

Undersøgelser over Kulturjords Forhold over for Vand og Bearbejdningens Indflydelse herpaa.

Ved T. Westermann.

Til Støtte for Undervisningen i Landbrugets Jorddyrkning og Plantekultur ved Den kgl. Veterinær- og Landbo-Højskole har der i en længere Aarrække været benyttet Kulturer i smaa Kar af Zink, og da der i Aaret 1896 blev etableret Fortsættelseskursus for Landbrugskandidater i nævnte Fag, blev der tillige, dels i Demonstrationsøjemed, dels til Benyttelse for de Studerende ved Øvelses- og Eksamensarbejder, anskaffet 36 store Kar, ved hvilke man var i Stand til at optage Opgaver, som ikke kunde løses ved de smaa Kar eller ved Kulturer i Marken.

Betingende for disse Kars Fortrin fremfor de almindelige smaa Kulturkar er ikke alene deres Størrelse, men ogsaa deres særegne Indretning og Anbringelse, hvorved det bliver muligt at forbinde en ret nøje Kontrol af vigtige Vækstfaktorer med naturlige Vilkaar for Planternes Udvikling, hvilket altid maa staa som Idealet for Kulturforsøg med økonomisk Formaal.

Paa Tider, da Karrene ikke benyttedes til Undervisning, har man anvendt dem til forskellige Forsøg, og det er væsentligst Resultaterne af saadanne, der her skal berettes. Det bør da paa Forhaand bemærkes, at Højskolens Eforat for Landbrugets Plantedyrkning egentlig ikke er indrettet paa at anstille Forsøg, hverken hvad Pengemidler eller Medhjælp angaar; Assistenten maa være til Raadighed for 3 Lærere, og hans Bistand ved Forsøg bliver derfor kun Lejlighedsarbejde. Der er derfor saa meget mere Anledning til at fremhæve det store Arbejde, der i Aarenes Løb velvilligt er ydet af forskellige af Assistenterne,

blandt hvilke jeg for disse Undersøgelsers Vedkommende særlig maa fremhæve d'Hrr. *E. Lindhard, Anton Christensen* og *L. P. M. Larsen*. Desuden har Landbrugskandidat *J. Overgaard* udført et stort og omhyggeligt Arbejde ved Beregning og Revision af det store Talmateriale.

Inden jeg gaar over til en Redegørelse for selve Forsøgene, vil det være nødvendigt at forudskikke nogle Bemærkninger om

I. Karrenes Anbringelse og Indretning.

Karrene er saaledes nedgravede i Jorden, at kun deres Overkant rager 3 Cm. op over det udvendige Jordsmon. Her ved er der i Modsætning til Forholdene ved de almindelig benyttede smaa, fritstaaende Kulturkar tilvejebragt naturlige Varmeforhold for Kulturmediet, og ved Dyrkning af Jorden omkring Karrene kan der ligeledes skaffes naturlige Belysningsforhold for de Planter, der dyrkes deri. Som det ses af vedføjede Fig. 1, er de 36 Kar anbragte i 2 Rækker paa begge

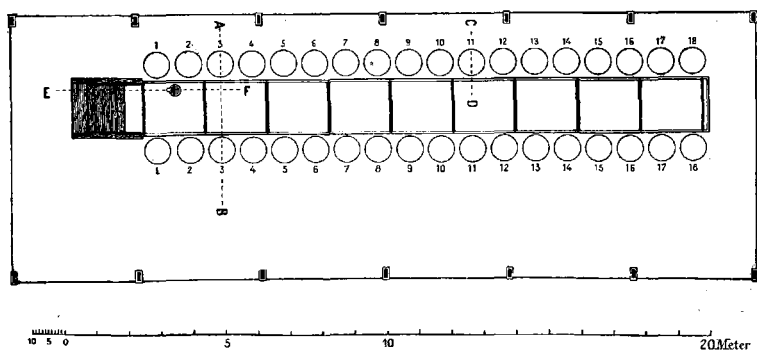


Fig. 1.

Sider af en forsænket Gang med Retning omtrent Syd—Nord, fra hvilken man er i Stand til at føre Kontrol med Grundvandstanden i Karrene og til at regulere den*).

Karrene, der har cirkulært Tværsnit, er forfærdigede af 1.6 Mm. tyk Zinkplade, der foroven, forneden og paa Midten

*) En lignende Installation har været anvendt af *F. Wohltmann* og er beskrevet i »Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle«, Hæfte 7. 1887. En Sammenligning vil dog vise, at der m. H. t. Karrenes Indretning og Anbringelse er væsentlige Forskelligheder.

er forstærket ved udvendig anbragte, galvaniserede Jærnbaand (Fig. 2 k) 4 Cm. brede og 4 Mm. tykke. Karrenes Højde ind-

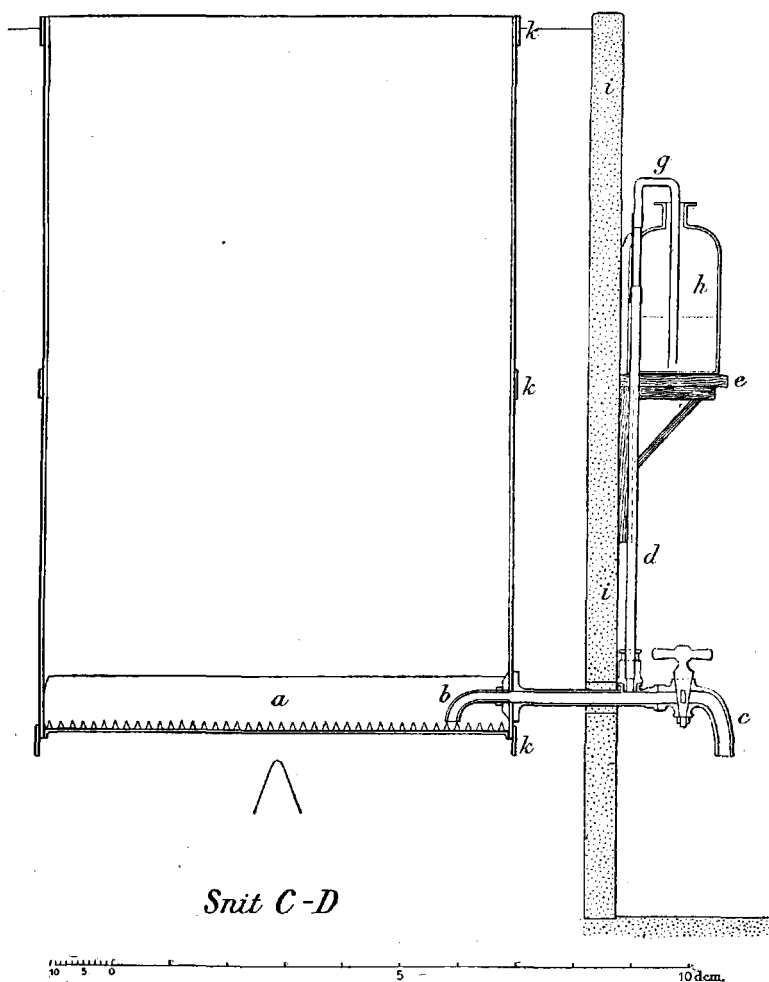


Fig. 2. Snit gennem et Kulturkar.

