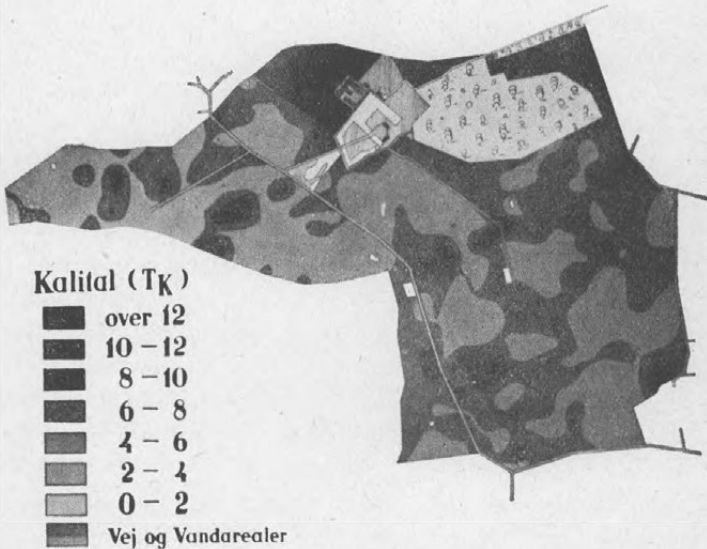
Kalium (T_K)

Fig. 2. Kalium kort, Fraugdegaard 1937.

Ser man imidlertid paa Afgrødernes Variation, kan de paagældende Variationer i Jordens Næringsstofindhold dog ingenlunde anses for urimelige. Fig. 3 viser f. Eks., hvordan Produktiviteten varierer i en Bygmark fra under 20 til over 50 hkg

Produktivitetsvariation i et Stykke af en Bygmark

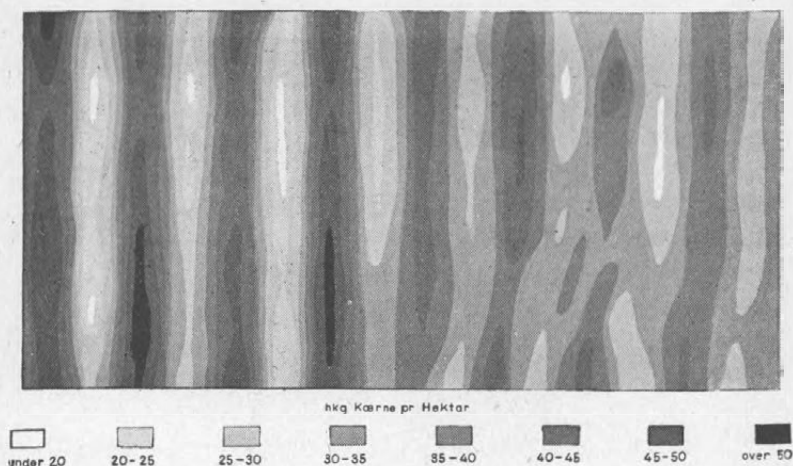


Fig. 3.

Kærne pr. ha. Det afbildede Areal andrager kun godt 2 ha. Sammenlignet med de i Fig. 1 og 2 afbildede Kort, hvis Maa-lestok arealmæssigt set er mindre end $\frac{1}{100}$ af Fig. 3's, maa man vente, at disse burde have været endnu mere brogede. Især lægger man paa Fig. 3 Mærke til den stærkt udtalte Agerstribning. En saadan har f. Eks. slet ikke kunnet komme til Udtryk paa Jordbundskortene, idet de 60 m, der var mellem Jordprøveudtagningerne, jo spænder over flere Agre.

Nu vil man maaske indvende, at Eksemplet i Fig. 3 er et udvalgt særligt grelt Tilfælde, men det er det ikke — tværtimod. De paagældende Afgrødevariationer er nemlig konstateret ved een af Prøvedyrkningerne paa Aarslev Forsøgsstation forud for Staldgødningsforsøgene, og Gaarden i Aarslev blev jo netop valgt til Forsøgsgaard paa Grund af dens tilsyneladende ensartede Jord.

