

Undersøgelser vedrørende elektrometriske Metoder til Bestemmelse af Jordreaktionen.

Ved Harald R. Christensen og S. Tovborg Jensen.

172. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

De Undersøgelser, for hvilke der er gjort Rede i denne Beretning, danner en Fortsættelse af de i 154. Beretning omtalte. Hovedformaalet med disse har — med særligt Henblik paa de paa Statens Planteavls-Laboratoriums Kalktrangsafdeling udførte Masseundersøgelser — været at undersøge den af Professor *E. Biilmann* angivne Kinydronelektrodes Anvendelighed ved Bestemmelsen af Jordopslemningers Surhedsgrad.

Arbejdet er forestaaet af Laboratorieforstander *Harald R. Christensen* og Assistent, cand. polyt. *S. Tovborg Jensen*, der ogsaa i Forening har udarbejdet Beretningen. Sidstnævnte har udført Reaktionsbestemmelserne.

Forsøgslederne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I en for kort Tid siden offentliggjort Afhandling (1)¹⁾ har den ene af nærværende Beretnings Forfattere gjort Rede for en ret omfattende sammenlignende Undersøgelse vedrørende nogle nyere Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion og Kalktrang. De i denne Undersøgelse inddragne Metoder var Lakmus- og Azotobacterprøven, de kolorimetriske

¹⁾ Parentestallene henviser her og senere til Litteraturfortegnelsen, Side 814.

Metoder til Bestemmelse af Brintionkoncentrationen samt Hasenbäumer- og Comberprøven. — Desuden er der foretaget en Sammenligning mellem de ved Benyttelse af den elektrometriske Maaling (med Anvendelse af Brintelektroden) og den kolorimetriske Maaling af Brintionkoncentrationen fundne Værdier. Resultaterne af denne Undersøgelse naaede dog ikke at komme med i den nævnte Beretning, men er siden, i Tilknytning til en Oversættelse af denne, offentliggjort i *Internationale Mitteilungen für Bodenkunde* (2).

Resultaterne af de paagældende Bestemmelser, der er udførte af Frk. S. Heintze, fremgaar af Tabel 1.

Med en enkelt Undtagelse omfatter denne Undersøgelse kun Jorder med Reaktionstal (p_H -Værdier) under 7, og som det vil ses, er Overensstemmelsen mellem den elektrometriske og den kolorimetriske Maaling tilfredsstillende. Men, som allerede berørt i den nævnte Afhandling, viste en Række paa dette Tidspunkt endnu ikke afsluttede Undersøgelser hen til, at Overensstemmelsen var mindre god for de alkalisk reagerende Jorders Vedkommende, og en tilfredsstillende Belysning af hele dette Spørgsmaal syntes saaledes at forudsætte Undersøgelser paa et betydeligt bredere Grundlag, end der hidtil havde været anset for nødvendigt.

Den sikreste og nøjagtigste Metode til Bestemmelse af en Vædskes Brintionkoncentration er utvivlsomt den elektrometriske, der jo ogsaa flere Steder er bragt i Anvendelse ved Undersøgelser over Jordreaktionen. Hvor Talen er om Masseundersøgelser, saaledes som de f. Eks. foregaar her i Landet ved Undersøgelsen over Jordens Kalktrang, har denne Metode dog hidtil været for omstændelig og tidsrøvende. Et meget væsentligt Fremskridt i denne Henseende betyder imidlertid den af E. Büllmann (3—4) indførte Kinhydronelektrode i Stedet for Brintelektroden, idet denne Elektrode muliggør Gennemførelse af en p_H -Bestemmelse i Løbet af faa Minutter. Statens Planteavls-Laboratorium imødekom derfor meget gerne et af Prof. Büllmann stillet Forslag om et Samarbejde med Universitetets kemiske Laboratorium til nærmere Undersøgelse af Kinhydronelektrodens Anvendelighed ved Reaktionsbestemmelser i Jord. For Professor Büllmanns Initiativ i denne Sag og for hans udmærkede Bistand ved Arbejdets Tilrettelægning bringer Laboratoriet ham hermed sin bedste Tak.

Tabel 1. Elektrometrisk og kolorimetrisk Bestemmelse af Brintionkoncentrationen i forskellige Mineraljorder.

Jordprøver	Elektrometrisk Maaling (Brintelektr.)	Kolorimetrisk Maaling			
	Jordopsl.	Jordopslemning		Filtrat	
	P _H	P _H	Bemærkn.	P _H	Bemærkn.
1. Lerbl. Sandj...	5.86 5.86	5.8	klar	5.9	ret klar
2. Lerjord	4.82 4.88	< 5.2, > 4.6	klar	4.7 4.8	klar
3. Svær Lerjord .	6.02 6.14	6.2 6.1	ret klar	6.4	klar
4. Lerjord.....	6.88 6.76	6.6	klar	6.7	ret klar
5. Muldrig Sandj.	7.06 7.06	6.9 6.8	ret klar	meget uklar, Bestemmelse umulig	
6. Lerjord	6.82 6.58	6.6	klar	6.8	klar
7. Sandjord	6.9	6.8 6.9	klar	6.6	klar
8. Lerjord	6.8 7.1 6.9	6.6 6.7	klar	6.8	ret klar
9. Let Lerjord...	6.0 6.0	6.0 6.0	næsten klar	meget uklar, Bestemmelse umulig	
10. Sandjord	6.60 6.66	6.6 6.6	næsten klar	6.0	uklar
11. Sandjord	5.32 5.26	5.3	næsten klar	5.2	klar
12. Let Sandjord..	4.92 5.02	ca. 5.2 < 5.2	klar	4.9	klar
13. Let Lerjord...	6.80 6.78	6.6 6.8	næsten klar	6.6	ret klar
14. Sandjord	6.38 6.42	6.4 6.4	klar	6.0	uklar
15. Let Lerjord...	6.76 6.72	6.7 6.6	klar	6.7	klar
16. Sandjord	6.28 6.36	6.4 6.4	klar	6.3 6.3	klar
17. Lerjord.....	5.98 6.08	6.0 6.0	klar	6.2 6.0	klar

Efter at Assistent S. *Tovborg Jensen* under et Ophold paa dette Laboratorium havde sat sig ind i den der anvendte Fremgangsmaade, gennemførtes der paa Statens Planteavls-Laboratorium ved 75 forskellige Jorder en Sammenligning mellem Kinhydron- og Brintelektroden. Af Resultaterne af denne Undersøgelse, der blev overladt Prof. *Büllmann* til Brug i en Afhandling, som vil fremkomme i *The Journal of Agricultural Science*, fremgik det, at Kinhydronelektroden med Hensyn til Nøjagtighed fuldt ud staar paa Højde med Brintelektroden ved Maalinger af Jordopslemningers Brintionkoncentration, og at den i meget høj Grad overgaar den, hvor Talen er om hurtig Udførelse af disse Maalinger. Da det imidlertid, med Henblik paa de foran omtalte Erfaringer fra de sammenlignende Undersøgelser af den elektrometriske og kolorimetriske Maaling, maatte anses for heldigt at anstille disse Undersøgelser paa et endnu bredere Grundlag, har Laboratoriet fortsat de paagældende Bestemmelser, saaledes at de i alt omfatter 170 Agerjorder, 19 Klægjorder (Marskjorder) og 15 Humusjorder, og det samme Materiale (dog med Undtagelse af Humusjorderne) er benyttet til Supplering af de i Tabel 1 omtalte Sammenligninger mellem den kolorimetriske og elektrometriske Metode for Brintionmaaling. Den kolorimetriske Maaling er foretaget saavel i Jordopslemninger som i Filtrater og (ved de fleste af Jorderne) i Centrifugater af disse. Desuden er Lejligheden benyttet til at foretage en Sammenligning mellem de elektrometrisk bestemte Reaktionstal og Resultaterne af Azotobacterprøven samt Hasenbäumer- og Comberprøven, for paa et mere eksakt Grundlag end ved de tidligere tilsvarende Undersøgelser med Anvendelse af den kolorimetriske Metode at faa afgjort, inden for hvilke p_H -Grænser de ved disse Prøver noterede Reaktioner optræder.

Hvad Comberprøven angaar, er de med den almindelige Comber-Vædske (en alkoholisk Opløsning af Kaliumrhodanid: Vædske I) udførte Undersøgelser for de Jordprøvers Vedkommende, der har givet Reaktionen: farveløs, supplerede med en Undersøgelse af Jordens Forhold over for samme Opløsning, tilsat lidt Ferriklorid (*Hissinks* Modifikation (5): Vædske II). Farven er observeret i tre paa hinanden følgende Dage og første Gang efter faa Timers Henstand.

Vedrørende de elektrometriske Maalinger, der ikke tidligere er beskrevne i Tidsskriftet, skal meddeles følgende:

Den elektrometriske Metode til Bestemmelse af Brintionkoncentrationen i en Vædske beror paa følgende Forhold: Nedsænker man en Platinplade, som er overtrukket med et tyndt Lag Platinsort, i en Opløsning, som holdes mættet med Brint, antager Pladen en bestemt elektrisk Spænding i Forhold til Opløsningen, en Spænding, som staar i et bestemt Forhold til den foreliggende Vædskes Brintionkoncentration.

Dette forklares ved, at Pladen bliver absorptivt mættet med Brint og faar Tendens til at afgive Brintioner (H^+) til Opløsningen. Da de Brintioner, som gaar fra Elektroden ud i Vædsken, medfører positive elektriske Ladninger, bliver Pladen negativ elektrisk i Forhold til Opløsningen, og desto mere jo flere Brintioner Pladen afgiver. Iondannelsen finder Sted, indtil der indstiller sig en Ligevægt mellem den positivt ladede Vædske og Elektrodens Tendens til at sende Brintioner ud i Opløsningen: dens »Opløsningsspænding« med Hensyn til disse. Denne Ligevægtstilstand er afhængig af Vædskens Brintionkoncentration saaledes, at jo større denne er, d. v. s. jo flere Brintioner der indeholdes i hver Rumfangsenhed af Vædsken, naar Elektroden sænkes ned i denne, desto færre Brintioner afgives, og desto mindre bliver Spændingsforskellen mellem Elektroden og Vædsken.

Det vil da være muligt ved Maaling af denne Spændingsdifferens mellem Vædsken og Elektroden at bestemme Brintionkoncentrationen i Opløsningen. Da nu Spændingsdifferensen mellem Elektroden og Vædsken ikke direkte lader sig maale, danner man en Art galvanisk Element af to saadanne Brintelektroder (se Fig. 1), som sænkes ned i Vædsker med forskellige Brintionkoncentrationer C_1 og C . De to Opløsninger støder sammen i Grænsefladen f i et snævert Rør, for at Koncentrationsforskellen ikke hurtigt skal udjævnes ved Diffussion. Hele Systemet danner et saakaldt Koncentrationselement med de to Platinelektroder som Poler. Elementets elektromotoriske Kraft afhænger af Forskellen i Brintionkoncentrationen i de to Vædsker og kan maales, udtrykt i Volt, ved Hjælp af et dertil egnet Apparat. Naar C_1 er større end C , er Pladen i Vædsken med Brintionkoncentrationen C_1 Elementets positive Pol.

Ved at anvende Lovene for det osmotiske Tryk og det galvaniske Udfældningsarbejde paa Processen, ved hvilken der gaar Brintioner i Opløsning, kan man beregne Spændingsdifferensen π mellem de to Elektroder. Dette skal ikke gennemføres her. Resultatet af Beregningen bliver

$$1) \quad \pi = 0.0577 \cdot \log \frac{C_1}{C},$$

hvor π er Koncentrationselementets Spænding, maalt i Volt. Heraf faas $\pi = 0.0577 (\log C_1 - \log C)$. C_1 og C betyder, som foran nævnt, Brint-

ionkoncentrationerne i Vædskerne omkring Elektroderne, d. v. s. Antallet af g Brintioner pr. l af Opløsningen. Mellem en Opløsnings Brintionkoncentration C og dens Brintioneksponent eller Reaktionstal bestaar følgende Relation: $10^{-p_H} = C$, og heraf faas: $\div p_H = \log C$; indsætter man denne Værdi for C i ovennævnte Ligning, faas: $\pi = 0.0577 (\log C_1 + p_H)$. For at maale en Opløsnings Brintionkoncentration, udtrykt ved p_H , behøves et Apparat, som skitseret i Fig. 1, hvis ene Gren er fyldt med en Opløsning med kendt Brintionkoncentration C_1 , og hvis anden Gren indeholder den Vædske, hvis p_H skal maales. Ned i de to Opløsninger sænkes platinerede Platinelektroder, og der ledes ren Brint gennem Opløsningen (se Fig. 1). Efter nogen Tids Forløb maales Spændingen π mellem de to Elektroder, og p_H kan da beregnes af Ligningen, hvori den indgaar som eneste ubekendte.