a. Kappe af Zink til Ledning af Vand; Fig. under Karret viser Kappen i Tvær-snit. b. Hævert af Metal. c. Afløb. d. Glasrør. e. Flyttelig Hylde. f. Kautschukslange. g. Hævertrør af Glas. h. Flaske til Regulering af Vandstanden i Karret. i. Monier-Plade. k. Jærnbaand.

vendig er 125 Cm., Diameteren 79.8 Cm., svarende til et Areal af $\frac{1}{2}$ Kvdm. I ca. 5 Cm. Afstand fra Bunden er anbragt et Afløbsrør, fra hvilket der mellem Væggen i den forsænkede

Gang og Hanen til Aftapning af Vand udgaar et lodret stillet Glasrør (Fig. 2 d), der danner Forbindelsesledning mellem Grundvandet i Karret og den i Gangen opstillede Beholder. Som en Fortsættelse af det vandrette Afløbsrør er indvendig i Karret anbragt en Hævert (Fig. 2 b), hvis Aabning i den nedad bøjede Ende er lidt indsnævret; Aabningens Afstand fra Karrets Bund er 2 Cm. Som en Kappe over denne Hævert er anbragt en bøjet og forneden udtunget Zinkplade (Fig. 2 a) af saadan Længde, at den naar over til Karrets modsatte Væg. Idet der forud for Karrets Fyldning med Jord anbringes i dets Bund et Materiale med stor Vandledningsevne, tjener den udtungede Zinkplade til hurtigt og let at føre Vandet fra alle Dele af det underste Jordlag i Karret til Afløbet, saaledes at der ikke, hvilket ellers maatte befrygtes, navnlig for lidet gennemtrængelige Jordarter, i kortere Perioder danner sig en Grundvandstand med skraa Overflade hældende fra Karrets Bagside til Forsiden. For at undgaa skadelig Indflydelse paa Kulturplanternes Rødder ved Dannelsen af Zinksalte, blev Karrene strøgne 2 Gange indvendig med Asfaltlak, og den samme Behandling blev anvendt udvendig for at forøge Materialets Holdbarhed. Karrene har i det Hele vist sig fortræffeligt skikkede til Formaalet, og trods de mindre heldige Forhold, hvorunder de er anbragte, meget holdbare og fuldstændig tætte, hvilket skyldes deres særdeles omhyggelige Udførelse*).

Den foran nævnte forsænkede Gangs Vægge er dannede af Monierplader eller Bræder, der støttes af Jærnstativer (Fig. 3 c), hvis nederste Ender rager ned under Betonbundens Overflade. Til Kontrollering af Vandstanden i Karrene er der paa Væggene langs hvert Vandstandsør anbragt en Maalestok (Fig. 4 f), og til Regulering af Vandstanden er hvert Vandstandsør ved en Hævert bragt i Forbindelse med Vandet i en Flaske (Fig. 2 h, Fig. 4 e), anbragt paa en flyttelig Hylde (Fig. 2 e) i saadan Højde, at et Tværsnit gennem Flaskens Midte omtrent falder i samme Plan som Overfladen af den Grundvandstand, man ønsker at holde i det paagældende Kar. Ved Hjælp af en Tragtfyldes Vand i Flasken indtil Vandet her efterhaanden konstant naar den Højde, som efter Aflæsning paa Maalestokken svarer

*) Karrene er forfærdigede af Blikkenslagermester *Lauritz Hannibal*, Peder Hvidtfeldtstræde 11, København.

til den ønskede Grundvandstand i Karret. Stiger Vandet i Flasken senere paa Grund af Regnvands Nedtrængen i Karret, tappes Vand af Hanen, indtil den bestemte Højde atter konstant er naaet, og synker Vandet i Flasken paa Grund af Fordampning fra Karret, tilvejebringes den ønskede Højde ved Paafyldning i Flasken, idet der naturligvis i begge Tilfælde føres Regnskab over den aftappede eller paafyldte Vandmængde. Tallene herfor subtraheres fra eller adderes til de Tal, der angiver den ved

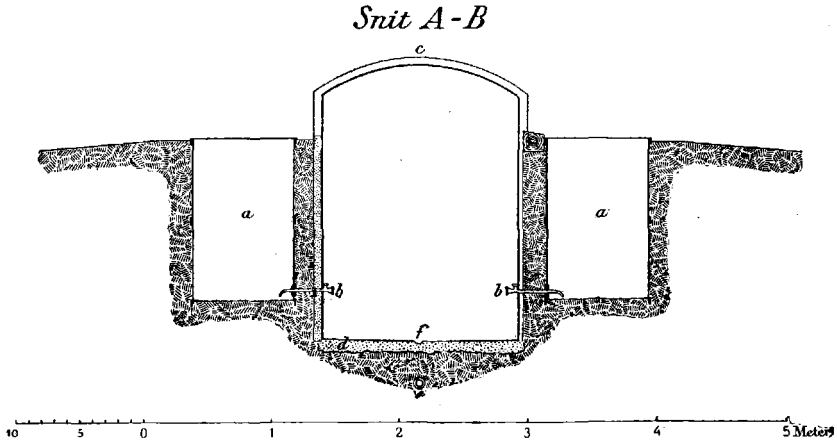


Fig. 3.

a. Kar. b. Afløb fra Kar. c. Stativ af I formet Jærn til Støtte for Sidevæggene. d. Bund af Beton. e. Drænledning for Grundvand. f. Rende for Afledning af Regnvand.

Nedbør tilførte Vandmængde, som maales ved den af Meteorologisk Institut opstillede og benyttede Regnmaalere, der er anbragt i ca. 150 Fods Afstand fra Karrene.

For at beskytte Afgrøderne mod Fugleangreb i de Aar, da der dyrkes Korn el. lign. i Karrene, er disse overbyggede med en Volière af galvaniseret Jærntraad. Denne Foranstaltning lader imidlertid befrygte, at den Vandmængde, der tilføres Karrene gennem Nedbøren, ikke ganske svarer til den virkelige Nedbør, idet det navnlig ved Støvregn og smaa Byger i den varme Aarstid maa forudsættes, at en ikke ringe Del af Nedbøren hæfter sig i Traadnettets Masker og fordamper derfra. For at faa en Mening om Størrelsen af den Fejl, der kan opstaa herved, har man anbragt 2 Regnmaalere under Volièreen, og det har herved vist sig, at Nedbøren, som maales her, af-

viger saa lidet fra den, der maales uden for Volièren, og som har dannet Grundlaget for Beregningerne, at Forskellen bliver uden Betydning for de foreliggende Undersøgelser. Desværre kommer der imidlertid yderligere Fejl til ved den Hemning af Regndraabernes frie Fald, som foranlediges af Volièrens Jærnskelet, og desuden maa der forudsættes at ske en Ledning af Regnvand langs Spærene og Traadnettet i Taget. Denne sidstnævnte Fejl behøver man dog ikke at regne med for de to Aargange 1898—99, da man den Gang havde Volièrens Tag dannet af vandret Traadnet, hvilende paa galvaniseret Jærntraad; denne Volière blev imidlertid ødelagt af Snelæg 1904—05, og den ny Volière blev da, for at undgaa en Gentaagelse af denne Kalamitet, bygget mere solid end den gamle og med en Tagskraaning af 2.4.