Paa Grundlag af Erfaringerne fra disse Undersøgelser og med

den svigtende Import af Raafosfater som Motivering fremsatte Professor K. A. Bondorff i 1940 Forslag om en systematisk Kortlægning af hele Landets Jord efter den ved de nævnte Undersøgelser anvendte Fremgangsmaade. Oprindeligt omfattede Planen kun Bestemmelse af Fosforsyretal, men efter Ønsker fremsat under Forslaget's Behandling ved Planteavls-Aarsmødet blev Planen udvidet til at omfatte ogsaa Reaktionstal og Kaliumtal. Undersøgelsen skulde være obligatorisk, og Udgifterne, der blev anslaaet til ca. 15 Mill. Kr., skulde udredes af Staten. Planen strandede imidlertid paa, at man fra Statens Side ønskede at knytte en Nybonitering af Landets Jord til Undersøgelsen, hvorved Frygt for, at der derigennem skulde skaffes Hjemmel for en Forøgelse af Jordbeskatningen, opstod.

Vanskelighederne med at skaffe de fornødne Apparater og Kemikalier til en saa stor Undersøgelse var vel ogsaa paa dette Tidspunkt af Krigen allerede blevet saa store, at Planen næppe kunde have været gennemført i fornødent Tempo. Den gav imidlertid Stødet til, at Landbo- og Husmandsforeningerne iværksatte de førnævnte Standard-Undersøgelser, der reelt er et Forsøg paa ad privat og ad Frivillighedens Vej at gennemføre den landsomfattende Undersøgelse, idet Bestemmelserne for Standardundersøgelserne, der støttes af Laboratorierne derigennem, at de udfører dem for nedsat Takst, er saaledes affattede, at de enkelte Ejendomskort senere kan stykkes sammen til en mere omfattende Kortlægning.

Det vil her føre for vidt at komme ind paa Enkeltheder i Bestemmelserne for Standard-Undersøgelserne. Det væsentligste er, at der udtages et vist Minimumsantal af Prøver, og at der sker en Kortlægning af Resultaterne i mindst 3 Eksemplarer, hvoraf et tilgaaer Ejeren (Brugeren), et opbevares i Landbo- eller Husmandsforeningens Arkiv og et afleveres til Statens Planteavls-Laboratorium. Disse to sidste Instanser kan da, naar tilstrækkeligt Materiale haves, samarbejde Kortene til Egns- eller Landsdelskort. Helt ideel bliver en saadan Kortlægning ikke. Det kniber især med Ensartethed i Arbejdernes Udførelse, baade hvad Prøveudtagning og Kortlægning angaar. De provinsielle Fællesledelser har forsøgt at bedre herpaa ved at udarbejde Standard-Kortblade til almindelig Anvendelse.

Et Kort fra Standard-Undersøgelserne gengives i Fig. 4. Det viser, at de Arealer, en Prøve repræsenterer, bl. a. kan have en højst varierende Form, f. Eks. ofte den meget uheldige langstrakte Form, der antagelig kommer af, at man bruger Agerfurerne som Grænser for de enkelte Prøvestykker.