Naar flere Maalinger af denne Art udføres, har Elektroden i Vædsken med Brintionkoncentrationen C_1 hver Gang den samme Spænding i Forhold til den omgivende Vædske, idet denne Brintionkoncentration holdes konstant. Man kan da erstatte den med en Elektrode af anden Art med konstant Spænding, og dette gøres altid i Praksis, hvor man anvender en saakaldt Kalomelelektrode i Stedet for Brintelektroden i Vædsken C_1 . Den praktiske Forsøgsordning fremgaar af Fig. 2. I Cylinderglasset findes den Vædske, hvis p_H skal bestemmes. Ned i Vædsken sænkes den platinerede Platinelektrode, og et Rør, hvorigennem der stadig ledes en Strøm af ren Brint, samt et Rør med Forbindelsesvædske, 3.5 m KCl, som i Cylinderglasset staar i Forbindelse med Kalomelelektroden, hvis Indretning fremgaar af Tegningen. I Bunden af Elektrodekarret, som er af Glas, findes ren Kviksølv, oven over dette en Kaliumkloridopløsning af bestemt Styrke (3.5 m) og mættet med Merkuroklorid, Hg_2Cl_2 ; ned i Kviksølvet er sænket en Platintraad til Brug ved Spændingsmaalingen. Kviksølvet antager en bestemt elektrisk Spænding i Forhold til Opløsningen, som gennem det ombøjede Rør staar i Forbindelse med Vædsken i Cylinderglasset. For at Vædsken ikke ved Hævertvirkning skal strømme over i Cylinderglasset fra Elektrodekarret, er denne lukket lufttæt ved Hjælp af en Gummislange med Klemhane paa Siderøret. Endvidere er Forbindelsesrøret forsynet med en Hane, som holdes lukket under Maalingen for at modvirke Diffussion. Hele Systemet danner et galvanisk Element, hvor Kviksølvet er den positive og den platinerede Platinplade i Cylinderglasset er den negative Pol. Naar Brinten har boblet igennem nogen Tid, antager Spændingen en konstant Værdi, og denne Spænding, π , maales. Man har da: $p_H = \frac{\pi \div 0.254}{0.0577}$.

Ligningen gælder under Forudsætning af, at Kalomelelektroden er fremstillet som foran angivet, og at Maalingen udføres ved en Temperatur af $18^{\circ} C$. Spændingen varierer med Temperaturen, og man maa tage Hensyn dertil samt til, at der paa Overgangsfladen mellem

de to Vædsker opstaar et saakaldt Diffussionspotential. Endvidere varierer den med Brinttrykket over Opløsningen. Ved meget nøjagtige Maalinger maa indføres Korrektioner for disse Forhold.

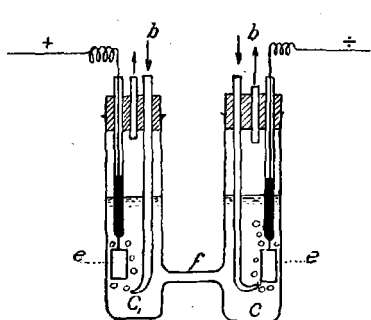


Fig. 1.

b. Brinttillædning. e. Brintelektrode, C. Vædske med Brintionkoncentration C . C_1 . Vædske med Brintionkoncentration C_1 . f. Grænseflade.

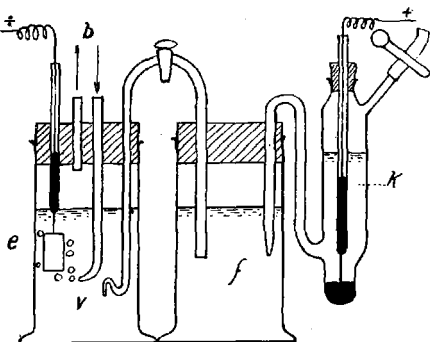


Fig. 2.

b. Brinttillædning. e. Brintelektrode. K. Kalomelektrode. f. Forbindelsesvædske 3.5 m. Kaliumklorid. V. Vædske, hvis Brintionkoncentration skal bestemmes.

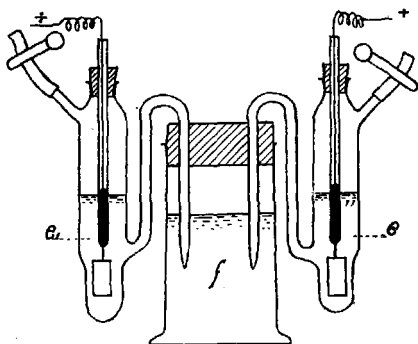


Fig. 3.

e. Sammenligningselektrode. Kinhydron i 0.01 n. HCl 0.00 n. KCl. e_1 . Kinhydron-elektrode med Vædske, hvis Brintionkoncentration skal bestemmes. f. Forbindelsesvædske 3.5 m KCl.

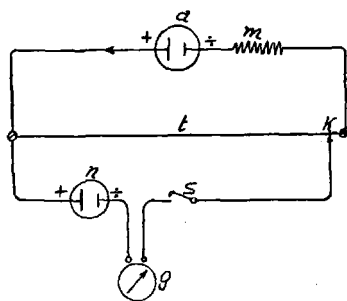


Fig. 4.

a. Akkumulator. m. variabel Modstand. n. Normalelement. t. Maaletraad. K. Forskydelig Kontakt. s. Strømslutter. g. Galvanometer.

Den Tid, som medgaar fra Brinttillædningen begynder, til Spændingen mellem de to Elektroder har antaget konstant Værdi, er noget forskellig for Opløsninger af forskellig Art. Ved Jordopslemninger varer det som Regel fra $\frac{1}{2}$ til 1 Time før end den endelige Maaling kan foretages og undertiden længere.

Hvis den forelagte Opløsning indeholder større Mængder af iltende Stoffer, f. Eks. Nitrater, reduceres disse af Brintelektroden, og det kan blive vanskeligt, ja umuligt, at udføre en p_H -Bestemmelse ved Hjælp af denne. Ved de her omtalte Jorder er dette dog kun rent undtagelsesvis forekommet.

Den anvendte Platinelektrode maa fra Tid til anden renses, udglødes og omplatineres, hvilket foregaar ved galvanisk Udfældning af en Brintplatinkloridopløsning, og maa i det hele behandles meget omhyggeligt for at undgaa Fejl i Maalingerne. I Reglen arbejder man med to eller flere Brintelektroder i samme Opløsning, som hver for sig maales over for Kalomelelektroden. Hvis man da ved gentagne Maalinger faar samme Spændingsdifferens mellem hver af Brintelektroderne og Kalomelelektroden, kan man gaa ud fra, at Apparatet virker, som det skal, og at Spændingen har antaget sin endelige Værdi. Kalomelelektroden er betydelig mindre følsom end Brintelektroden og holder sig, een Gang rigtig fremstillet, i lang Tid. Man kan ogsaa som Kontrol anvende to Kalomelelektroder over for samme Brintelektrode. Ved rent praktiske Maalinger kan man bekvemt kontrollere hele Apparatet ved Hjælp af en Stødpudeblanding med forud bekendt p_H , f. Eks. en Fosfatblanding af samme Art, som anvendes ved den kolorimetriske Metode til Bestemmelse af p_H , en Fremgangsmaade, som er anvendt ved det her foreliggende Arbejde.

Foruden Brintelektroden, saaledes som den er beskrevet her, er der for nylig bragt en anden, den saakaldte Kinhydronelektrode i Anvendelse ved elektrometrisk Maaling af en Opløsnings Brintion-koncentration. Metoden, som i Princippet ikke er vidt forskellig fra den foran beskrevne, er angivet og udarbejdet af Professor *E. Biilmann* (3 og 4) ved Københavns Universitet, og dansk Forskning har derved føjet et nyt og smukt Led til den Række af Bidrag, den alt har ydet paa dette Omraade (*S. P. L. Sørensen, N. Bjerrum m. fl.*). Som Navnet antyder, benytter man ved denne Fremgangsmaade til p_H -Bestemmelse det organiske Stof Kinhydron, hvis empiriske Formel er $C_6H_4O_2H_2$, $C_6H_4O_2$. Dets kemiske Konstitution er ukendt, men

dets Molekyle kan opfattes som dannet af eet Mol. Kinon

$$\begin{array}{c} \text{C=O} \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ | \quad | \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \text{C=O} \end{array}$$

og eet Mol. Hydrokinon

$$\begin{array}{c} \text{C-OH} \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ | \quad | \\ \text{CH} \quad \text{CH} \\ \text{C-OH} \end{array}$$

Det er et broncefarvet, krystal-

linsk Stof, som er ret tungt opløseligt i Vand, og som ved Opløsning spaltes i sine Komponenter Kinon og Hydrokinon saaledes, at Opløs-

ningen altid indeholder lige mange Molekyler af de to Stoffer. Indeholder Opløsningen, hvad der jo altid er Tilfældet ved vandige Opløsninger, tillige Brintioner, reagerer en Del af disse nu med en Del af Kinonet under Dannelse af Hydrokinon, idet et Mol. Kinon kan optage 2 Brintioner, der da afgiver deres positive Ladning til en i Vædsken nedsænket, blank Platinelektrode, som antager en positiv Spænding. Denne Spænding staar i bestemt Relation til Opløsningens Brintionkoncentration, ligesom Brinte elektrodens Spænding, som foran nævnt, er afhængig af Brintionkoncentrationen i den Vædske, hvori den er nedsænket.

Fremgangsmaaden ved Maalingen bliver da denne, at man danner en Kinhydronelektrode, idet man fører en ringe Mængde Kinhydron over i den Vædske, hvis p_H skal maales, og nedsænker en blank Platinelektrode i Opløsningen. Derpaa forbindes Kinhydronelektroden med en Normalelektrode til et Element, hvis Spænding maales, hvorefter Opløsningens p_H kan beregnes. Som Sammenligningselektrode kan anvendes en Kalomelelektrode af samme Art som foran beskrevet eller som foreslaaet af S. Veibell (6) en anden Kinhydronelektrode, fremstillet ved Opløsning af Kinhydron i en Vædske, der er 0.01 n med Hensyn til Saltsyre og 0.09 med Hensyn til Kaliumklorid. Arrangementet fremgaar af Fig. 3.

Anvender man som Sammenligningselektrode en Kinhydronelektrode af den beskrevne Art, har man til Bestemmelse af p_H følgende

Ligning: $p_H = 2.04 + \frac{\pi}{0.0577}$, hvor π er den maalte Spændingsdifferens,

udtrykt i Volt. Det teoretiske Grundlag for denne Formels Udledning er det samme som ved den tilsvarende Formel for Brinte elektroden og skal ikke her udvikles nærmere. Man behøver ikke at afveje en bestemt Mængde Kinhydron ved Fremstillingen af disse Elektroder, idet deres Spænding ikke er afhængig af Kinhydronkoncentrationen, men kun af Forholdet mellem Mængderne af Kinon og Hydrokinon i Opløsningen, og dette vil altid være konstant, uafhængig af den Mængde Kinhydron, som benyttes.

Metoden er hurtig og let at anvende, og medens en Maaling med Brinte elektroden varer fra $\frac{1}{2}$ —1 Time, udfører man her en Maaling paa ca. 5 Minutter, idet Spændingen næsten straks antager sin endelige Værdi.

Maalingen forstyrres ikke i samme Grad som ved den anden elektrometriske Metode af iltende Stoffer i den undersøgte Vædske, idet Hydrokinonet ikke i nær saa høj Grad som Brinten virker reducerende paa disse. Dog kan Metoden ikke anvendes over for alkaliske Opløsninger, hvis p_H ligger væsentlig over 8.5, idet disse bevirker en videregaaende kemisk Omdannelse af Kinhydronet, og det ligger i Sagens Natur, at over for Opløsninger, der bevirker saadanne Omdannelser, vil Kinhydronelektroden ikke kunne anvendes. Ved Anvendelse

paa over 200 danske Jordprøver, hvor Metoden er sammenlignet med den kolorimetriske og den brintelektrometriske, har den, som det senere vil fremgaa, i intet Tilfælde svigtet, og da den er den sidstnævnte Fremgangsmaade absolut overlegen med Hensyn til Hurtighed, maa man forvente, at den vil faa stor Betydning ved fremtidige Studier over Jordbundens Brintionkoncentration.