Af Hensyn til Regndraabernes uhindrede Adgang til Karrene maatte man altsaa ønske helt at undvære Overdækning; men en saadan maa dog vistnok anses for nødvendig, naar Fugle skal holdes borte; thi det vil næppe i Almindelighed kunne anses for praktisk at søge dette naaet ved Anbringelse af en fangen Rovfugl i Nærheden af Karrene*). At holde Fugle borte er selvfølgelig nødvendigt, naar man skal være indrettet paa at dyrke Korn eller andre Planter, som Fugle angriber; men det kan ogsaa være nødvendigt, naar Overfladen af Sandjord skal holdes i uforstyrret Tilstand, thi mange Fugle ynder meget at baske i det tørre Sand. En vel konstrueret, flyttelig Volière vilde have været ønskelig; men Anskaffelsen af en saadan, saavel som af andre ønskelige Ting, maatte desværre opgives af Hensyn til Bekostningen.

Af andre Fejlkilder ved Undersøgelser over Fordampningen af Vand fra Karrene skal nævnes Fordampningen fra Vandet i Flaskerne. Mængden af Vand, der fordamper direkte fra Flaskerne, er undersøgt ved i Somrene 1906 og 1907 at henstille Flasker ved begge Vægge af den forsænkede Gang og i samme Højde som de Flasker, der ved Hævert staar i Forbindelse med Karrene, og dernæst at maale Vandtabet. Det viste sig herved, at Tilgangen af Vand ved Nedbøren oversteg Tabet ved Fordampning med henholdsvis 0.5 og 0.8 Kg. pr. Flaske. De herved foranledigede Afvigelser saavel som Diffe-

*) *Fr. Wohltmann*, l. c. Side 27.

Snit E - F

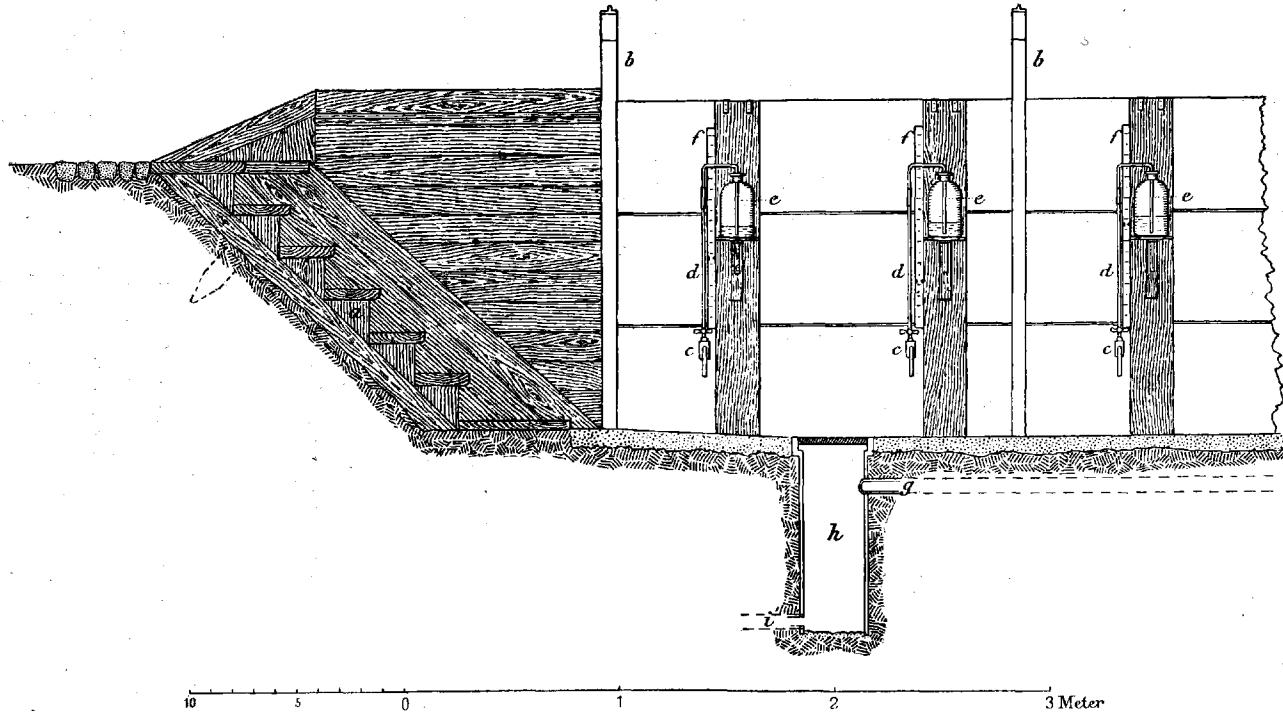


Fig. 4.

a. Nedgang til den forsænkede Gang. b. Jærnstativ til Støtte for Væggene. c. Haner til Aftapning af Vand fra Karrene. d. Vandledningsrør af Glas mellem Flasken og Karret. e. Flasker til Regulering af Grundvandstanden i Karrene. f. Maalestok til Aflæsning af Grundvandstandens Højde. g. Dræn til Afledning af Grundvand. h. Brønd til Afledning af Grundvand.

rensen mellem Nedbøren inden for og Nedbøren uden for Volièren, skulde altsaa egentlig have været medtagne i den for hvert Kar beregnede Mængde af fordampet Vand, og naar dette ikke er sket, beror det paa, at man ikke har tillagt dette Forhold nogen nævneværdig Betydning for en Sammenligning, hvor det mere gælder de relative end de absolutte Tal. Værre stiller det sig med de Uregelmæssigheder, der foranlediger en uensartet Tilgang af Nedbør eller uensartet Fordampning fra de enkelte Kar ud over de Forskelle, som foranlediges af den paagældende Forsøgsfaktor. Af saadanne forstyrrende Faktorer kunde anføres adskillige foruden de allerede nævnte, Flertallet skyldes Mangel paa Pengemidler til en fuldt tilfredsstillende Installation. Da man ikke kunde undgaa disse forstyrrende Faktorer Indflydelse, har man søgt at finde et Udtryk for deres Betydning ved at benytte »Fælleskar«, hvorved her forstaas, at man saa vidt muligt har udført hver Behandling nøjagtig ens paa flere Kar, der da tjener til indbyrdes Kontrol. Fælleskarrene har været fordelt med Henblik paa, at eventuelle Forskelligheder i Vind- og Belysningsforhold, saavel som i Nedbørens Fordeling til de enkelte Kar kunde komme til at give sig Udslag i indbyrdes Uoverensstemmelse mellem Resultaterne fra Fælleskarrene i samme Serie.

En nærmere Undersøgelse af, om Karrenes Plads paa Grund af ulige Paavirkning af Sol og Vind gav Anledning til forskellig Fordampning og dermed til en ensidigt virkende Forsøgsfejl, gav det Resultat, at der ikke kan konstateres en tydelig udpræget Forskel af den Art.