Den stærke Variation, som Jordbundsanalyserne udviser, rejser en Mængde Problemer m. H. t. Prøveudtagningens Tæthed, Maaden at udtage Prøverne paa og Analyseresultaternes Udnyttelse. Den stærke Variation kan maaske bevirke, at det i første Øjeblik synes haabløst at faa Bund i Undersøgelserne paa den Maade, men at undlade at benytte Jordbundsanalyserne af den Grund vil alligevel være at „stikke Hovedet i Busken“. Enhver Landmand ved jo, at der er Variation i hans Jords Produktivitet, men han undlader dog ikke at give Kunstgødning af Skræk for, at nogle Pletter derved kunde gaa hen at faa mere, end der strengt taget kan betales. Han maa danne sig et Helhedsindtryk og bruge dette som Rettesnor, og saa kan han eventuelt „kæle“ særskilt for visse Pletter eller knappe af i det Omfang, som hans Tid tillader det. I den Retning kan en Husmand med nogle faa Tønder Land jo tillade sig mere end Herregaardsforpagteren med de store Marker. Men det Forhold, at der er Grænser for, hvor smaa Arealer man kan behandle særskilt, bevirker ogsaa, at der er Grænser for, hvor tæt Prøveudtagning man maa anse for formaalstjenlig, idet man jo lige saa godt kan lade Jordprøven repræsentere det Middeltal, som man alligevel vil gaa ud fra ved Behandlingen af Arealet.

Men for at den udtagne Prøve virkelig kan blive et Helhedsudtryk for det Areal, den repræsenterer, maa Prøveudtagningen være omhyggelig. Den stærke Variation, som de systematiske Undersøgelser har afsløret, har da ogsaa affødt flere Undersøgelser vedrørende Prøveudtagningsmetodikken. Den bedste af disse Undersøgelser er gennemført i Ringstedegnens Landboforening af Konsulent C. M. *Bundgaard* og Assistent *Sigurd Larsen* og offentliggjort i de sjællandske Landboforeningers Planteavlsberetning for 1944. Den viser, at det til Bestemmelse af F_t eller T_K er nødvendigt at sammensætte Prøven af mindst 20 og helst 40 Stik, og saa maa man endda regne med en Va-