Endnu skal omtales Princippet i Maaden, paa hvilken Elektroderne Spændingsdifferens maales ved de to omtalte elektrometriske Metoder. Da det Tal, som angiver Spændingsdifferensen, er ligefrem proportional med den p_H -Værdi, som søges, er det klart, at denne Maaling er af afgørende Betydning for Bestemmelsens Sikkerhed.

Da de Spændinger, her er Tale om, i Sammenligning med de fra Stærkstrømstekniken bekendte Voltstørrelser er meget smaa — ved p_H -Bestemmelser i danske Jorder altid mindre end 1 Volt, — og da denne Spænding helst maa kunne bestemmes med en Nøjagtighed paa 1 Tusindedel Volt, lader Apparater af den sædvanlige Voltmeter-type sig ikke anvende. Disse forbruger ogsaa under Maalingen en vis Mængde elektrisk Energi, hvad der straks vilde bringe Spændingsdifferensen mellem Kalomel- og Brintelektroden til at ændre sig. Paa Grund af disse Forhold anvender man den saakaldte Poggendorfske Kompensationsmetode, ved hvilken man bringer den ubekendte Spænding til i et Strømkredsløb at holde Ligevægt med en variabel, men nøje bekendt, modsat rettet Spænding, saaledes at de ophæver hinandens Virkninger og Kredsløbet bliver strømløst. For at konstatere dette indskydes i Kredsløbet et fintmærkende Galvanometer, som gør et Udslag, saasnart der gaar Strøm igennem det. Apparats Indretning er skitseret i Fig. 4.

Fra Akkumulatoren gaar en konstant Strøm gennem Maaletraaden med Retning fra $+$ til $-$. Der er da, saa længe Strømmen er konstant, en bestemt Spændingsdifferens mellem Traadens Endepunkter. Forbinder man Maaletraadens Endepunkter med et Galvanometer, vil denne Spændingsdifferens bevirke, at der gaar en Strøm gennem Galvanometret fra venstre til højre, og Galvanometret vil gøre et Udslag. Indskyder man nu mellem Galvanometret og Maaletraadens ene Ende, saaledes som vist paa Figuren, et galvanisk Element af en nøje bekendt Spænding, saaledes at den positive Pol forbindes med den Ende af Maaletraaden, som er til venstre paa Fig. 4, vil den søge at sende en Strøm gennem Galvanometret i modsat Retning af den, som Spændingsdifferensen mellem Traadens Endepunkter vil fremkalde. Ved Hjælp af den variable Modstand i Akkumulatorkredsløbet varieres Spændingsdifferensen mellem Maaletraadens Endepunkter, saaledes at den netop er lig med det indskudte Normallements Spænding. Denne Spænding vil da holde Ligevægt med Spændingsdifferensen mellem Maaletraadens Endepunkter, og Galvanometret vil ikke gøre noget Udslag, naar dets Kredsløb sluttes. Nu er Spændingsdifferensen mellem Maaletraadens Endepunkter bekendt, og

tillige kendes Spændingsdifferensen mellem Maaletraadens Endepunkt tilvenstre og et vilkaarligt Punkt paa Maaletraaden, idet Spændingsfaldet langs Traaden er ligefrem proportional med Afstanden fra dette Endepunkt. Nu udskydes Normalelementet, og i Stedet indskydes Elementet, bestaaende af Kalomelektroden og Brintelektroden, hvis Spænding altid er mindre end Normalelementets. Dernæst flyttes Galvanometerkredsløbets Forbindelse med Maaletraadens højre Endepunkt ved Hjælp af en forskydelig Kontakt tilvenstre paa Maaletraaden, indtil man finder et Sted paa Traaden, hvor Galvanometret ikke gør Udslag, naar Kontakten trykkes ned. Spændingsdifferensen mellem dette Sted og Traadens Endepunkt tilvenstre, som er bekendt, er da lig med den søgte Spændingsdifferens mellem Kalomel- og Brintelektroden.

Som det vil fremgaa af Tabel 3, bevirker Nærværelsen af selv ganske ringe Mængder Klorkalium i Jordopslemningen, at Vædskens p_H -Værdi synker, og da man som Forbindelsesvædske mellem Elektroderne anvender 3.5 m Klorkaliumopløsning, maa man, saa vidt det er muligt, undgaa, at noget af denne Opløsning føres over i Jordopslemningen. I det Øjemed er Røret med Forbindelsesvædsken (se Fig. 2) forsynet med en Hane, som holdes lukket under Maalingen (det tynde Vædskelag omkring Haneproppen er tilstrækkelig ledende til at holde Strømkredsløbet sluttet), og endvidere er dette Rør, hvor det udmunder i Brintelektrodekarret, trukket ud i en fin ombøjet Spids for at formindske Muligheden for Diffusion af Klorkalium. Fuldstændig at undgaa en saadan er dog næppe muligt, og da man desuden under Maalingen af og til maa dreje paa Hanen for at Vædskelaaget om Haneproppen ikke skal tørre ud og Strømkredsen afbrydes, og der derved udøves et svagt Tryk paa Forbindelsesvædsken, er det sandsynligt, at der i de fleste Tilfælde vil føres en ganske ringe Mængde Klorkalium ud i Vædsken omkring Brintelektroden.

Forsøgsanordningen ved Benyttelsen af Kinhydronelektroden medfører mindre Mulighed for, at der ved Difussion eller paa anden Maade føres Klorkalium over i Jordopslemningen, idet Forbindelsesvædsken her maa passere Elektrodekarrets forholdsvis lange Hævertrør, inden den naar over til den Elektroden omgivende Vædske (se Fig. 3). Hertil kommer, at der medgaar langt mindre Tid til Bestemmelsen, naar Kinhydronelektroden anvendes, end naar Brintelektroden anvendes, og Muligheden for Difussion af kendelige Mængder Kaliumklorid vil altsaa ogsaa af denne Grund være mindst ved den førstnævnte Fremgangsmaade. Ved at stivne Forbindelsesvædsken med Agar, kan man i høj Grad formindske Muligheden for Overførelse af betydende Mængder Kaliumklorid. Dette Middel har vi senere bragt i Anvendelse (f. Eks. ved den specielle Undersøgelse af de ekstra 500 Jordprøver, hvis Resultater er meddelte i Tabel 8) i Forbindelse med en af Professor *Billmann*, med særligt Henblik paa Masseundersøgelser, foreslaaet Simplificering af Metoden, i Henhold til hvilken man i Stedet

for Elektrodekar af den sædvanlige Type (Fig. 3) anvender Reagensglas, der er lettere at rense og i det hele taget lettere at arbejde med end de almindelige Elektrodekar. Desuden byder det almindelige Elektrodekars lange Hævertgren, med den næsten altid daarligt ledende Jordekstrakt, Strømmen i Galvanometerkredsløbet saa stor Ledningsmodstand, at Indstillingssikkerheden ved Spændingsmaalingen formindskes, og den nævnte Anvendelse af Reagensglas som Elektrodekar betinger da i Virkeligheden baade en hurtigere og nøjagtigere Maaling. Ved vore første Forsøg med Anvendelse af Reagensglas anvendtes ikke Agar, og i Overensstemmelse med det foran anførte viste det sig da ogsaa, at Spændingen under Maalingen faldt ret hurtigt, svarende til en forøget Brintionkoncentration i Opslemningen. Efter Indførelsen af Agar i Mellemvædsken fik man let og hurtigt konstant Spændingsdifferent.

Tilsætning af Agar til Mellemvædsken er dog ikke helt uden Ulemper. Ved Maalinger i Standardopløsninger viser det sig undertiden, at det kan vare nogle Minutter, inden Spændingen antager sin endelige Værdi, medens man ved Anvendelse af Mellemvædske uden Agar næsten øjeblikkelig maaler den rigtige Spænding. Endvidere fremkom der ved Anvendelse af Agar ikke sjældent Afvigelser fra den rigtige Værdi paa 1—2 Millivolt. Alligevel maa Anvendelse af Agar tilraades, idet de smaa Unøjagtigheder, man eventuelt herved indfører (2 Millivolt svarer til 0.03 i p_H), er uvæsentlige i Sammenligning med de Fejl, der kan fremkomme ved, at der gaar Klorkalium over i Jordopslemningen.

Resultaterne af alle de efter forskellige Fremgangsmaader udførte Undersøgelser fremgaar af Tabel 2.

I denne og de følgende Tabeller er anvendt følgende Forkortelser:

- for Brusning med Syre: 0 = ingen, 1 = meget svag, 2 = svag, 3 = ret stærk, 4 = stærk og 5 = meget stærk;
- for Azotobactervegetation: 0 = ingen, 1 = meget svag, 2 = svag, 3 = ret kraftig og 4 = kraftig;
- for Hasenbäumer-Reaktion: g = ren gul, bg = brungul, o = orange, c = cinnober og k = karmin.
- for Comber-Reaktion: 0 = farveløs, 0-1 = meget svag Rødfarvning, 1 = svag Rødfarvning, 2 = rød og 3 = stærkt rød.

Undersøgelsens Hovedformaal har, som allerede nævnt, været at undersøge Kinhydronelektrodens Anvendelighed ved Bestemmelsen af Jordopslemningers Brintionkoncentration, og vi skal da først sammenligne Resultaterne af de med denne og den almindelige Brintelektrode fremkomne Resultater.

Tabel 2. Sammenlignende Undersøgelser vedrørende forskellige Metoder til Bestemmelse af Jorders Reaktionstilstand.

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøver						Hasenbäume- Prøven
	Brintelektrode, Opsl.	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II			
		Opsl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag	
Sandjorder.															
15594	8.42	8.48		7.6	7.5	7.6	4	4	0	0	0	1	0	0	g
8965	8.36	8.38		7.6	7.6	7.3	4	4	0	0	0	2	(1-2)	(0-1)	g
15655	8.34	8.30		7.6	7.6	7.6	5	4	0	0	0	(1-2)	(0-1)	0	g
15596	8.21	8.32		7.6	7.5	7.6	4	4	0	0	0	1	0	0	g
15563	8.21	8.30		7.6	7.6	7.6	5	4	0	0	0	(1-2)	(0-1)	0	g
8776	8.04	8.12	7.35	7.6	7.3 (6.9)	7.3 (7.0)	3	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g
6593	8.00	8.18		7.2	7.3		2	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g
8913	7.91	8.00	7.56	7.4	7.4	7.6	3	4	0	0	0	(1-2)	(0-1)	0	g
6541	7.90	7.95		7.0	7.2		1	4	0	0	0	1	0	0	g
8376	7.89	8.08		8.0	7.8	8.0	4	4	0	0	0	0	0	0	g
8532	7.88	7.82	7.31	8.0	7.4 (7.4)	7.5 (7.4)	2	4	0	0	0	(1-2)	(0-1)	0	g
6599	7.84	7.90	7.10	7.2	7.2		5	4	0	0	0	(0-1)	0	0	g
6983	7.63	7.56		6.9	7.0		1	4	0	0	0	2	(1-2)	1	bg
8373	7.60	7.64		7.2	6.8	7.0	1	4	0	0	0	(0-1)	0	0	g
8894	7.55	7.48		7.3	7.0 ¹⁾	7.3	0	4	0	0	0	2	(1-2)	1	g
8759	7.50	7.52		7.0	6.9 (6.8)	7.0 (6.9)	1		0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	bg
6886	7.45	7.63		7.0	7.0	7.0	0	4							
8912	7.44	7.48		7.6	7.6 (7.4)	7.3 (7.4)	3	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g
15578	7.40	7.52	7.16	6.8	6.7 ¹⁾	7.2	1	4							
7614		7.35		6.7	6.9		0	4	0	0	0	2	1	(0-1)	bg
15232	7.34	7.42		7.0	6.9 (6.8)	7.0 (6.8)	1	4	0	0	0	2	(1-2)	(0-1)	bg
6977	7.26	7.34	6.81	6.7	6.9		1	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	bg
8765	7.12	7.10		6.6	6.4 (6.6)	6.7 (6.7)	1	3	0	0	0	2	(1-2)	1	o
8756	7.12	7.19		7.0	7.0 (6.9)	7.2 (7.2)	0	4	0	0	0	(1-2)	(0-1)	0	bg

¹⁾ Vædsken noget uklar, Bestemmelsen derfor mindre sikker.