II. Undersøgelser over fysiske Egenskaber hos de benyttede Jordarter.

Da det for den foreliggende og andre Undersøgelser er af Betydning at kunne paavise Jordartens Indflydelse, blev Karrene paa den ene — den østlige — Side af den forsænkede Gang fyldte med let Sandjord, den anden Halvdel med god, lermuldet Jord, og der findes altsaa 18 Kar af hver Slags. Før Jorden fyldtes i Karrene, blev der, som foran nævnt, af Hensyn til Vandafledningen anbragt et 6 Cm. tykt Lag af Granit-skærver af 4—9 Mm. Diameter. Da det ved Dyrkningsforsøg i Kar gælder om at forene den gode Kontrol, som denne For-

søgsmetode byder, med en Efterligning af de naturlige Forhold i Marken, saa vidt dette er muligt, blev der nederst i Karrene til Lerjord anbragt raat Skørler som Undergrund, medens det øverste Lag paa 30 Cm. bestod af god lermuldet Jord. Baade til Undergrunden og Overlaget hentedes Jorden fra Højskolens Undervisningsmark. Til de øvrige Kar, som skulde fyldes med Sandjord, hentedes Materialet fra en Sandgrav sydøst for Islevhus ved Husum, og da der her var mindre Anledning til at søge fremstillet en kunstig Undergrund af en anden Jordart, blev 18 Kar efter Anbringelse af Skærvelaget helt fyldte med Sand.

For af Hensyn til senere Forsøg, og da navnlig Dyrkningsforsøg, at faa nøjagtig samme Mængde af samme Slags Jord og dermed ogsaa samme Mængde Plantenæring i alle Kar af hver af de 2 Serier, blev den raa Lerjord, den lermuldede Jord og Sandjorden hver for sig omhyggelig blandet, og fra hver af de 3 Bunker afvejedes Jorden til Fyldning i Karrene, idet man, for at undgaa Unøjagtighed ved Fordampning af Vand fra Bunkerne under det ret langvarige Arbejde med Fyldningen, afvejede en bestemt Vægt Jord i Transportspande, og ved Hjælp af disse nedbragtes i det ene efter det andet af de til samme Serie hørende Kar et mindre Jordlag, der efterhaanden stampedes fast, saaledes at alle Kar af samme Serie blev fyldte omtrent samtidig. Senere, da navnlig Lerjorden sank ret stærkt sammen, blev der fyldt ny Jord paa, naturligvis afvejet ensartet til alle sammenhørende Kar, og man havde da Overfladen af Jorden omtrent 3 Cm. under Karrets Rand. For at bevare denne Højde er der senere atter fyldt Jord paa, saaledes at Vægten af Tørstof i et Kar med Lerjord nu er 752.3 Kg., der ved Kapillaritet kan tilbageholde 180.7 Kg. Vand. Vægten af Tørstof i et Kar med Sandjord er 858.4 Kg., der kan tilbageholde 126.6 Kg. Vand.

Lermuldens saavel som Sandets fysiske Egenskaber er bl. a. undersøgte ved Sigtning, Slemning*) m. m. og ved Bestemmelse af Hygroskopicitet efter Mitscherlichs Metode**).

*) Om Fremgangsmaaden se *T. Westermann: Undersøgelser over Typer af danske Jorder.* København. 1902.

***) *E. A. Mitscherlich: Bodenkunde für Land- und Forstwirte.* Berlin. 1905. S. 56 o. flg.

***) *H. Rodewald u. A. Mitscherlich: Die Bestimmung der Hygroskopicität.* Die landw. Versuchsstationen. 1903. S. 433 o. flg.

Resultatet heraf stillede sig saaledes:

| | Partikler over 2 Mm., pCt. | 1—2 Mm. | Finjord, $\frac{1}{4}$ —1 Mm. | pCt. under $\frac{1}{4}$ Mm. | Slam. pCt. | Glødnings- tab, pCt. | Hygrosko- picitet |
|-------------------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------|
| Sandjord | 1.0 | 2.4 | 61.8 | 30.2 | 4.1 | 1.0 | 0.76 |
| Lerjord | 3.0 | 4.6 | 28.0 | 35.2 | 26.8 | 4.5 | 4.82 |

De Prøver af Sandjorden, hvorpaa Undersøgelserne anstilledes, svarede til den samlede Jordmængde i Karrene, medens Prøverne af Lerjord kun toges af Muldlaget. Prøverne er af begge Jordarter udtagne i Foraaret 1907 ved den Blanding af de øverste Jordlag, der da, som altid tidligere, foretoges for at ophæve Indflydelsen af forudgaaende Benyttelse og skaffe ensartet fysisk Tilstand i alle Kar med samme Jordart, og som bestaar i Optagning af en vis Vægt Jord fra hvert Kar, omhyggelig Blanding af al Jorden og derefter Indvejning igen til de enkelte Kar.

I Forbindelse med de nævnte Egenskaber, som nærmest karakteriserer Jordernes fysiske Grundbeskaffenhed, skønnedes det at være af Interesse at faa undersøgt, hvorledes det stiller sig med Jordernes Forhold lige over for Vand og særlig med deres Gennemtrængelighed og Kapillaritet, hvilke Egenskaber jo i høj Grad er betingede af Strukturen, navnlig for Lerjordens Vedkommende.

Jordernes Gennemtrængelighed for Vand

blev undersøgt i Vinteren 1907, altsaa efter 10 Aars Lejring i Karrene, ved Afrømning af det øverste Jordlag paa ca. 10 Cm., Paahældning af Vand og Aflæsning paa en i Karret anbragt Maalestok, hvor meget Vandet sank i en given Tid. Disse Undersøgelser anstilledes paa 9 Kar med Lerjord og 9 Kar med Sandjord under gentagen Paahældning af Vand, idet man ventede med Aflæsningen til Opstigningen af Luftblærer i det væsentlige var endt. Aflæsningerne fandt Sted med 5 til 10 Minutters Mellemrum for Lerjordskarrenes og med $\frac{1}{2}$ —1 Times Mellemrum for Sandjordskarrenes Vedkommende, og det viste sig herved, at de første Aflæsninger altid gav højst Tal, hvilket jo ogsaa maatte forudsættes som naturlig Følgedels af det øverste Lags forholdsvis store Indhold af Luft, dels af det aftagende Vandtryk, der varierede mellem 2 og 6 Cm.