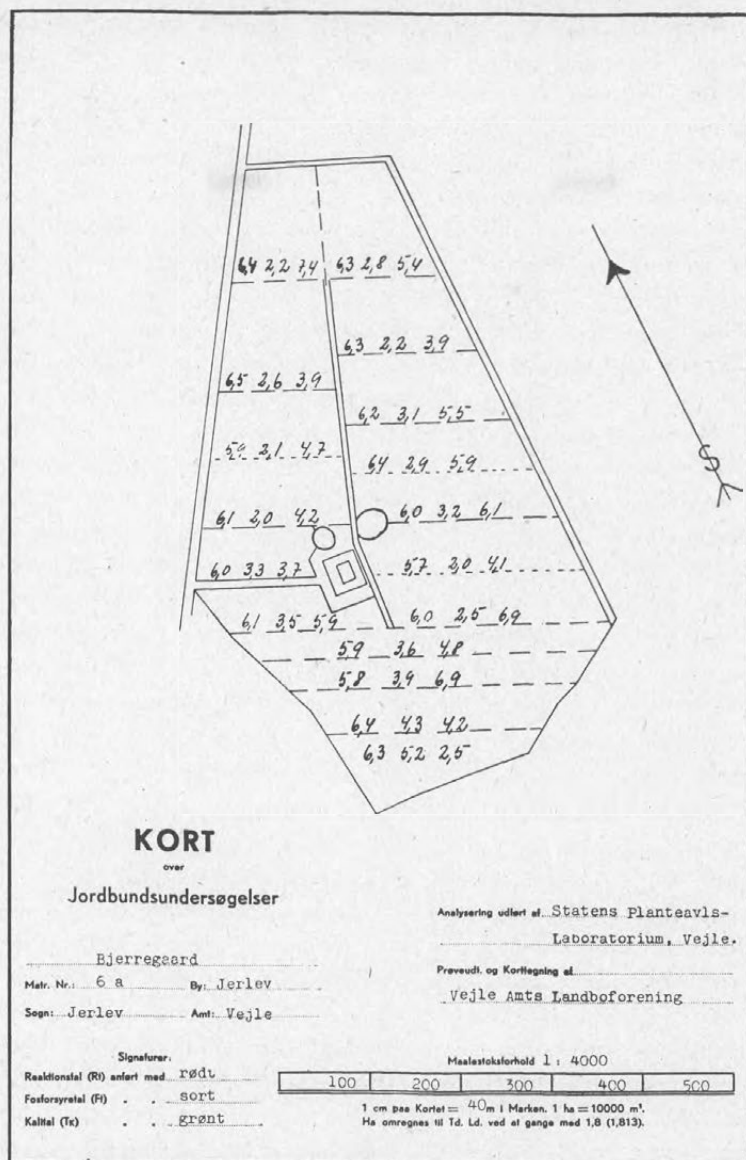


Fig. 4. Et Kort fra Standard-Undersøgelserne. Værdierne for de forskellige „Tal“ kan angives med forskellige Farver. I Originalen til ovenstaaende Figur var Rt angivet med rødt, Ft med sort og T_K med grønt. Rækkefølgen er i alle Tilfælde den nævnte.

riation paa omkring 15 pCt. Reaktionstillene, der er logaritmiske, er, som man maa vente, meget mere tolerante over for en mindre omhyggelig Prøveudtagning, og de svinger ved god Prøveudtagning kun nogle faa Procent.

Der har være nogen Betænkelighed m. H. t. Sammenblanding af Prøver, idet man har hævdet, at Analysetallet for en sammenblandet Prøve ikke skulde være identisk med Middeltallet for de Enkeltprøver, som blev slaaet sammen. Ved Rt og Ft kunde man af teoretiske Grunde vente et lavere Tal i den sammenslaaede Prøve end Enkeltprøvernes aritmetiske Middeltal, i det første Tilfælde p. Gr. a. at Tallet er en Logaritme, i det andet p. Gr. a. stærkere Fastlægning i Prøver med lave Tal end i Prøver med høje.

Erfaringerne viser imidlertid, at Faren ved ikke alt for ekstreme Forskelligheder ikke er stor. Derimod ligger der en vis Fare i, at Fejlkilder ved Prøveudtagningen, f. Eks. Gødningspletter, for overfladisk Prøveudtagning i Græsmarker m. v., alle virker i Retning af for høje Tal, og tager man Prøver ud paa et større Areal, vil den Kendsgerning, at Enkeltprøvernes Indhold som oftest er skævt fordelt, bevirke, at det Gennemsnittal, som Analysen vil udvise, ligger for højt, idet man egentlig burde gøde efter den hyppigst forekommende Værdi, der som Regel er mindre end Gennemsnittet.

Efter at Bestemmelse af Reaktionstillene i Klorkaliumopløsning er gennemført, spiller Prøveudtagningstiden en meget ringe Rolle. Dog bør man ikke tage Prøver lige midt paa Sommeren, men Besværet med at færdes paa Markerne og Indtørring af Jorden vil jo ogsaa i mange Tilfælde forhindre, at der tages Prøver paa denne Tid. Desuden har det vist sig, at man ikke bør tage Prøver umiddelbart efter Gødningsudbringning, fordi de Fejl, der foraarsages af den endnu ikke homogent fordelte Gødning, virker ensidigt, og enkelte store Forhøjelser kan næsten ikke undgaas. Den bedste Tid er derfor uden Tvivl Tiden fra Efteraarspløjningen til Gødningsudbringningen om Foraaret.

Et Spørgsmaal af stor Betydning for Standard-Undersøgelserne er Analysernes Varighed. Det har vist sig, at Rt og

Ft er ret varige, selv om Reaktionstallenes Bestandighed vist har været overvurderet noget. Man tør dog ikke regne med, at de kan have virkelig Værdi til Vejledning i mere end 8—10 Aar. Med Hensyn til T_K gør der sig det allerede omtalte Forhold gældende, at det under visse Omstændigheder er endog meget ubestandigt, men naar man gaar over til at bestemme det nævnte naturlige Kaliumtal, saa overgaar dets Bestandighed muligvis de to andre Analysetals.