²⁾ Tallene i Parentes angiver Resultaterne af Bestemmelser, ved hvilke Filtrering eller Centrifugering er foretaget straks efter Omrystningen; ellers har Opslemningerne henstaaet et Døgn, inden Filtrering (eller Centrifugering) fandt Sted.

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøven						Hasenbæumer- Prøven
	Brintelektrode, Opsl.	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II			
		Opsl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag	
Sandjorder.															
8807	7.10	7.10		6.9	7.2 (7.1)	6.9 (6.9)	1	4							
8758	7.10	7.20		6.6	6.4 (6.4)	6.9 (6.9)	0	3	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	o
8326	6.94	6.96		6.6	6.6	6.9	1	0	0	0	0				bg
6721		6.91	6.96	6.4	6.7		1	1	0	0	0	2	(1-2)	1	o
8316	6.88	7.00		6.6	6.4 ¹⁾	6.8	0	4	0	0	0				bg
7599	6.90	6.88	6.98	6.3	6.8		0	4	0	0	0	1	(0-1)	0	bg
6974	6.84	6.90	6.88	7.0	6.8		0	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	bg
7673	6.82	6.72	6.93	6.7	6.9		1	3							
7452	6.80	6.78	6.80	6.7	6.8		1	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	bg
7428	6.80	6.87	6.75	6.7	6.8		0	4	0	0	0	2	(1-2)	(1-2)	bg
8810	6.76	7.08		6.7	6.8 (6.8)	6.7 (6.8)	0	2	0	0	0	2	(1-2)	1	o
15225	6.77	6.82		6.6	6.4 (6.4)	6.7 (6.6)	0	3	0	0	0	2	(1-2)	(0-1)	c
15523	6.73	6.70		6.6	6.6	6.7	0	4	0	0	0				o
6881		6.72	6.60	6.4 ¹⁾	6.4 ¹⁾		0	0	0	0	0	2	(1-2)	(1-2)	c
6972	6.70	6.74	6.63	6.4 ¹⁾	6.7		0	2	0	0	0	2	(1-2)	1	c
6989	6.70	6.59	6.60	6.5 ¹⁾	6.6		0	4	0	0	0	2		(1-2)	o
7466	6.68	6.62	6.40	6.6	6.6		0	0	0	0	(0-1)				o
8712	6.64	6.76		6.5 ¹⁾	6.4 (6.3 ¹⁾	6.7 (6.7)	0	0	0	0	0	(1-2)	(0-1)	(0-1)	g
8809	6.62	6.68		6.2 ¹⁾	6.6 (6.6)	6.6 (6.7)	0	0	0	0	0	2	(1-2)	1	c
15240	6.62	6.78		6.6	6.4 (6.4 ¹⁾	6.7 (6.8)	0	1							o
6879		6.57	6.40	6.2 ¹⁾	6.2 ¹⁾		0	0							
8325	6.56	6.62		6.5	6.6	6.8	0	4	0	0	0	2	(1-2)	1	o
8691	6.52	6.80		6.4	6.6 (6.5)	6.7 (6.6)	0	2	(0-1)	(0-1)	(0-1)				c
6148	6.50	6.67		6.6	7.0		1	4	(0-1)	(0-1)	(0-1)				bg
8237	6.48	6.59		6.2	6.2 (6.0)	6.2 (6.3)	0	0	(1-2)	(1-2)	2				k
7617		6.47	6.80	6.3	6.5		0	0	0	0	0	1	(0-1)	0	o
7180		6.47	6.57	6.3	6.4		0	0	0	0	0	2	(1-2)	(1-2)	g
7039		6.46		6.5	6.6		0	4							o
15210	6.44	6.46		6.4	6.2 (6.4)	6.3 (6.4)									

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøven						Hasenbæmer- Prøven	
	Brintelektrode, Opstl.	Kin- hydron- elektrode		Opstl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II				
		Opstl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag		
Sandjorder.																
8774	6.42	6.54		6.4	6.4 (6.4)	6.6 (6.5)	0	1	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
7441	6.36	6.37	6.74	6.3	6.7		1	1	(0-1)	(0-1)	1					c
15184	6.34	6.20		6.4	6.4 (6.4)	6.3 (6.3)	0	3	(0-1)	(0-1)	(0-1)					bg
15188	6.34	6.28		6.2	6.1 (5.8 ¹)	6.3 (6.3)	0	2	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
8889	6.32	6.30		6.2	6.5	6.3	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
6888		6.32	6.22		6.0 ¹	6.3	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
7423	6.30	6.62	6.58	6.5	6.6		0	0	0	0	0	1	(0-1)	(0-1)		c
6969	6.30	6.34	6.43	6.3	6.5		0	0	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)		c
7178		6.29	6.27	6.2	6.2		0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
8717	6.20	6.20		6.2	6.2 (6.2)	6.4 (6.6)	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
15177	6.20	6.26		6.2	6.2 (6.0)	6.3 (6.3)	0	4	0	0	0	(2-3)	2	(1-2)		c
8375	6.15	6.14		6.0	6.0	6.1	0	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)		c
8813	6.14	6.22		6.2	6.4 (6.4)	6.4 (6.4)	0	2	0	0	0	2	2	(1-2)		c
8378	6.14	6.24		5.8 ¹	5.9 ¹	6.2	0	0	1	1	1					k
8708	6.10	6.10		6.0	6.1 (6.4)	6.2 (6.2)	0	0	(0-1)	1	1					k
6860	6.10	6.04	6.12	5.8	5.9		0	0	1	1	(1-2)					k
15196	6.04	5.98		6.1	6.0 (6.0)	6.2 (6.2)	0	2	0	0	0	2	(1-2)	1		c
8356	6.02	6.10		5.9	5.9	6.0	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					k
6631	6.02	5.97		5.9	5.7		0	0								
15173	5.98	6.02		6.1	6.1	6.1	0	2	0	0	0	2	(1-2)	1		c
8320	5.96	5.92		5.8	5.9	6.1	0	0	(0-1)	1	1					c
15465	5.92	6.04		6.0	6.2	6.2	0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
15533	5.84	5.86		5.8	6.1	6.1	0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
8290	5.82	5.90		5.7	5.9	6.0	0	0	(1-2)	(2-3)	(2-3)					k
6766		5.79	5.82	5.6	5.6		0	0	1	1	(1-2)					k
6890	5.50	5.62	5.74	5.4	5.6		0	0	1	1	(1-2)					k
8334	5.32	5.40		5.4	5.6	5.5	0	0	(1-2)	2	(2-3)					k
7623		5.20	5.32	5.3	5.3		0	0	(1-2)	(1-2)	2					k
6891		4.61		<5.2	<5.2		0	0	(2-3)	3	3					k

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	P _H , elektro- metrisk			P _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøven						Hasenbåmer- Prøven	
	Brintelektrode, Opsl.	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II				
		Opsl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag		
Lerjorder.																
8530	8.22	8.28	7.62	8.0	7.7 (7.7)	7.8 (7.6)	3		0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g	
15616	8.14	8.10		7.6	7.6	7.6	5	4	0	0	0	(1-2)	0	0	g	
6173	8.10	8.22		7.6	7.4		3		0	0	0	1	0	0	g	
15693	8.00	8.00	7.53	7.6	7.6	7.6	1	4	0	0	0	2	(1-2)	1	g	
6182	7.96	8.10		7.6	7.4		4	4	0	0	0	1	0	0	g	
7020	7.88	7.93	7.34	7.1	7.3		0	3	0	0	0	(0-1)	0	0	g	
6547	7.85	8.00		7.1	7.2		1	4	0	0	0	1	(0-1)	0	g	
8419	7.84	7.78		7.0	7.2 (6.8)	7.0 (6.9)	0	4	0	0	0				bg	
6174	7.82	7.94	7.31	6.8	7.3		1	3	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g	
8739	7.74	7.82	7.53	7.4	7.4 (7.3)	7.3 (7.2)	2	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g	
6176	7.72	7.64		6.4 ¹⁾	7.0		1	4	0	0	0	1	1	(0-1)	bg	
15677	7.68	7.90		7.2	7.6	7.3	1	4	0	0	0	2	(1-2)	1	g	
8720	7.55	7.62		7.0	6.5 (6.5)	6.9 (6.8)	1	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	o	
8221	7.48	7.50		7.6	7.5 (7.3)	7.6 (7.6)	2	4	0	0	0	(0-1)	0	0	g	
7151	7.48	7.48	7.24	7.4	7.2		1	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	o	
15347	7.44	7.60		7.0	6.9 (6.8)	6.9 (6.8)	0	4	0	0	0	2	1	(0-1)	bg	
8740	6.62	6.76		6.6	6.4 (6.4 ¹⁾	6.7 (6.8)	1	4	0	0	0				o	
8307	7.32	7.42		7.2	7.0	7.3	1	4	0	0	0	1	(0-1)	0	bg	
7489	7.31	7.39	7.00	6.8	7.0		1	2	0	0	0	2	(1-2)	(1-2)	bg	
7018	7.24	7.26	6.82	6.5 ¹⁾	6.7		0	0	0	0	0	(0-1)			o	
6697		7.24	7.16	6.6	7.0		0	3	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	o	
7138		7.19	6.83	6.4 ¹⁾	6.8		0	0	0	0	0	(1-2)	(1-2)	1	o	
15560	7.18	7.22		6.8	6.7	6.8	1	4	0	0	0	2	(1-2)	(0-1)	bg	
8867	7.18	7.30		6.7	7.0	7.0	0	4	0	0	0				bg	
15324	7.15	7.14		6.9	7.0	6.9	2	4	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	g	
7162		7.14	6.60	6.5	6.8		0	4								
7071	7.12	7.04	6.58	6.4	6.4		0	4	0	0	0	2	(1-2)	1	c	
15519	7.10	7.28		6.8	6.7	6.8	1		0	0	0	2	(1-2)	1	bg	
8799	7.08	7.04		6.8	6.7 (6.8)	6.9 (6.8)	0	2	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	o	

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøven						Hasenbæumer- Prøven	
	Brint- elektrode	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II				
		Opsl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag		
Lerjorder.																
8304	7.08	6.99		6.9	6.8	6.8	1	4	0	0	0	2	1	(0-1)	g	
6688	7.07	7.04	6.92	6.7	6.9		0	2	0	0	0	2	(1-2)	1	o	
8721	7.04	7.14		6.6	6.5 (6.7)	6.7 (6.7)	0	0	0	0	0	(1-2)	(1-2)	1	g	
7150	7.03	6.94	6.62	6.5	6.6		0	4	0	(0-1)	(0-1)				c	
7742	7.02	7.02	6.71	6.5	6.8		0	4	0	0	0	(1-2)	1	1	o	
8315	6.94	7.10		7.0	6.6 ¹⁾	6.9	0	4	0	0	0				o	
7153		6.92	6.52	6.8	6.6		0	0							c	
15332	6.94	7.10		6.7	6.8 (6.9)	6.8 (6.8)	0	0	0	0	0	2	(1-2)	1	o	
7145		6.90		6.5 ¹⁾	6.5 ¹⁾	6.8	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)				c	
15376	6.82	6.80		6.6	6.6 (6.6 ¹⁾	6.7 (6.7)	1	4	0	0	0	2	1	(0-1)	bg	
8729	6.80	6.84		6.4	6.3 (6.3 ¹⁾	6.6 (6.6)	0	3	0	0	0	(1-2)	1	(0-1)	bg	
15225	6.77	6.82		6.6	6.4 (6.4)	6.6 (6.7)	0	3	0	0	0				c	
6829 ¹⁾		6.76	6.76	6.4 ¹⁾	6.8		0	1							c	
6177	6.70	6.78		6.4	6.3 ¹⁾		0	0								
6972	6.70	6.74	6.63	6.4 ¹⁾	6.7		0	2	0	0	0				c	
15363	6.64	6.70		6.5	6.6 (6.6)	6.6 (6.5)	1	2	0	(0-1)	(0-1)				bg	
7441	6.62	6.63	6.71	6.6	6.8		1	1	(0-1)	(0-1)	1				c	
6784	6.60	6.68	6.80	6.6	6.8		0	4	0	0	0	(1-2)	1	1	o	
15620	6.54	6.68		6.8	6.7 ¹⁾	7.0	1	4	0	0	0	(1-2)	(1-2)	1	o	
8791	6.50	6.58		6.4	6.4 (6.3)	6.6 (6.5)	0	4	0	0	0	2	1	(0-1)	g	
15510	6.48	6.43		6.6	6.6	6.6	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)				o	
6706	6.47	6.50	6.42	6.0 ¹⁾	6.3 ¹⁾		0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)				c	
15463	6.42	6.56		6.3	6.6	6.6	0	1	0	0	0	2	2	(1-2)	k	
15336	6.40	6.42		6.3	6.5	6.6	0	0	0	0	0	(1-2)	(1-2)	1	c	
6778		6.39	6.52	6.4	6.5		0	4	(0-1)	(0-1)	(0-1)				o	
7165	6.38	6.47	6.31	6.3	6.3		0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)				k	
8877	6.36	6.44		6.3	6.4	6.4	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)				k	
8745	6.34	6.45		6.4	6.3 (6.4)	6.5 (6.6)	0	0	(0-1)	1	1				k	