I Højskolens Undervisningsmark, hvorfra den til Karrene benyttede Lerjord er taget, findes et Areal, paa hvilket der for 10 Aar siden paabegyndtes en forskelligartet Behandling af Jorden, og det skønnedes nu at være af Interesse at søge oplyst, hvilken Indflydelse Dybden af Jordens Bearbejdning havde paa dens Gennemtrængelighed for Vand, og særlig hvilken Forskel, der var mellem Gennemtrængeligheden af Jorden i dens naturlige Aflejring og den for Karrene med Lerjord fundne Gennemtrængelighed. Til disse Undersøgelser, der naturligvis maatte anstilles paa Steder, hvor man var sikker paa, at Jorden ikke havde været løsnet ved den i 1896 foretagne Omlægning af Drænene, benyttedes 2 cylindriske Metallrammer af samme Diameter som Karrene og ca. 1 Fod høje. Inden Rammernes Anbringelse fjernedes det løse Muldlag i ca. 20 Cm. Dybde, Rammen blev drevet lidt ned ved Slag paa et Bræt, der var lagt over Kanten, og den opskovlede Jord traadtes dernæst fast omkring Rammens udvendige Side. I øvrigt foretoges Observationerne her paa samme Maade som for Karrenes Vedkommende, kun at der her blev taget flere Aflæsninger paa hvert Sted, nemlig 8—36, medens der i Karrene kun toges 4 eller 5. Resultaterne fremgaar af Tabel 1. Ved Sammenligning mellem Sandjorden og Lerjorden i Karpaatrænger sig straks Opmærksomheden den overordentlig store Forskel paa Tallene for Gennemtrængelighed, idet disse for Lerjorden i Gennemsnit er omtrent 10 Gange saa høje som for Sandjorden, hvilket Forhold altsaa staar fuldstændig i Modstrid med de gængse Anskuelser om den relative Gennemtrængelighed hos disse Jordarter og de Regler for Afstanden mellem Drænledninger, som man bygger herpaa. Ganske vist viser Jorden i sin naturlige Aflejring i Marken kun halvt saa stor Gennemtrængelighed som Lerjorden i Karrene, men Forskellen er dog meget stor mellem Lerjord og Sandjord og i modsat Retning af, hvad der almindelig forudsættes. Det kunde nu vel tænkes, at man af Hensyn til Lerjordens Colloider vilde faa et væsentlig lavere Tal for Gennemtrængelighed, naar Jorden først fik Tid til at blive fuldstændig oplødt. Dette maatte dog ubetinget være sket med Jorden i Karrene, hvor Grundvandet havde staaet højt hele Sommeren, og med Jorden i Marken anstilledes paa Parcel e 12 (Fig. 5) det Eksperiment at lade 2 Døgn gaa hen mellem 2 Observationsræk-

ker, hver med 11 Aflæsninger. Resultatet blev imidlertid, at Vandet ifølge den første Observationsrække sank 82, og ifølge den anden 89 Mm. pr. Time. Det skal dog bemærkes, at denne som alle øvrige Undersøgelser over Jordens Gennemtrængelighed blev foretagne paa et Tidspunkt (i December og Januar), da Jorden allerede i længere Tid havde været gennemfugtet ved Nedbøren.

Tabel 1. Kulturjords Gennemtrængelighed for Vand.

| Sandjord i Kar | | | | Lerjord | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|--|---------|----------------------------|-------------------------------------|--|--------------|-------------------|----------------------------|-----------------|--|----------------------------|--|
| | | | | i Kar | | | | i Marken | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Kar Nr. | Vandet sunket Mm. pr. Time | Middelfejl (\pm M) pr. Kar, pCt. | Gennemsnit af 2 sidste Observat., Mm. pr. Time | Kar Nr. | Vandet sunket Mm. pr. Time | Middelfejl (\pm M) pr. Kar, pCt. | Gennemsnit af 2 sidste Observat., Mm. pr. Time | Par. cel Nr. | Behandlings Dybde | Vandet sunket Mm. pr. Time | Antal Observat. | Middelfejl (\pm M) pr. Gnsn. for hver Parcel i pCt. | Vandet sunket Mm. pr. Time | Middelfejl (\pm M) pr. Gnsn. for hver Parcel i pCt. |
| 1 | 25 | 16.0 | 16 | 1 | 174 | 1.7 | 172 | c 23 | 6" | 176 | 12 | 7.8 | 168 | 7.7 |
| 2 | 21 | 9.5 | 17 | 2 | 154 | 1.9 | 155 | c 14 | 6" | 151 | 36 | 6.9 | 118 | 1.7 |
| 3 | 32 | 12.5 | 26 | 3 | 372 | 4.6 | 325 | e 12 | 6" | 75 | 30 | 8.1 | 41 | 8.8 |
| 4 | 34 | 8.8 | 31 | 4 | 227 | 26.0 | 317 | g 3 | kuleg. 1' | 118 | 11 | 12.6 | 152 | 16.4 |
| 5 | 28 | 17.9 | 22 | 7 | 408 | 9.8 | 465 | a 21 | løsn. 2' | 166 | 8 | 6.8 | 155 | 7.7 |
| 7 | 37 | 18.9 | 30 | 8 | 328 | 5.2 | 299 | a 16 | do. | 86 | 28 | 8.9 | 45 | 8.8 |
| 8 | 29 | 10.8 | 25 | 9 | 412 | 28.9 | 261 | f 2 | kuleg. 2' | 223 | 11 | 8.9 | 183 | 8.2 |
| 9 | 28 | 7.1 | 25 | 10 | 338 | 27.5 | 213 | f 11 | do. | 124 | 21 | 12.4 | 176 | 5.1 |
| 10 | 24 | 4.1 | 21 | 17 | 309 | 6.8 | 286 | f 18 | do. | 213 | 11 | 14.1 | 142 | 6.8 |
| Middel-tal | 29 | 11.7 | 23.7 | — | 302.4 | 12.4 | 277 | — | — | 148 | — | 9.6 | 131 | 7.9 |

Indflydelsen af Lerjordens mere eller mindre dybe Bearbejdning i Marken er ikke meget tydelig udtalt gennem de foreliggende Tal, og for øvrigt var dette vel ej heller at vente, da Vandet dog i alle Tilfælde har et ubearbejdet Lag af anselig Tykkelse at passere, og dette Lags Gennemtrængelighed maa jo i det væsentlige være betingende for Jordens Gennemtrængelighed i det Hele. Men Tallene saavel for Lerjord i Kar, som for de ens behandlede Parceller i Marken, viser saa store indbyrdes Uoverensstemmelser, at det synes vanskeligt ad denne Vej at erhverve saa godt et Grundlag for Vandafledning paa Lerjord, som man kunde ønske. Gennemsnitstallene for Gennemtrængelighed er desuden her meget høje.

Bygger man en Beregning af Afstanden mellem Drænledningerne paa *Coldings* bekendte Formel:

$$a = 1.3 \sqrt{\frac{W}{r}} (D - d)$$

og med de her i Landet almindelig anvendte Værdier for r , D og d , f. Eks. henholdsvis 0.018 Fod pr. Døgn, 4 Fod og 0.5 Fod, kommer man med det her fundne Gennemsnitstal for Gennemtrængelighed af Lerjord i Marken ($W = 11.3$ Fod pr. Døgn) til en Afstand mellem Ledningerne af 185 Fod, hvilket er omtrent 6 Gange saa stor Afstand, som der er anvendt ved Dræningen af den paagældende Jord*), og vel omtrent 4 Gange saa stor, som der normalt er anvendt paa lignende Jorder her i Landet.