Denne Ubestandighed kan som nævnt omgaas ved en hensigtsmæssig Prøveudtagning, og det Spørgsmaal rejser sig da, om den nuværende Form for systematiske Undersøgelser ogsaa er den mest hensigtsmæssige. Her tager man alle Prøverne paa een Gang uden Hensyn til Gødningsfordeling, Sædskifte m. m., og det er altsaa indlysende, at mange af de T_K -Bestemmelser, man derved faar, maa blive af problematisk Værdi.

Første Gang Jorden undersøges, er den nuværende Fremgangsmaade berettiget, men naar Undersøgelserne skal fornyes, vil det antagelig være bedre, at man fornyer dem Mark for Mark, idet man udtager Prøver een Gang aarligt i en bestemt af Sædskiftets Marker, og her kan man saa vælge den, hvor man kommer Jordens naturlige Kaliumtal nærmest, f. Eks. efter Grønjordshavren, efter Vintersæden eller forud for Roemarken, vel at mærke i den dennes Staldgødning er udbragt. Hvis man blot overholder Reglen om ikke at tage Prøver for tæt paa en Udbringning af store Mængder Kalium- eller Fosforgødning, vil den valgte Mark ikke være af afgørende Betydning.

Det vigtigste ved en saadan Form for Prøveudtagning er, at den giver Kontrol med Analysetallenes Bevægelser. Stiger Tallene, vil man, hvis disse ikke stadig synes for lave, i den næste Rotation knappe af paa Gødskningen, men hvis de falder, vil man i næste Rotation tilføre mere. Man vil altsaa have et Middel til at kontrollere, om Jorden er i Gødningsbalance, og Erfaringerne vil antagelig hurtigere lære den dygtige Landmand, ved hvilke Analysetal denne Balance bør opretholdes end Gennemsnitstabeller fra Sammenligninger mellem Forsøg og Analyser. Disse Erfaringer kan jo

vindes særlig hurtigt, hvis man samtidig har et fastliggende Gødningsforsøg, og paa Lokalteter med nogenlunde ens Jordbunds- og Driftsforhold kan dette Forsøgs Resultater vel ogsaa anvendes af Naboerne, og det skulde da ved et forholdsvis rimeligt Antal Forsøg blive muligt at gennemføre en passende Kontrol.

Mark-Kontrollforeninger.

Man kunde da tænke sig det hele organiseret i en Slags Mark-Kontrollforeninger. Den enkelte Landmand tegner hos Planteavlskonsulenten Abonnement paa et passende (til en Mark svarende) Antal Jordbundsundersøgelser aarlig. Det aftales, i hvilken Mark Prøveudtagningen skal ske, og denne sker da ganske automatisk, idet der ansættes en Assistent til at udtage disse Prøver een Gang aarlig. Denne Assistent behøver jo ikke at være Landbrugskandidat, han kan ligesom en Kontrolassistent uddannes til denne bestemte Opgave paa korte Kursus, eventuelt afholdt ved Landbrugsorganisationernes Foranstaltning. Analyseresultaterne indføres af Assistenten i en Protokol eller Samlemappe, hvori der tillige findes Kort, Gødningsplan, Sædskifteplan og Høstudbytte m. v. (En saadan Protokol udstedes allerede nu i mange Tilfælde i Forbindelse med Standard-Undersøgelserne). Protokollen føres af Assistenten efter Ejerens Opgivelser. Analyseresultaterne og de øvrige Optegnelser gennemgaas een Gang aarlig paa Gaarden af Planteavlskonsulenten, og Drifts- og Gødningsplan drøftes med Ejeren. Konsulenten faar derigennem Lejlighed til det obligatoriske aarlige Besøg hos hvert Medlem, som mange Konsulenter har ønsket indført. I Tiden fra Midten af Maj til Høst kan Assistenten tilse de til Analyse anlagte Kontrolforsøg.