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brusning med Syre	Azotobacter- vegetation	Comber-Prøven						Hasenbäume- Prøven	
	Brintelektrode, Opsl.	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.			Vædske I			Vædske II				
		Opsl.	Fil- trat						1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag		
Lerjorder.																
7222		6.33	6.32	6.4	6.4		0	0	(0-1)	1	(1-2)					k
8412	6.30	6.18		6.2	6.2	6.3	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)	(1-2)	(1-2)	1		c
6862	6.30	6.38	6.46	6.4	6.4		0	0								
8733	6.28	6.25		6.2	6.2	6.3	0	0	(0-1)	1	(1-2)					
8873	6.22	6.30		6.2	6.4	6.4	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)					c
8881	6.20	6.18		6.2	6.2	6.2	0	0	(0-1)	(0-1)	1					k
6693		6.13	6.13	6.1	6.2		0	0	(0-1)	1	1					c
15401	6.08	6.29		6.0 ¹⁾	6.2	6.3	0	0	(0-1)	1	1					k
15194	6.06	6.00		6.1	6.0 (6.0)	6.2 (6.2)	0	1	(0-1)	1	(1-2)					k
6715	6.06	6.05		6.2	6.0	6.0	0									
7164	6.00	6.10	6.10	6.1	6.1		0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
8518	5.87	5.94		5.8	5.9	5.9	0	0	(0-1)	1	(1-2)					k
7497	5.86	5.96	6.14	6.0	6.1		0	0								
7219		5.85	5.96	6.0	6.0		0	0								
6757		5.77	5.80	5.6	5.7		0									
8905	5.76	5.78		5.8	5.9	6.0	0	0	(1-2)	(2-3)	3					k
6994	5.75	5.75	5.54	5.6	5.6		0	0	(1-2)	2	3					k
7241		5.72	5.84	5.8	5.8		0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
7170		5.68	5.77	5.7	5.8		0									
15561	5.64	5.80		6.1	5.4 ¹⁾	6.0	0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
6993		5.60		5.5	5.5	5.6	0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
7214	5.59	5.59	5.70	5.7	5.8		0	0	1	1	1					k
7166		5.58	5.66	5.6	5.6		0	0	(1-2)	(2-3)	(2-3)					k
6795		5.58	5.60	5.4	5.4		0									
6762	5.44	5.46		5.4	5.5		0									
15342	5.40	5.48		5.5	5.6	5.6	0	0	1	(1-2)	(1-2)					k
8906	5.30	5.48		5.7	6.0	5.6	0	0	(1-2)	(2-3)	3					k
8424	5.28	5.32		5.2	5.7	5.6	0	0	(1-2)	2	(2-3)					k
8907	5.18	5.36		5.2 ¹⁾	5.5	5.6	0	0	(1-2)	2	3					k
8737	5.14	5.20		5.5	5.6	5.4	0	0	(1-2)	2	(2-3)					k
8794	5.12	5.24		5.3	5.2	5.4	0	0	2	3	3					k

Tabel 2 (fortsat).

Nr.	p _H , elektro- metrisk			p _H , kolori- metrisk			Brosn. med Syre Azotobacterveget.	Comber-Prøven						Hasenbåmer- Prøven	
	Brint- elektrode	Kin- hydron- elektrode		Opsl.	Filtrat	Centrif.		Vædske I			Vædske II				
		Opsl.	Fil- trat					1. Dag	2. Dag	3. Dag	1. Dag	2. Dag	3. Dag		
Klægjorder.															
Marskjorder fra Ribe-, Ballum- og Tønder-Marsken	IV b	8.62	8.52		u ¹⁾	7.4 ²⁾	8.0	4	4	0	0	0			g
	III a	8.32	8.26		7.6	7.6	7.4	4	4	0	0	0			g
	I b	8.20	8.10		8.0	7.7	7.6	4	4	0	0	0			g
	V a	8.18	8.24		u	7.8	7.3	2	4	0	0	0			g
	I a	8.00	7.88		7.8	7.4	7.3	2	4	0	0	0			g
	10 b	7.85	7.80		u	u	u	0	4	0	0	0			o
	11 a	7.80	7.86		u	u	u	0	4	0	0	0			bg
	VI a	7.72	7.80		7.8	7.3	7.2	2	4	0	0	0			g
	VI b	7.72	7.78		u	6.6 ²⁾	7.1	0	4	0	0	0			c
	IV a	7.62	7.94		u	7.1	7.0	0	4	0	0	0			bg
	II a	7.46	7.54		u	7.3	7.0	0	4	0	0	0			g
	12 b	7.22	7.34		u	u	u	0	0	1	1	1			k
	10 a	7.18	7.46		u	u	u	0	0	(0-1)	(0-1)	(0-1)			c
	VII a	7.10	7.14		6.8	6.5 ²⁾	6.9	0	1	0	(0-1)	(0-1)			c
	12 a	7.00	7.00		u	u	u	0	0	2	2	2			k
	9 b	6.84	6.90		u	u	6.7	0	0	1	1	1			k
13 a	6.76	6.82		u	u	u	0	0	1	2	2			k	
9 a	6.58	6.66		u	u	u	0	0	1	2	2			k	
8 a	6.54	6.60		u	u	u	0	0	1	(1-2)	(1-2)			k	

Humusjorder.

Sandbl. Humusjord	6.87	6.76													
do.	6.58	6.72													
do.	5.96	6.04		5.7						(0-1)					c
do.	5.68	5.60		5.5	5.7					(0-1)					c
Lavmosetørv, Askov	5.84	5.72			5.7			0	0	0	0	0			c
Sandbl. Humusjord	5.54	5.52		5.5	5.7			0	0	2					c
Lavmosetørv,															
Gelleruplund ...	5.20	5.18			5.7			0	0	1					c
Lerbl. Humusjord.	5.09	5.14		5.2	5.6			0	0	3					k
Lavm.tørv, Tylstrup	5.06	5.14			5.4			0	0	(1-2)	(1-2)	(1-2)			k
Humusjord	4.76	4.70													
do.	4.70	4.78													
do.	4.23	4.22													
Højmt.tørv, Vildmose	4.12	4.24			<5.2			0	0	1	1	1			k
Højmt.tørv, Knudem.	4.10	4.26			<5.2			0	0	2					k
Højmosetørv, Askov	3.58	3.68			<5.2			0	0	1	1	1			k

¹⁾ u betegner, at Vædsken er saa uklar, at en kolorimetrisk Bestemmelse er uigennemførlig.

²⁾ Noget uklar, Bestemmelsen mindre sikker.

Som det fremgaar af Tabel 2, stemmer disse næsten altid temmelig nøje overens. Gennemgaaende er p_H -Værdierne lidt højere ved Kinhydron- end ved Brintelektroden; de gennemsnitlige p_H -Værdier er henholdsvis 6.77 og 6.72, en Forskel, der ved Jordbundsundersøgelsen maa betegnes som ret uvæsentlig.

Som allerede bemærket maa Aarsagen til denne Forskel antages at være, at der ved Brintelektrode-Metoden undertiden er gaaet smaa Mængder Kaliumklorid over i Jordopslemningen.

At Tilsætning af Kaliumklorid til Jordopslemningen i væsentlig Grad kan forøge dennes Brintionkoncentration, véd vi fra tidligere Undersøgelser (1) med Hasenbäumerprøven; men for nærmere at afgøre den Indflydelse, som ogsaa ganske smaa Mængder af dette Salt udøver paa Opslemningernes Reaktion, er der gjort Forsøg med direkte Tilsætning af saadanne.

Tabel 3. Undersøgelse over Klorkaliums Indvirkning paa Brintionkoncentrationen i Jordopslemninger.

Nr.	p_H i Jordopslemning, 20 cm ³ Vædske 5 g Jord. (Kinhydronelektroden)						
	Udkogt dest. Vand	$\frac{1}{400}$ m. KCl.	$\frac{1}{200}$ m. KCl.	$\frac{1}{100}$ m. KCl.	$\frac{1}{40}$ m. KCl.	$\frac{1}{10}$ m. KCl.	1.5 m. KCl.
10106	8.11	8.00	7.90	7.84	7.70	7.58	7.44
10087	7.94	7.60	7.60	7.42	7.50	7.33	7.25
10080	7.43	6.92	7.08	7.04	6.82	6.73	6.65
9391	7.26	7.10	6.78	6.68	6.60	6.52	6.34
10091	7.06	7.08	6.94	6.78	6.69	6.62	6.58
6503	6.78	6.48	6.22	6.12	5.98	5.82	5.62
9401	6.60	6.51	6.50	6.40	6.30	6.15	5.88
6370	6.08	5.60	5.36	5.20	5.06	4.88	4.64
10081	5.97	6.05	5.97	5.96	5.88	5.36	6.02
10104	4.95	4.38	4.30	4.10	4.10	4.11	4.05

Af Resultaterne af denne Undersøgelse, der er meddelte i Tabel 3, fremgaar det, at selv meget smaa Mængder Kaliumklorid (1 Draabe af den i Forbindelsvædsken indeholdte stærke Opløsning af Kaliumklorid vil indeholde mindst lige saa meget af dette Stof, som 1 cm³ $\frac{1}{50}$ m KCl) er i Stand til at foranledige en kendelig Formindskelse af Reaktionstallene, og naar dette er Tilfældet, maa det betegnes som sandsynligt, at de ved Kinhydronelektroden under de givne Forhold fundne p_H -Værdier er rigtigere end de ved Brintelektroden fundne.

Kaliumkloridets Virkning i den nævnte Henseende er væsentlig forskellig ved de forskellige Jorder.

I Tabel 2 er meddelt Resultaterne af en Række elektrometriske Bestemmelser af Brintionkoncentrationen i Filtrater eller Centrifugater, fremkomne ved Filtrering eller Centrifugering straks og efter et Døgns Henstand af de paagældende Jordopslemninger, og som det vil ses, er p_H -Værdien omtrent ens i begge Tilfælde. En tilsvarende Undersøgelse er, ligeledes med Anvendelse af Kinhydronelektroden, gjort for Jordopslemningers Vedkommende, og Resultaterne af denne Undersøgelse, der er meddelt i Tabel 4, viser ligeledes, at Henstanden ikke har udøvet nogen sikker paaviselig Indflydelse paa Jordvædskenes Brintionkoncentration.

Tabel 4. p_H Værdier, maalt elektrometrisk i Jordopslemninger straks og efter 1 Døgns Henstand (Kinhydronelektroden).

Nr.	p_H i Opslemning	
	Straks	Efter 1 Døgns Henstand
6593	8.18	8.14
6541	7.95	7.93
15578	7.72	7.65
8894	7.61	7.62
9716	7.38	7.34
9843	6.86	6.86
6148	6.37	6.37
6631	5.96	6.10
16376	5.27	5.03
16375	4.43	4.45

Medens Kinhydronelektroden saaledes ved alle de af os undersøgte danske Jorder har vist sig udmærket anvendelig, har den svigtet ved en Undersøgelse af nogle til Laboratoriet indsendte Jordprøver fra en Kaffeplantage i Afrika. De paagældende Prøver er udprægede Lateritjorder, stærkt brunrøde og meget rige paa Jærnhydroksyd. De, med Anvendelse af forskellige Fremgangsmaader, udførte p_H -Bestemmelser gav de i Tabel 5 anførte Resultater.