Selvfølgelig maa dog i Beregninger over Ledningernes Afstand indgaa Tal for Jordens Gennemtrængelighed, og man maa være Professor *Colding* taknemmelig for det gode Grundlag, han her har skabt. Han angiver i øvrigt**), hvad jeg ikke havde Opmærksomheden henvendt paa, da disse Undersøgelser anstilledes, at Forsøget, hvis man benytter løs Jord i en Beholder, bør gentages flere Gange i Løbet af en Maanedstid, da Vandføringsevnen stadigt aftager mod en bestemt Grænse, der er den søgte Værdi, og han meddeler eksempelvis***), at han ved Forsøg med sandet Muldjord i en Urtepotte iagttog en Aftagen i Vandledningsevnen paa 39 Dage fra 0.84 til 0.111 Kubikfod pr. Time. Undladelse heraf kan dog næppe have spillet nogen stor Rolle i disse Kar, hvor Vandet saa længe har staaet i de underste Jordlag, og for Markens Vedkommende maa det forudsættes, at de talrige Rodkanaler og Regnormegange, som er opstaaede ved over 40 Aars Dyrkning efter Dræningen, har en væsentlig Andel baade i de store Tal for Gennemtrængelighed og i disses Uregelmæssighed. Tallene for Middelfejl paa Gennemsnittet for hvert Kar er jo nemlig ogsaa i adskillige Tilfælde meget store, hvilket alt ty-

*) Drænledningerne ligger dog her forholdsvis tæt, idet det oprindelige System af Ledninger senere er sænket fra omtrent 2½ Fod til 4 Fod uden Forandring af Afstanden.

**) Tidsskrift for Landøkonomi 1872, Side 108.

***) Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. 5. Række. Naturvidensk. og matem. Afdl. Bd. 9. 1873. Side 615—616.

der paa, at man ved saadanne Undersøgelser kun kan naa Antydninger, men dog Antydninger af stor Betydning for Jord- og Vandbygningsarbejder. Sammenligning mellem Tallene for Lerjord og Sandjord viser ogsaa, trods alle Variationer, hvor upaalideligt det er at basere Slutninger om Jordens Gennemtrængelighed paa Indholdet af Slam, saaledes som dette dog hyppig sker i Udlandet. At der heller ikke af Jordens Hygroscopicitet kan bygges nogen Slutning om dens Gennemtrængelighed, vil ligeledes være indlysende.

At der er store Forskelligheder i Gennemtrængeligheden paa forskellige Steder selv af et mindre Jordstykke, kan finde sin Forklaring i de Sandrevler, der saa hyppig forekommer i vort Glacialer, og desuden i, at der ofte i tørre Somre danner sig dybe, lodrette Revner i Lerjorden, ligesom ogsaa baade Regnormegange og Rodkanaler fra Kulturplanter kan have Indflydelse. En ganske paafaldende Indflydelse kan ogsaa den Fugtighedstilstand, hvori Lerjord behandles, udøve. Som Eksempel kan anføres Resultatet af en Undersøgelse, anstillet med 2 Lerjordskar, Nr. 17 og 14, af hvilke Jorden i et særligt Øjemed blev optaget, og som efter faa Dages Forløb atter blev fyldte med den fra hvert Kar især opgravede Jord. Medens Jorden fra Kar Nr. 17 ikke blev væsentlig paavirket af Fugtighed under Arbejdet, overraskedes man af ret stærk Regn, medens Jorden fra Kar Nr. 14 henlaa med stor Overflade oven for Karret. Den fyldtes dog i Karret i meget fugtig Tilstand, sank derfor ogsaa ret stærkt sammen, og en Undersøgelse over Gennemtrængeligheden af Jorden i de 2 Kar gav det Resultat, at Vandet i Kar Nr. 17 sank 309 Mm., Vandet i Kar Nr. 14 kun 0.08 Mm. pr. Time, hvilket altsaa vil sige, at Jorden ved Omskuffing og Sammenpakning i oplødt Tilstand var bleven omtrent uigennemtrængelig. Dette Forhold genkalder i min Erindring en Iagttagelse paa en Mark af svær Lerjord, der nylig var drænet under saadanne Forhold, at den opgravede Jord blev sløjft ned i Grøfterne i meget vaad Tilstand. Den paagældende Del af Marken viste sig nemlig i lang Tid saa overvaad og umedgørlig, som om den slet ikke var drænet. Lerjordens Struktur er altsaa af dominerende Betydning for Jordens Gennemtrængelighed, Sandjordens Gennemtrængelighed lader sig kun paavirke i ringe Grad ved Behandlingen, og dette desto mindre jo lettere Sandet er.

Her er det derfor langt lettere at opnaa paalidelige Tal for Gennemtrængelighed end paa Lerjord, og Beregning af Afstanden mellem Drænledninger paa Grundlag af de for Sandjorden fundne Middeltal fører til et Resultat, der passer meget godt med foreliggende Erfaringer.

Det maa dog bemærkes, at Uregelmæssighederne navnlig fremkommer i Begyndelsen af Observationstiden; fortsætter man med Paahældning af Vand gentagne Gange, eller lader et tykkere Vandlag passere Jorden, viser de sidste Aflæsninger som Regel baade lavere Tal og større indbyrdes Overensstemmelse mellem disse end mellem Tallene fra de første Observationer. Til Antydning af disse Forhold er der i Tabellens Kolonne 4 angivet Gennemsnittet af de 2 sidste Observationer for Sandjordskarrenes, i Kolonne 8 for Lerjordskarrenes Vedkommende. Da de i Kolonne 11 angivne Gennemsnitstal fra Marken er byggede paa et stort Antal Undersøgelser, og Middelfejlen paa Gennemsnittet pr. Parcel desuagtet i flere Tilfælde er meget høj, har man for hver Parcel udskilt en Observationsrække paa 5 eller 6 Aflæsninger, hvor Vandtrykket var minimalt og ensartet. Man er herved kommen til de i Kolonne 14

anførte Gennemsnitstal, der uden Tvivl er fuldt saa paalidelige som de i Kolonne 11 anførte, om end Middelfejlene, der findes anførte i Kolonne 15, ikke overalt er mindre. Observationsstederne i Marken er overalt valgte midt i en Parcel, og man har overalt undgaaet at vælge Stedet lige over en Drænledning, men man har ikke kunnet undgaa, at Afstanden mellem Observationsstederne og de nærmeste Drænledninger blev ulige lange. Som det ses af Fig. 5, kan der for Flertallet af Observationssteder udledes en delvis Forklaring for Uoverensstem-

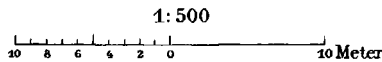
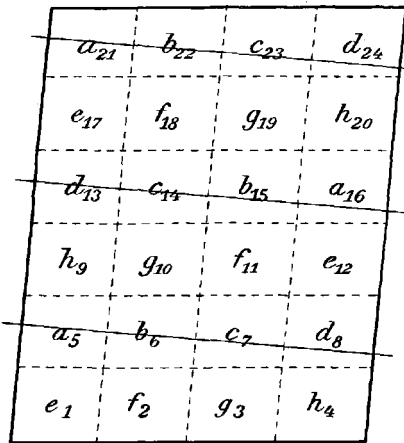


Fig. 5. System af Parceller, behandlede i forskellig Dybde. (De skraa Tværlinier betegner Drænledninger.)

melserne mellem de fundne Tal af de forskellige Afstande fra Drænledningerne, og denne Aarsag til Uregelmæssighed vil man jo være fri for paa udrænet Jord.

Jordernes Vandrumningsevne og Kapillaritet.

Til Undersøgelse heraf fyldtes Vand i enkelte Kar, saaledes, at det stod til Jordens Overflade, fyldende alle Hulrum. Dernæst lededes Vandet ved Aabning af Hanen ud indtil 1 M. Dybde under Jordens Overflade, og det saaledes udtappede Vand vejedes.