Fremgangsmaaden har mange Fordele. For det første fritager Ansættelsen af den særlige Kontrolassistent Konsulenten og hans ordinære Assisterter for det tidsrøvende og kedsommelige Arbejde med Udtagningen af Jordprøverne. Ved Tegningen af Abonnement har man ligeledes Oversigt over, hvor mange Prøver der skal udtages, saa baade de landøkonomiske Foreninger og Laboratorierne kan indrette sig derefter, og da

det i saa Fald heller ikke bliver saa vigtigt, at Prøverne analyseres omgaaende, kan man fordele Arbejdet saaledes, at den i Marken og paa Laboratorierne beskæftigede Arbejdskraft udnyttes bedst muligt, hvorved Analyserne kan gøres billigere end nu, hvor man maa regne med en betydelig Sæsonvariation i Laboratoriernes Belastning.

Udgifterne kan heller ikke virke afskrækkende. Med de nuværende Priser vil Udgiften antagelig komme til at andrage 7—8 Kr. pr. Prøve alt inclusive. Med 2 Prøver pr. ha hvert 7. Aar bliver Udgiften altsaa godt 2 Kr. pr. ha aarlig eller Værdien af 8 kg Korn. Blot Markens Gennemsnitsudbytte derigennem kan hæves med 1 Procent, vil der altsaa være rigelig Dækning for Udgiften, og selv om Analyserne ikke er fuldkomne, synes dette da i høj Grad at være inden for Mulighedernes Grænse.

Det sidste Spørgsmaal i Forbindelse med Analysearbejdets Organisation er Spørgsmaalet om Analysernes Udførelse. Regner man med godt een Prøve pr. ha hvert 7.—8. Aar ved de systematiske Undersøgelser og desuden et vist Antal Prøver taget „uden for Dagsordenen“ i diagnostisk Øjemed, i Haver og Plantager, eller til andre Formaal, maa man anslaa det aarlige Prøveantal til mindst $\frac{1}{2}$ Million. Statens to Laboratorier vil med deres nuværende Kapacitet kun kunne tage 100 000—120 000 Prøver, og de eksisterende Privatlaboratorier kan vel højst tage 25 000 Prøver. Der skal altsaa en meget væsentlig Forhøjelse af Laboratoriekapaciteten til. Mine Erfaringer gaar ud paa, at en Laboratoriestørrelse beregnet til at tage 50 000—75 000 Prøver aarlig vil være den mest hensigtsmæssige. Ved en saadan Størrelse vil, hvad der kan naas i Retning af rationaliseret Arbejdsgang, være naaet.

Ved større Laboratorier vil Driftsudgifterne stige nogenlunde proportionalt med Prøveantallet; der kan højst blive Tale om at spare nogle overordnede Funktionærer, især Ledere. Til Gengæld vil de store Laboratorier blive for uoverskuelige for en enkelt Laboratorieleder, saa han skal alligevel, hvis Laboratorierne forøges i Størrelse, have Assistentter til Hjælp. Det, der spares ved Koncentration i den Retning, er altsaa kun lidt. Des-

uden er det af stor Betydning, at Laboratoriet stadig har Kontakt med de lokale Konsulenter og Landmænd, og denne Kontakt gaar i høj Grad tabt, hvis man koncentrerer hele Arbejdet i et Par store Laboratorier. Derfor vil det ogsaa være bedst, om Laboratorierne ligger centralt i det Distrikt, de betjener. Til Behandling af 500 000 Prøver vilde der altsaa kræves 8 Laboratorier, der f. Eks. kunde fordeles med 4 i Jylland, 1 paa Fyn, 2 paa Sjælland og 1 paa Lolland-Falster.