Som det vil ses, er de ved Brugen af Brintelektroden i Jordopslemning og Kinhydronelektroden i Filtrat fundne Reaktionstal i indbyrdes god Overensstemmelse, ligesom disse Tal stemmer ret godt overens med de ved den kolorimetrisk Maaling fundne, naar Ekstrakterne har været tilstrækkelig klare til at muliggøre en sikker Farvebestemmelse (bedst er Overensstemmelsen, naar den kolorimetrisk Bestemmelse er foretaget i Centrifugater), hvorimod Kinhydronelektroden, anvendt i Jordopslemninger, giver meget højere, og efter alt at dømme, for høje Reaktionstal. Aarsagen til dette Forhold er endnu ikke nærmere undersøgt.

Tabel 5. Elektrometriske og kolorimetriske p_H -Bestemmelser i Jorder fra en afrikansk Kaffeplantage.

Jordprøvens Nr.	p_H , elektrometrisk			p_H , kolorimetrisk		
	Brint-elektrode, Jordopsl.	Kinhydronelektrode		Opslemning	Filtrat	Centrifugat
		Jordopsl.	Filtrat			
6	7.16	8.37	7.03	7.1	6.3 ¹⁾	6.9
4	7.13	8.64	6.82	6.6 ¹⁾	6.0 ¹⁾	6.8
11	6.94	8.33		6.7 ¹⁾	6.3 ¹⁾	6.8
2	6.66	8.08	6.66	6.6	6.2 ¹⁾	6.6
5	6.60	8.25	6.41	6.5	6.0 ¹⁾	6.5
3	6.40	7.98		6.3	6.0	6.4
7	6.30	7.93	6.25	6.1	6.1	6.2
10	6.10	8.02		5.9	6.0	6.2
8	5.94	7.82	5.99	5.8	5.9	6.0
9	5.80	8.00	5.86	5.9	5.9	6.0

Vi skal dernæst gaa over til at betragte Forholdet mellem de ved de elektrometriske og kolorimetriske Maalinger fremkomne Resultater (Tabellerne 2 og 6). Man lægger her straks Mærke til det foran omtalte Forhold, at den elektrometriske Maaling for de neutralt til alkalisk reagerende Jorder (Reaktionstal 7 og derover) gennemgaaende giver væsentlig højere Reaktionstal end den kolorimetriske²⁾. Forskellen har i flere Tilfælde været over en hel p_H -Enhed og er sædvanlig desto større, jo mere alkalisk Jorden er (Tabel 6).

Ved Reaktionstal under 7 er Overensstemmelsen mellem den elektrometriske og kolorimetriske Maaling langt bedre og oftest tilfredsstillende, og navnlig gælder dette, naar den sidstnævnte er foretaget i Centrifugater. I det hele taget er de ved den kolorimetriske Maaling i Centrifugater fundne Reaktionstal i noget bedre Overensstemmelse med de elektrometriske Maalinger end de Reaktionstal, der fremkommer ved kolorimetrisk Maaling i Jordopslemninger eller Filtrater, mellem hvilke For-

¹⁾ Vædsken noget uklar, Bestemmelsen derfor mindre sikker.

²⁾ I et efter Afslutningen af denne Undersøgelse fremkommet Arbejde ses *J. L. Gainey* (8) ved en Undersøgelse, omfattende et stort Antal Jorder fra Kansas (Nordamerika), at være kommet til lignende Resultater, uden at han dog selv synes at være opmærksom paa, at de alkalisk reagerende Jorder udviser et andet Forhold mellem de kolorimetrisk og elektrometrisk bestemte Reaktionstal end de øvrige Jorder.

Tabel 6. Oversigt over Resultaterne af den elektrometriske og kolorimetriske Maaling af Brintionkoncentrationen.

Elektrometr. Reaktionsbes. (Kinhydron- elektroden)		Kolorimetriske Bestemmelser											
		Jordopslemning				Filtrat				Centrifugat			
		Afgivelser i p_H fra elektrom. Maaling				Afgivelser i p_H fra elektrom. Maaling				Afgivelser i p_H fra elektrom. Maaling			
Antal Jorder, i alt	p_H	Antal Jorder, i alt				Antal Jorder, i alt				Antal Jorder, i alt			
		Største Afgivelse	Mindste Afgivelse	Gennem- snitl. Afv.		Største Afgivelse	Mindste Afgivelse	Gennem- snitl. Afv.		Største Afgivelse	Mindste Afgivelse	Gennem- snitl. Afv.	
15	8.5—8.0	15	÷ 0.98	÷ 0.08	0.59	15	÷ 0.98	÷ 0.28	0.69	11	÷ 1.18	0	0.51
7	7.9—7.8	7	÷ 1.14	÷ 0.18	0.69	7	÷ 0.75	÷ 0.30	0.55	3	÷ 0.60	÷ 0.32	0.48
6	7.7—7.6	6	÷ 1.24	÷ 0.44	0.73	6	÷ 1.12	÷ 0.58	0.78	5	÷ 0.78	÷ 0.63	0.70
10	7.5—7.4	10	÷ 0.72	0	0.33	10	÷ 0.82	÷ 0.12	0.40	7	÷ 0.52	÷ 0.10	0.29
9	7.3—7.2	9	÷ 0.76	÷ 0.42	0.59	9	÷ 0.80	÷ 0.30	0.50	4	÷ 0.48	÷ 0.30	0.38
15	7.1—7.0	15	÷ 0.79	÷ 0.10	0.40	15	÷ 0.70	÷ 0.10	0.39	9	÷ 0.44	0	0.24
13	6.9—6.8	13	÷ 0.51	0	0.25	13	÷ 0.54	0	0.28	6	÷ 0.24	0	0.08
20	6.7—6.6	20	÷ 0.44	0	0.17	20	÷ 0.48	0	0.15	9	÷ 0.32	0	0.07
16	6.5—6.4	16	÷ 0.39	0	0.16	16	÷ 0.39	0	0.10	8	÷ 0.29	0	0.08
17	6.3—6.2	17	÷ 0.44	0	0.09	17	÷ 0.33	0	0.10	9	÷ 0.18	0	0.04
12	6.1—6.0	12	÷ 0.24	0	0.08	12	÷ 0.20	0	0.05	7	÷ 0.12	0	0.06
9	5.9—5.8	9	÷ 0.30	0	0.10	9	÷ 0.40	0	0.13	6	÷ 0.24	0	0.15
8	5.7—5.6	8	÷ 1.22	0	0.10	8	÷ 0.19	0	0.09	2	÷ 0.22	0	0.11
7	5.5—5.4	7	÷ 0.22	0	0.07	7	÷ 0.52	0	0.17	3	÷ 0.12	÷ 0.10	0.11
5	5.3—5.2	5	÷ 0.30	0	0.14	5	÷ 0.38	0	0.20	4	÷ 0.28	÷ 0.16	0.22
1	< 5.2												

skellen i Reglen kun er ringe. I de Tilfælde, hvor Opslemningerne ikke efter 1 Døgns Henstand klares tilstrækkeligt til at muliggøre en sikker Farvebestemmelse, maa Centrifugering da foretrækkes for Filtrering.

Ved den kolorimetriske Maaling opnaar man, i Henhold til saavel de ved denne som ved de tidligere paa Statens Planteavls-Laboratorium udførte Undersøgelser (1), kun rent undtagelsesvis højere Reaktionstal end 7.6. I Henhold til den sidstnævnte Undersøgelse har af 5000 vilkaarlig udvalgte Agerjorder (Mineraljorder) 103 haft Reaktionstallet 7.6, medens Reaktionstallet 7.8 kun optræder ved 3 Jorder og Reaktionstallet 8, der er Maksimum, kun ved 1 Jord. Da p_H -Værdien i en Opslemning af Calciumkarbonat i Vand ved Luftens Kulsyre-spænding ligger ved ca. 8.4 og der saaledes — i Overensstemmelse

med de her foreliggende Resultater af de elektrometriske Maalinger — maa antages at være Mulighed for Forekomsten af Jorder med betydelig mere alkalisk Reaktion, end der svarer til p_H -Værdien 7.6, leder dette pludselige Fald i Reaktionskurven uvilkaarlig Tanken hen paa, at en eller anden Faktor har grebet regulerende ind.

En saadan Faktor maa Kulsyren antages at være. Det maa i denne Forbindelse erindres, at den elektrometriske Maaling foregaar i Vædske, der, naar Brintelektroden anvendes, er helt kulsyrefri (som Følge af den stadige Brintgennemledning), og naar Kinhydronelektroden anvendes, er omtrent kulsyrefri (Opslemningen er foretaget i udkogt, destilleret Vand), medens den kolorimetriske Maaling er foregaaet i en Vædske med tilnærmelsesvis samme Kulsyrespænding som den omgivende Luft. Men af væsentlig større Betydning er dog sandsynligvis det Forhold, at de klare Jordekstrakter, der jo er en nødvendig Forudsætning for Gennemførelsen af den kolorimetriske Maaling, saa godt som altid vil være i Besiddelse af en yderst ringe Stødpudevirkning, hvorfor den omgivende Kulsyre i væsentlig Grad kan paavirke disses Brintionkoncentration. Denne Indflydelse vil være desto mere fremtrædende, jo mere alkalisk Jordvædsken er. At det er Forhold af denne Art, der gør sig gældende, synes da ogsaa tydeligt at fremgaa af de i Tabel 2 anførte Resultater af de elektrometriske Bestemmelser af Filtraternes Reaktion, der gennemgaaende viser en nøje Overensstemmelse med Resultaterne af de i disse udførte kolorimetriske Maalinger.

Da det kunde tænkes, at Tilsætningen af Kinhydron til Filtraterne af de alkalisk reagerende Filtrater, som Følge af disses yderst ringe Stødpudevirkning, kunde være i hvert Fald delvis betingende for de her fundne forholdsvis lave Reaktions-tal, er der foretaget den i Tabel 7 refererede Undersøgelse, ved hvilken den elektrometriske Maaling af Filtraternes Brintionkoncentration er foretaget med Anvendelse af baade Kinhydronelektroden og Brintelektroden. I sidstnævnte Tilfælde overføres der, bortset fra Brint, ikke fremmede Stoffer i den Vædske, der skal undersøges. Denne Undersøgelse er kombineret med en direkte Undersøgelse af den Indflydelse, som Luftkulsyren udøver paa alkaliske Jordekstrakters Brintionkoncentration. Fremgangsmaaden var følgende: Hver især af de undersøgte 6 Jorder overførtes i to store Reagensglas, indeholdende udkogt, de-

stilleret Vand (20 g Jord og 80 cm³ Vand). Det ene af Glassene tilproppedes ikke, det andet lukkedes med en dobbelt, gennem-boret Gummiprop. I den ene af Genemboringerne anbragtes et Absorptionsapparat med Natronkalk for at forhindre Luftkulsyren i at komme i Forbindelse med Vædsken, og i det andet anbragtes et Glasrør, der sænkedes ned midt i Vædsken, og hvis øverste Ende afspærredes for Lufttilgang ved Hjælp af en med Klemhane forsynet Gummislange. Efter to Dages Henstand til Klaring sugedes den omtrent klare Ekstrakt gennem Glasrøret over i det som Elektrodekar anvendte Reagensglas, og den elektrometriske Maaling udførtes straks ved Hjælp af Kinhydronelektroden. Den klare Vædske i det ikke tilproppe-de Kontrolglas dekanteredes direkte over i Elektrodekarret. I begge Tilfælde erstattedes den fjærnedes Vædske med udkogt destilleret Vand, og efter Sammenrystning bestemtes Brintion-koncentrationen i Opslemningen. For alle de undersøgte Jor-ders Vedkommende er der til Sammenligning desuden straks foretaget en kolorimetrisk p_H -Bestemmelse saavel i Opslemning som i Filtrat. Resultaterne af disse forskellige Undersøgelser er meddelte i Tabel 7.

Tabel 7. Undersøgelser vedrørende Brintionkoncentra-tionen i klare Jordekstrakter og i Jordopslemning.