Jorden opgravedes dernæst med Forsigtighed for at undgaa Forstyrrelse af Strukturen i Lag paa $\frac{1}{3}$ M., og inden Opgravningen udtoges ved en Cylinder af bestemt Rumfang 2 Prøver fra hvert Lags Midte i vertikal Retning og i et Plan vinkelret paa den forsænkede Gang en Prøve paa hver Side af Karrets Akse. Paa disse Prøver undersøgtes Jordens Indhold af Vand i de kapillære Hulrum, idet Prøverne tørredes ved 100° C. Disse Undersøgelser gav følgende Resultat for Jorder til 1 M. Dybde:

| | Kar med Lerjord: | | Kar med Sandjord: | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|--|
| | Absolut Vandmængde i Kg. | Vægten af Vand i pCt. af Jordens Tørstofvægt | Absolut Vandmængde i Kg. | Vægten af Vand i pCt. af Jordens Tørstofvægt |
| Indhold af Vand i de større, ikke kapillære Hulrum .. | 30.4 | 4.5 | 52.15 | 6.7 |
| Indhold af Vand i de smaa, kapillære Hulrum | 160.5 | 23.9 | 112.14 | 14.4 |
| Samlet Indhold af Cirkulationsvand | 190.9 | 28.4 | 164.3 | 21.1 |

Da de to Jordarter, hvormed der her er arbejdet, kan betragtes som typiske Repræsentanter for Jorder, der findes ret udbredte her i Landet, vil Tallene formentlig kunne paaregne nogen almen Interesse som Sammenligningsgrundlag foruden den specielle Betydning, de har for de Kulturforsøg, hvortil Karrene benyttes.

III. Indflydelse af det øverste Jordlags Bearbejdning paa Mængden af fordampet Vand.

Som bekendt er det hyppig Faktoren Vand, der betinger Stofproduktionens Størrelse ved Dyrkning af urteagtige Planter og navnlig saaledes, at der er for lidt Vand til den Udvikling, som de øvrige Faktorer tilsteder. Særlig er dette Tilfældet paa lette, sandede Jorder, der ifølge deres Grundbeskaffenhed besidder ringe Kapillaritet, og derfor ikke i den Grad som de lerede og muldrige Jorder er i Stand til at tilbageholde Vandet og derved bøde paa en uregelmæssig Fordeling af Nedbøren. Men ved Siden af Jordens Grundbeskaffenhed har ogsaa den ved Bearbejdningen fremkaldte Struktur en væsentlig Indflydelse paa Jordens Økonomi med Vandet i de øverste Lag, hvor Fugtigheden veksler mest, og hvor denne Veksel er af saa stor Betydning, særlig for Frøets Spiring og de unge Planters første Udvikling. Det har derfor stor Interesse at opnaa Klarhed over, hvorledes og i hvilken Udstrækning man ved de almindelig anvendte Behandlingsmaader er i Stand til at paavirke Vandtabet ved Fordampning fra Jorden og — navnlig ved Foraarsbehandlingen — at begrænse dette til et Minimum. Vel ved enhver kyndig Jordbruger, at Jorden afgiver mere Vand ved Fordampning, naar den efter Pløjningen henligger i raa Fure, end naar den straks efter Pløjningen jævnes ved Harvning; men der er næppe Klarhed over Harvningens og Tromlingens relative Indflydelse i den Retning, saa lidt som over de forskellige Tromleformers Indvirkning paa det øverste Jordlags Kapillaritet. Om disse Forhold kan Markforsøg eller Forsøg med smaa, fritstaaende Kulturkar ikke give fornøden Oplysning, hertil kræves en Installation som den foran beskrevne, ved hvilken man er i Stand til at beherske Grundvandets Højde og til at føre Kontrol med Mængden af Vand, der bortgaar ved Fordampning. Saa vidt vides, foreligger der ikke i Litteraturen Oplysning om Forsøg i denne Retning, der er anstillede paa en saadan Maade, at man virkelig kan bygge paa Resultaterne, om end dette stadig sker for enkeltes Vedkommende. Af Hensyn til Sagens økonomiske Betydning har man da taget saadanne Undersøgelser op og anvendt saa lang Tid derpaa, at der blev Lejlighed til at anstille Iagttagelserne under meget forskellige Varme- og Ned-

børsforhold, men særlig har naturligvis saadanne Vejrforhold Interesse, som foranlediger stærk Fordampning fra Jorden om Foraaret. Foruden de allerede nævnte Kilder til Fejl under Iagttagelserne af Tilgang og Afgang af Vand skal anføres, at man ikke med ubetinget Nøjagtighed har kunnet angive Forskellen mellem Jordens Indhold af Vand ved Iagttagelsernes Begyndelse og Afslutning; ved Bestemmelse af Fugtighedsgraden paa udtagne Jordprøver naas dette næppe, og man har derfor indskrænket sig til at begynde og afslutte paa et Tidspunkt, da Jorden i alle Kar af samme Serie skønnedes at være af samme Fugtighedstilstand i Overfladen, nemlig den Tilstand, der indtræder efter at en gennemblødende Regn har udjævnet de ved Fordampning fremkomne Forskelligheder i de øverste Lags Vandholdighed, og der derpaa er tilvejebragt ensartet og konstant Vandstand. I øvrigt vil det indses, at smaa Forskelle kun kan tillægges ringe Betydning, hvor de sammenhængende Iagttagelsrækker strækker sig over saa lange Tidsrum, som her. Skønt Tal, der viser, i hvilken Retning Resultaterne vil gaa, kunde vindes paa Uger eller Maaneder under gunstige Vejrforhold, har man foretrukket at udstrække Observationerne over de vigtigste 5 Vegetationsmaaneder (April—August) for om muligt at faa Iagttagelser ogsaa for ekstreme Vejrforhold og for at formindske Indflydelsen af de uundgaaelige og ved Undersøgelser over kortere Perioder forstyrrende Variationer i Nedbørens Fordeling, Jordens Indhold af kapillært Vand og Grundvandets Højde m. m. Iagttagelserne omfatter de 3 Somre 1899, 1900 og 1907, af hvilke 1899 for de nævnte 5 Maaneder gav en Nedbør betydeligt under Normalen, Sommeren 1900 en Del over samme, medens Varmeforholdene, om end ikke i den Grad afvigende indbyrdes som Nedbørsforholdene, dog viste en Temperatur af henholdsvis 1.8 og 0.6^o C. over den normale. Skønt man altsaa i disse 2 Somre havde ret afvigende Vejrforhold, fortsattes dog i Sommeren 1907, navnlig for at faa Lejlighed til at supplere Resultaterne fra de tidligere Aar med Iagttagelser over Indflydelsen af en Bevoksning, samt af Bearbejdningsmaader, som der ikke før havde været Plads til at medtage, og i denne Sommer blev da Nedbøren saa usædvanlig rigelig, at der ogsaa i den Retning opnaaedes et ønskeligt Supplement til de foregaaende Aars Iagttagelser.

For at ophæve forstyrrende Indflydelse af Jordens tidligere Benyttelse optoges Jorden fra Lerjordskarrene til 32 Cm., og fra Sandjordskarrene til 39 Cm. Dybde, idet man ved Vejning sikrede sig, at der blev taget lige stor Mængde Jord af hvert Kar hørende til samme Række. Al den optagne Jord af samme Art blandedes omhyggeligt og fordeltes atter til de enkelte Kar ved Vejning.