Endelig kan man spørge, om Laboratorievirksomheden som hidtil bør være en Statsopgave. Efter min Mening bør disse Laboratorier være Landbrugets egne og drives af Landbrugsorganisationerne under en Fællesledelse udpeget af disse. Det vil dog være rimeligt, at der ydes et vist Statstilskud ligesom til andre Foranstaltninger til Landbrugets Fremme. Hvis Staten tillige yder de Penge, som det vilde koste at udvide de nuværende Laboratorier, vil den økonomiske Risiko, især naar Laboratoriet oprettes efter forudgaaende Tegning af et tilstrækkeligt Antal „Kontrolforeninger“, hvor Medlemmerne har bundet sig for mindst en Rotation, være forholdsvis ringe. Der vil sikkert ogsaa kunne forventes Tilskud fra de Byer, Laboratorierne skal ligge i. Et saadant Laboratorium vil paa Grund af, at en forholdsvis stor Del af dets Omkostninger er Arbejds løn, være et betydeligt bedre Aktiv for den By, det ligger i, end mange af de Institutioner af forskellig Art, som Provinsbyerne kappes om at knytte til sig.

Statens Planteavls-Laboratorium i Lyngby vil derefter helt kunne frigøres til at varetage et videnskabeligt Forskningsarbejde, som er i allerhøjeste Grad tiltrængt. Det bør udelukkende være Centrallaboratorium for Forsøgsvirksomheden. Afdelingen i Vejle kan overgaa til Landbrugsorganisationerne som Lokallaboratorium for det sydøstlige Jylland.

Man vil maaske mene, at det vil være tvivlsomt, om det virkelig kan betale sig at sætte saa stort et Apparat i Gang for at faa lavet disse Jordbundsundersøgelser, saalænge de endnu er behæftet med de Skavanker, som de nu engang har, og Overensstemmelsen mellem Analyser og Forsøg endnu ikke i Enkelt-

tilfældene er bedre. Man vil antagelig mene, at det først og fremmest gælder om at sætte noget ind paa at faa gjort Metoderne mere fuldkomne, inden man benytter dem i den helt store Stil. Som allerede nævnt er det imidlertid en af Betingelserne for at faa Metoderne gjort bedre, at de, vi har, benyttes i nogenlunde stort Omfang, og Sammenhængen mellem Analyserne og Forsøgene viser da ogsaa, at gennemsnitlig set, altsaa set fra Samfundets Synspunkt, vil der være Fortjeneste ved at benytte Metoderne, som de er nu.

Hvor meget, der kan tjenes, er det naturligvis umuligt at beregne, men det er ikke Smaabeløb, og for at illustrere det, skal jeg kun fremdrage et enkelt Eksempel. Vi bruger — naar vi da kan faa det — aarlig omkring $1\frac{1}{2}$ Mill. Sække Kaligødning. Ifølge Forsøgsresultaterne er Virkningen af denne Kaligødning kun rundt regnet 125 F. E. pr. 100 kg i Gennemsnit. Det er altsaa ikke mere end lige, at det økonomisk kan hænge sammen, naar man betænker, at de fleste af disse Foderenheder er Grovfoder. Af Korn faas der kun 50—75 Foderenheder. Man kan vist uden at regne meget galt regne med, at $\frac{1}{3}$ af denne Kaligødning, altsaa $\frac{1}{2}$ Mill. Sække, udbringes paa Jord, som kun i Gennemsnit giver 25 F. E. pr. 100 kg.

Hvis vi havde T_K for samtlige Jorder i Landet, vilde det næppe, selv med Kalitallenes nuværende Sikkerhed, være vanskeligt at faa denne halve Mill. Sække Kaligødning flyttet hen paa Jorder, som i Gennemsnit gav 225 F. E. pr. 100 kg. Der vilde altsaa ved en saadan Transaktion kunne tjenes 100 Mill. F. E. aarlig. Sættes de til 20 Mill. Kr., er det 4—5 Gange saa meget alene paa denne Post, som en fuldstændig systematisk Undersøgelse efter foran skitserede Plan vil koste. Andre Millionbeløb vil kunne indtjenes eller spares ved bedre Anvendelse af Superfosfat, Kalk, Staldgødning og Ajle, og i det hele taget vil der ikke være ret mange Ting, Landbruget eller Samfundet som Helhed bedre vil kunne anvende Penge paa end netop til Fremme af Jordbundsundersøgelserne og den til disse knyttede videnskabelige Forskning.