Nr.	p_H , elektrometrisk							p_H , kolori- metrisk	
	I Op- slem- ning, straks	I Dekantat efter 2 Dages Hen- stand til Klaring		Efter fornyet Vandtilsætning og Opslemning		I Filtrater		I Fil- trat	I Op- slem- ning
		Kinhydronelektroden				Kin- hydron- elek- trode	Brint- elek- trode		
		I aabent Glas	I lukket Glas	I det aabne Glas	I det lukkede Glas				
9793	8.35	7.36	7.66	8.20	8.22	7.50	7.55	7.5	7.4
9547	8.30	7.05	7.28	8.20	8.22	7.26	7.25	7.2	7.4
9526	8.25	7.48	7.50	7.90	7.99	7.55	8.15	7.6	7.4
9787	8.16	6.97		8.23		6.85	7.16	6.9	7.1
10060	8.15	7.19	7.38	7.98	7.98	7.44	7.48	7.3	7.4
9543	8.10	7.31		8.22		7.33	7.36	¹⁾	7.4
9533	8.07	7.38	7.58	7.78	7.83	7.60	7.63	7.7	7.3
9791	8.03	7.27	7.67	7.94	7.99	7.21	7.20	7.2	7.3

¹⁾ Filtratet saa uklart, at kolorimetrisk Maaling er uigennemførlig.

For Filtraternes Vedkommende stemmer de med den kolorimetriske Metode og Kinhydronelektroden fundne Reaktionstal i alle Tilfælde overens, og endvidere er Overensstemmelsen mellem de ved de to elektrometriske Metoder i 6 af 8 Tilfælde fuldstændig. I to Tilfælde er de med Brintelektroden i Filtrat bestemte Reaktionstal højere end de ved den kolorimetriske Metode og Kinhydrometoden fundne, et Forhold, der maa antages at bero paa, at disse Filtrater har indeholdt kendelige Mængder Kulsyre hidrørende fra Jorden. Ved Anvendelse af Brintelektroden uddrives, som nævnt, al Kulsyre, medens dette ikke finder Sted ved Anvendelse af Kinhydronelektroden.

Ogsaa af denne Undersøgelse fremgaar det, at Reaktions-tallene i den over Jorden staaende mere eller mindre klare Vædske (Dekantaterne) er væsentlig lavere end de, der er fundne i Opslemningen af Jord og Vand, men at de stemmer ret nøje overens med de i Filtraterne fundne Reaktionstal. Slemmes Jorden op paany, finder man igen de for Jordopslemningerne karakteristisk høje Reaktionstal.

Saa vel af disse som af de i Tabel 2 refererede Undersøgelser fremgaar det da, at den kolorimetriske Metode i Virkeligheden giver rigtige Udtryk for Jordekstrakternes Brintionkoncentration i det givne Øjeblik, og naar disse Resultater alligevel ikke i alle Tilfælde lader sig direkte overføre paa Jordopslemninger, i hvilke de elektrometriske Maalinger jo foretages, beror dette paa, at disse sidste i Modsætning til de klare Ekstrakter, der jo, som gentagne Gange nævnt, er en Forudsætning for, at den kolorimetriske Metode kan bringes i Anvendelse, er i Besiddelse af en betydelig Stødpudevirkning, der ophæver eller modvirker den nævnte Indflydelse af Kulsyren.

Med Hensyn til Undersøgelsen af Kulsyrens Indflydelse viser det sig, at Dekantaterne fra de lukkede Glas i alle Tilfælde har noget højere Reaktionstal end Dekantaterne fra de aabne Glas; men disse Tal er dog stadig betydelig lavere end Jordopslemningernes Reaktionstal, hvad der kunde tyde hen paa, at ogsaa andre Faktorer end Kulsyren her kan gribe bestemmende ind. Muligvis er den af Jorderne under Henstanden udviklede Kulsyre ogsaa af Betydning i den nævnte Henseende. Hele dette, navnlig for den kolorimetriske Bestemmelse af Jord-

reaktionen betydningsfulde, Spørgsmaal bør gøres til Genstand for en speciel Undersøgelse.

I Tabellerne 8—10 er der foretaget en Sammenstilling af Resultaterne af de med Kinhydronelektroden foretagne elektrometriske Bestemmelser af Jordreaktionen og Resultaterne af Azotobacter-, Hasenbäumer- og Comber-Prøven.

Tabel 8. Forholdet mellem den ved Azotobacterprøven opnaaede Azotobacterudvikling og de ved den elektrometriske Maaling bestemte Reaktionstal.

p _H	Antal Jor-der, i alt	Antal Jorder med Azotobacter-vegetation			p _H	Antal Jor-der, i alt	pCt. Jorder med Azotobactervegetation			
		0	1—2	3—4			0	1—2	3—4	1—4
8.5—8.0	35	0	0	35	8.5—8.0	35	0	0	100	100
8.0—7.9	27	0	0	27	8.0—7.8	49	0	0	100	100
7.9—7.8	22	0	0	22						
7.8—7.7	13	0	0	13	7.8—7.6	24	0	0	100	100
7.7—7.6	11	0	0	11						
7.6—7.5	14	0	1	13	7.6—7.4	33	0	9.1	90.9	100
7.5—7.4	19	0	2	17						
7.4—7.3	23	1	6	16	7.4—7.2	32	6.2	18.8	75	93.8
7.3—7.2	9	1	0	8						
7.2—7.1	26	3	5	18	7.2—7.0	52	13.5	28.8	57.7	86.5
7.1—7.0	26	4	10	12						
7.0—6.9	15	4	4	7	7.0—6.8	36	25	25	50	75
6.9—6.8	21	5	5	11						
6.8—6.7	32	17	9	6	6.8—6.6	75	60	20	20	40
6.7—6.6	43	28	6	9						
6.6—6.5	41	31	6	4	6.6—6.4	74	81.1	12.2	6.7	18.9
6.5—6.4	33	29	3	1						
6.4—6.3	30	27	1	2	6.4—6.2	68	86.8	8.8	4.4	13.2
6.3—6.2	38	32	5	1						
6.2—6.1	42	36	4	2	6.2—6.0	66	89.4	7.6	3.0	10.6
6.1—6.0	24	23	1	0						
6.0—5.9	17	15	2	0	6.0—5.8	40	95	5	0	5
5.9—5.8	23	23	0	0						
Under 5.8	57	57	0	0	Under 5.8	57	57	100	0	0

Da det med Henblik paa en eventuel Anvendelse af den elektrometriske Reaktionsbestemmelse ved Kalktrangsundersøgelsen er af Vigtighed saa nøjagtigt som muligt at faa bestemt de p_H-Omraader, inden for hvilke Azotobacterudvikling enten aldrig

eller altid forekommer, er der udført en Undersøgelse (kun omfattende elektrometrisk Reaktionsbestemmelse og Azotobacter-prøven) af yderligere ca. 500 Agerjordsprøver, hvis Resultater tilligemed de i Tabel 2 opførte er opgjorte i Tabel 8.

Tabel 9. Forholdet mellem Resultaterne af den elektrometriske p_H -Bestemmelse og af Hasenbäumer-Prøven.

p_H	Antal Jorder, i alt	Antal Jorder med Hasenbäumer-Reaktionen					p_H	Antal Jorder, i alt	pCt. Jorder med Hasenbäumer-Reaktionen							
		Karmin	Cinnober	Orange	Brungul	Gul			Karmin	Cinnober	Orange	Brungul	Gul	Karmin-Cinnober	Orange	Brungul-gul
8.5—8.0	15	0	0	0	0	15	8.5—8.0	15	0	0	0	0	100	0	0	100
7.9—7.8	7	0	0	0	0	7	7.9—7.6	12	0	0	8.3	25	66.6	0	8.3	91.7
7.7—7.6	5	0	0	1	3	1										
7.5—7.4	8	0	0	1	3	4	7.5—7.2	17	0	0	23.5	53	23.5	0	23.5	76.5
7.3—7.2	9	0	0	3	6	0										
7.1—7.0	12	0	1	7	2	2	7.1—6.8	25	0	24	32	32	12	24	32	44
6.9—6.8	13	0	5	1	6	1										
6.7—6.6	17	0	7	6	2	2	6.7—6.4	31	16.1	32.2	32.2	6.5	13	48.3	32.2	19.5
6.5—6.4	14	5	3	4	0	2										
6.3—6.2	15	3	10	1	1	0	6.3—6.0	26	38.5	53.9	3.8	3.8	0	92.4	3.8	3.8
6.1—6.0	11	7	4	0	0	0										
5.9—5.8	6	4	2	0	0	0	5.9—5.6	12	83.5	16.5	0	0	0	100	0	0
5.7—5.6	6	6	0	0	0	0										
5.5—5.4	5	5	0	0	0	0										
5.3—5.2	5	5	0	0	0	0	Under 5.6	11	100	0	0	0	0	100	0	0
Under 5.2	1	1	0	0	0	0										

I Overensstemmelse med de tidligere Undersøgelser (1) viser det sig, at Surhedsgrænsen for Azotobacterudvikling ligger ved Reaktionstallet 6.0. I to Tilfælde er der fremkommen en svag Azotobacterudvikling ved et Reaktions-tal af 5.9. Men medens der ved de tidligere, efter den kolori-metriske Metode udførte Undersøgelser, altid er konstateret Azo-tobacterudvikling ved Reaktionstal over 6.8, skal man ved An-vendelse af den elektrometriske Metode i Henhold til de her foreliggende Resultater helt op til 7.4 for at være sikker paa i alle Tilfælde at faa Azotobacterudvikling, et Forhold, der jo finder sin Forklaring i det foran omtalte.

I tre fornylig fremkomne Arbejder af *W. Johnsen* og *Ch. Lipman* (7) og *P. L. Gainey* og *G. W. Batchelor* (8 og 9) vedrørende *Azotobacters* Forhold over for Næringssubstratets Brintionkoncentration er fundet nøjagtig samme Surhedsgrænse for *Azotobacter*udviklingen som ved disse Undersøgelser. *Johnsen* og *Lipman* angiver saaledes, at der ikke foregaar *Azotobacter*udvikling ved p_H under 6, og *Gainey* og *Batchelor* angiver, at Reaktionstallene 5.9—6.0 markerer Surhedsgrænsen for *Azotobacter*udvikling.

Tabel 10. Forholdet mellem Resultaterne af den elektrometriske p_H Bestemmelse og af Comber-Prøven med Vædske I.

p _H	Antal Jorder, i alt						p _H	pCt. Jorder med Comberreaktion							
	Antal Jorder, i alt	Antal Jorder med Comberreaktion						Antal Jorder, i alt	Antal Jorder med Comberreaktion						
		farveløs	meget svag rød	svag rød	rød	mørkerød			farveløs	meget svag rød	svag rød	rød	mørkerød	farveløs—meget svag rød	tydelig rød
	(0)	(0-1)	(1)	(1-2)	(2)		(0)	(0-1)	(1)	(1-2)	(2)	0- (0-1)	(1 og der-over		
8.5—8.0	15	15	0	0	0	0	8.5—8.0	15	100	0	0	0	0	100	0
7.9—7.8	7	7	0	0	0	0	7.9—7.8	13	100	0	0	0	0	100	0
7.7—7.6	6	6	0	0	0	0									
7.5—7.4	8	8	0	0	0	0	7.5—7.2	17	100	0	0	0	0	100	0
7.3—7.2	9	9	0	0	0	0									
7.1—7.0	10	10	0	0	0	0	7.1—6.8	22	91	9	0	0	0	100	0
6.9—6.8	12	10	2	0	0	0									
6.7—6.6	16	11	5	0	0	0	6.7—6.4	29	59	41	0	0	0	100	0
6.5—6.4	13	6	6	0	1	0									
6.3—6.2	16	3	10	3	0	0	6.3—6.0	26	19	42	31	8	0	61	39
6.1—6.0	10	2	1	5	2	0									
5.9—5.8	5	1	0	1	2	1	5.9—5.6	11	9	0	9	55	27	9	91
5.7—5.6	6	0	0	0	4	2									
5.5—5.4	5	0	0	0	2	3	Under 5.6	11	0	0	0	27	73	0	100
Under 5.4	6	0	0	0	1	5									

For Hasenbäumer-Prøvens Vedkommende viser den i Tabel 9 givne Oversigt, at Gulfarvning — brungul eller gul — aldrig fremkommer ved Reaktionstal under 6.2, og at tydelig Rødfarvning — Cinnober og Karmin — altid fremkommer ved Reaktionstal under 5.8. De to sidstnævnte Farver begynder først at optræde ved Reaktionstal under henholdsvis 7.2 og 6.6.

Tabel 11. Forholdet mellem Resultaterne af den elektrometriske p_H -Bestemmelse og af Comber-Prøven med Vædske II.

p_H	Antal Jorder, i alt	Antal Jorder med Comberreaktion					p_H	Antal Jorder, i alt	pCt. Jorder med Comberreaktion						
		farveløs	meget svag rød	svag rød	rød	mørkerød			farveløs	meget svag rød	svag rød	rød	mørkerød	ingen—meget svag rød	tydelig rød
		(0)	(0-1)	(1)	(1-2)	(2)			(0)	(0-1)	(1)	(1-2)	(2)	0- (0-1)	(1 og der-over)
8.5—8.0	15	10	4	1	0	0	8.5—8.0	15	67	27	6	0	0	93	6
7.9—7.8	7	4	2	1	0	0	7.9—7.6	11	46	45	9	0	0	91	9
7.7—7.6	4	1	3	0	0	0									
7.5—7.4	8	2	5	1	0	0	7.5—7.2	15	13	67	13	7	0	80	20
7.3—7.2	7	0	5	1	1	0									
7.1—7.0	11	1	2	8	0	0	7.1—6.8	19	11	37	47	5	0	48	52
6.9—6.8	8	1	5	1	1	0									
6.7—6.6	7	0	2	4	1	0	6.7—6.4	13	8	23	38	31	0	31	69
6.5—6.4	6	1	1	1	3	0									
6.3—6.2	4	0	2	1	1	0	6.3 6.0	8	0	38	37	25	0	38	62
6.1—6.0	4	0	1	2	1	0									
Under 6.0	1	0	0	1	0	0									

Ved Comberprøven i Vædske I er Reaktionen »farveløs« (efter 2 Døgns Henstand) fremkommen ved alle Jorder med Reaktionstal over 6.9. »Svag Rødfarvning« optræder først ved Reaktionstal under 6.4 og udpræget Rødfarvning (»rød« og »mørkerød«) begynder først at vise sig ved Reaktionstal under 6.6 og fremkommer altid, naar Reaktionstallet ligger under 5.8. Og hvad endelig Comberprøven i Vædske II angaar, viser det sig, at Rødfarvning optræder i alle Reaktionsgrupper, men dog kun sjældent ved Reaktionstal over 7.5. Ved Reaktionstal under 6.4 er Reaktionen farveløs ikke i noget Tilfælde fremkommet.

Undersøgelsens Hovedresultater og disses Udnyttelse.

1) Ved den elektrometriske Maaling af Opslemninger af et stort Antal danske Jorder af vidt forskellig Beskaffenhed har Kinhydronelektroden med Hensyn til Nøjagtighed fuldt ud

staaet paa Højde med den hidtil almindelig anvendte Brint-elektrode.

2) Den elektrometriske Bestemmelse af Jordopslemningers Reaktion giver betydelig sikrere Oplysninger om Jordreaktionen end den kolorimetriske Bestemmelse, og i særlig Grad gælder dette de neutralt til alkalisk reagerende Jorder (p_H 7 og derover), for hvis Vedkommende den kolorimetriske Maaling næsten altid giver for lave, i nogle Tilfælde endog meget for lave, Reaktionstal.

3) Dette Forhold synes i første Linie at være betinget af, at de klare Jordekstrakter, der jo er en Forudsætning for, at den kolorimetriske Metode kan anvendes, kun er i Besiddelse af et yderst ringe Stødpudeindhold, hvad der f. Eks. bevirker, at den omgivende Kulsyre i væsentlig Grad kan paavirke disses Brintionkoncentration. Denne Paavirkning er desto større, jo mere alkalisk Jordvædsken er, men Reaktionsbestemmelse i saa stødpudefattige Vædske som vandige Jordekstrakter vil for øvrigt altid være usikker, og i hvert Fald udkræver saadanne Bestemmelser den størst mulige Omhyggelighed og Omtanke.

4) Da Anvendelse af Kinhydronelektroden muliggør en mindst lige saa hurtig Bestemmelse af Jordreaktionen, som der kan opnaas ved de kolorimetriske Metoder, bør den elektrometriske Maaling ogsaa, hvor det drejer sig om Masseundersøgelser, foretrækkes for den kolorimetriske. Ved Statens Planteavls-Laboratorium vil den elektrometriske Reaktionsbestemmelse derfor blive indført ved Kalktrangsundersøgelsen fra 1. Januar 1924.

5) Undersøgelser over Forholdet mellem den ved Azotobacterprøven konstaterede Azotobacterudvikling og de ved den elektrometriske Maaling med Anvendelse af Kinhydronelektroden fundne Reaktionstal viser i Overensstemmelse med tidligere Undersøgelser efter den kolorimetriske Metode, at Surhedsgrænsen for Azotobacterudvikling ligger ved Reaktionstallene 5.9—6.0. Men medens Reaktionstal over 6.8, bestemt efter den sidstnævnte Metode, i alle Tilfælde giver Sikkerhed for, at Jorden er i Besiddelse af Evne til at foranledige en Azotobacterudvikling, maa man, naar den elektrometriske Metode anvendes, helt op til Reaktionstal over 7.3 for at opnaa denne Sikkerhed. I den Vejledning til Forstaaelse af

Kalktrangsundersøgelsernes Resultater, der sammen med disse udsendes til Landmændene, maa der i Henhold hertil indføres følgende Ændring:

Reaktionstal fra 6.1 til 7.5 oplyser intet sikkert om Jordens Kalktrang. Nærmere Vejledning maa her søges i Udfaldet af Azotobacterprøven.

6) Ved den kolorimetriske Bestemmelse af Jordreaktionen har Anvendelsen af Centrifugater gennemgaaende medført en noget bedre Overensstemmelse med den elektrometriske Maaling i Jordopslemninger end Anvendelse af Opslemninger eller Filtrater.

7) Overførelse af selv ganske smaa Mængder af Kaliumklorid i Opslemningen kan i betydende Grad forøge dennes Brintionkoncentration. Da der ved Benyttelse af det almindelig anvendte Apparatur for Brintelektroden er Mulighed for en saadan Overførelse, maa man sandsynligvis heri søge Aarsagen til, at de ved Anvendelse af denne Elektrode fundne Reaktions-tal er lidt lavere end de, der er fremkomne ved Anvendelse af Kinhydronelektroden.

8) Det kan tilraades at benytte almindelige Reagensglas som Elektrodekar. Forbindelsesvædsken maa i saa Tilfælde stivnes ved Hjælp af Agar, hvad der saa godt som fuldstændig forhindrer, at der diffunderer Kaliumklorid ud i Jordopslemningen.

9) Ved de hidtil udførte elektrometriske Maalinger af danske Agerjordes (Mineraljorders) Reaktion varierer Reaktions-tallene mellem 4.4 og 8.5.

10) De foretagne Undersøgelser til Belysning af Forholdet mellem de elektrometrisk bestemte Reaktionstal og Udfaldet af Hasenbäumer- og Comberprøven svarer omtrent til det tidligere ved Anvendelse af den kolorimetriske Reaktionsbestemmelse fundne (se Tabellerne 9—11).

Litteraturfortegnelse.

1. *Harald R. Christensen*: Undersøgelser vedrørende nogle nyere Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion og Kalktrang. Tidsskrift for Planteavl 1923. 28. Bd., S. 733.
2. —, Untersuchungen über einige neuere Methoden zur Bestimmung der Reaktion und des Kalkbedürfnisses des Erdbodens. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1923. XIII Bd. S. 12.
3. *E. Biilmann*: Sur l'hydrogénation des quinhydrones. Annales de Chemie 1923. 9^e s., t XV.

4. *E. Biilmann og H. M. Lund*: Sur l'electrode a quinhydrone. Annales de Chemie 1923. 9^e s., t XVI.
5. *D. J. Hissink*: Circulair van 24. Febr. 1923 from Rijkslandbouwraproefstation, Groningen. Se endv. Chem. Weckblat 19. S. 23.
6. *S. Veibel*: The Quinhydrone Electrode as a Comparison Electrode. Transactions of the Chemical Society 1923. Vol. 123. S. 2203.
7. *H. W. Johnsen og Ch. B. Lipman*: The effect of reaction on the fixation of nitrogen by Azotobacter. University of California Publications in Agricultural Sciences. Vol. 4. S. 397.
8. *P. L. Gainey og H. W. Batchelor*: Influence of the hydrogen-ion concentration on the growth and fixation of nitrogen by cultures of Azotobacter. Journal of Agricultural Research 1923. Vol. XXIV. S. 759.
9. *P. L. Gainey*: Influence of the absolute reaction of a soil upon its Azotobacter flora and nitrogen fixing ability. Journal of Agricultural Research 1923. Vol. XXIV. S. 907.

Summary.

Investigations on the Electrometrical Methods of Determining Reactions of Soils.

1) In electrometrical measurements of mixtures of water and a great number of Danish soils of greatly varying conditions, the quinhydrone electrode, as indicated by Professor *E. Biilmann*, is, as regards accuracy, quite equal to the hydrogen-ion electrode generally used hitherto. (Table 2). However the quinhydrone electrode failed in reaction determinations of a series of soils from a coffee plantation in Africa (lateritic soils, Tables).

2) The electrometrical determination of the reaction of soil-suspensions gives more trustworthy information about the soil reaction, than does the colorimetrical determination. This is particularly applicable in the case of the neutral or alkaline reacting soils (P_h 7 and above) for which the colorimetrical measurement almost always shows too low, — in certain cases, very much too low, — a reaction figure. (Tables 2 and 6).

3) This condition seems primarily due to the fact that clear soil extracts, — presupposed before the colorimetrical method can be used, — only possess a very slight buffer content, and one of the results of this fact is the ability of the encompassing carbonic acid to influence their hydrogen-ion concentration very materially. The more alkaline the soil liquid, the greater is this influence. However reaction determinations in such buffer-poor liquids as aqueous soil extracts will always be uncertain, and such determinations require the very greatest care and reflection.

4) As the quinhydrone electrode method permits of just as quick reaction tests as the colorimetrical method, it should be preferred in mass investigations to that method. Therefore, after January 1, 1924, the

electrometrical reaction method will be used at the State Laboratory for Plant Culture lime-requirement for determining the of soils.

5) Investigations of the relation between azotobacter development according to the azotobacter test, and the reaction figures found by the electrometrical measurements, using the quinhydrone electrode, (Table 8) show, in full accordance with earlier investigations, using the colorimetrical method, that the acidity boundary for azotobacter development lies in the neighborhood of the reaction figure 6. With reaction figures below 5.9 azotobacter development is never observed. However, while the reaction figures above 6.8, determined according to the colorimetrical method, indicate positively in every case that the soil possesses the power to cause azotobacter development, — when the electrometrical method is used, it is necessary to go as high as a reaction figure of 7.4 before the same certainty is reached. In the guide to understanding the results of the lime requirement investigations sent with these to the farmers, the following change should be noted:

A reaction figure from 6.1 to 7.4 indicates nothing certain in regard to the lime requirement of soil. Further information must in such cases be sought through the azotobacter test.

6) In the colorimetrical determination of the soil reaction, the use of centrifugates has usually given a somewhat better agreement with the electrometrical measurement of the soil-suspensions than the use of mixtures of soil and water or filtrates. (Tables 2 and 6).

7) The transference of even very small quantities of potassium chloride can increase hydrogen-ion concentration considerably. (Table 3). As, with the apparatus generally used for the hydrogen electrode, this possibility for transferring very small quantities of potassium chloride to the mixtures of soil and water is present, we doubtless here have the explanation of the fact that the reaction figure found when this method is used is a little lower than the one found with the quinhydrone electrode.

8) In agreement with *E. Büllmann's* proposal, ordinary test-tubes are recommended as electrode vessels. However the binding liquid must be stiffened with agar which almost completely prevents potassium chloride being diffused into the soil-suspension.

9) In the electrometrical measurements of the reaction of Danish field soils, (mineral soils), made hitherto, the reaction figures vary between 4.4 and 8.5.

10) Results of the investigations made to explain the relation between the reaction figure determined electrometrically, and the results of the Hasenbäumer and Comber test, correspond rather closely to those found earlier, using the colorimetrical reaction determination. (See further, Tables 9—11).