For hvert Centner, der fyldtes i et Kar, jævnedes Jorden omhyggeligt og sammentrykkedes med et 18 Cm. bredt Bræt af Længde som Karrets Diameter og belastet med et 100 Pd.s Vægtlod. Det øverste Lag paa 50 Kg. Jord blev jævnet og liggende løst. De Bearbejdninger, hvis Indflydelse paa Vandforbruget skulde prøves, blev nu udførte paa følgende Maade:

I alle Karrene blev Jorden »harvet« med en Gravegreb til 8 Cm. Dybde, og denne Behandling er for de Kar, hvor Jorden derefter henlaa urørt, betegnet som »Harvning«. Ringtromling foretoges med 2 Ringe af en almindelig Ringtromle, og Bearbejdningen gentoges saaledes, at de første Kamme kløvedes ved 2. Behandling. Cambridge-Tromlingen udførtes med 3 Ringe, 2 glatte og en takket, og der gaves her kun een Overgang, idet dog en af de ydre, glatte Ringe førtes i det yderste Spor fra foregaaende Overgang.

Ringene var anbragte paa en Akse og førtes over Jorden med et svagt Tryk, saa vidt mulig ens for alle Kar. Højden af Ringtromleringen var omtrent 9 Cm., af Cambridge-Tromlens Ringe 2.5 Cm. Virkningen af begge viste sig som almindeligt paa fint behandlet Jord, Kammene var skarpere formede af Redskaberne paa Sandjorden end paa Lerjorden, hvor de efter Ringtromlingen var flade i Toppen og af grynet Struktur, medens den ringtromlede Sandjords svagt kløvede Kamme kun var lidt løse i Toppen.

I Karrene med Betegnelsen »Ringtromlet og harvet« er Kammene efter Ringtromlingen jævnedes med en Trærive. Endelig er »Glattromlingen« udført ved Sammentrykning af det med Greben »harvede« Jordlag, ved Hjælp af et 100 Punds Vægtlod, saaledes at Overfladen opnaaede den Glathed, der frembringes af en middeltung Glattromle paa muldrig, fint afharvet Jord.

Indstillingen af Grundvandstanden skete ved Paafyldning i Flasken, indtil den ønskede Højde var naaet og holdt sig konstant. Ved den senere Undersøgelse benyttedes til Maa-

ling af det paafyldte eller aftappede Vand Maal paa 1 eller $\frac{1}{2}$ L., og en for Formaålet tildannet Tragt. Højden af Grundvandstanden i Karrene, der, som det fremgaar af den foregaaende Beskrivelse, svarer til Overfladen af Vandet i de tilsvarende Flasker, blev aflæst paa Maalestokken hver Morgen Kl. 8, og der blev da aftappet eller tilgydt Vand, hvis Grundvandets Overflade var henholdsvis over eller under den fastsatte Højde. Den ved Regnmaaleren fundne Nedbør blev opført for alle Karrene med Tillæg eller Fradrag af den tilførte eller aftappede Vandmængde. Regningen herved lettedes ved Karrenes nøjagtige Areal af 0.5 Kvdm., svarende til 0.5 Kg. Vand pr. Mm. Regnhøjde. Det viste sig stadig, at Grundvandstanden reagerede langt hurtigere i Sandjorden end i Lerjorden lige over for Nedbøren som Følge af Lerjordens større Kapillaritet. Paa denne Maade er Opgørelsen foretaget hver anden Uge for alle Karrene, og der er derved fremkommet et betydeligt Talmateriale, som selvfølgelig ikke her skal anføres, men da det dog

Tabel 2. Oversigt over Vejrforholdene.

| Maaned | Danmark Gensn.*) | | Landbohøjskolen | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
| | 1861- 85 | 1861- 1900 | 1899 **) | | | 1900 ***) | | | 1907 †) | | |
| | Ned- bør | Tem- pera- tur | Nedbør | Tempera- tur | Luftens relative Fugtighed, | Ned- bør | Tempera- tur | Luftens relative Fugtighed, | Ned- bør | Tempera- tur | Luftens relative Fugtighed, |
| | Mm. | C.° | Mm. | C.° | pCt. | Mm. | C.° | pCt. | Mm. | C.° | pCt. |
| April | 29 | 5.8 | 54.4 | 6.8 | 78 | 28.7 | 5.1 | 80 | 33.4 | 5.0 | 76 |
| Maj | 39 | 10.2 | 23.4 | 11.4 | 64 | 27.2 | 9.4 | 72 | 44.7 | 10.5 | 68 |
| Juni | 47 | 14.5 | 15.8 | 15.0 | 68 | 34.1 | 15.0 | 72 | 89.7 | 13.8 | 77 |
| Juli | 66 | 16.0 | 31.8††) | 19.0 | 71 | 92.8 | 17.7 | 76 | 64.8 | 15.8 | 75 |
| August | 70 | 15.0 | 16.2 | 16.8 | 70 | 69.0 | 16.8 | 78 | 63.0 | 14.1 | 80 |
| Nedbør i alt . . . | 251 | | 140.8 | | | 251.0 | | | 295.4 | | |
| Middeltal for Temperatur og relativ Fugtighed | | 12.4 | | 13.7 | 70.2 | | 13.0 | 75.8 | | 11.8 | 75.2 |

*) Ifølge Statistisk Aarbog. XII. 1907.

**) Ifølge Meteorologisk Aarbog for 1899.

***) Ifølge Meteorologisk Aarbog for 1900.

†) Ifølge Maanedsoversigter over Vejrforholdene i 1907, udgivne af Meteorologisk Institut.

††) For dette Tidsrum er senere opgivet 32 Mm., hvilket ved Undersøgelse af de oprindelige Notitser har vist sig at være rigtigt.

har sin Interesse at faa konstateret, med hvilken Sikkerhed, der er arbejdet, anføres for de 2 Aar 1899 og 1900 Middelfejlen paa den samlede Mængde af Vand, der svarer til hver Serie. At Middelfejlen ikke er beregnet for 1907 heror paa, at man dette Aar kun havde 2 Fælleskar, medens der var benyttet 3 i de andre Aar.

Da Fordampningen af Vand fra Karrene naturligvis er stærkt paavirket af Nedbøren, Temperaturen og Luftens relative Fugtighed, anføres her (Tabel 2) en Oversigt over disse Forhold for de paagældende 3 Somre.

Den vigtigste Faktor her er naturligvis Nedbøren, og denne ses for de paagældende 5 Maaneder at være normal for Aaret 1900, meget betydeligt under Normal i 1899 og en Del over Normal i 1907.

I Tabellerne 3 og 4 er givet en sammentrængt Fremstilling af de Tal, der er indvundne ved de beskrevne Iagttagelser. For 1899 og 1900 er der, som allerede anført, benyttet 3 Fælleskar, og skønt dette Tal jo er temmelig lille som Grundlag for Sandsynlighedsregning, har man dog ment at burde benytte den her og har ved Angivelse af Middelfejlen i Stedet for Tallene for de enkelte Kar søgt at lette Overblikket og undgaa at trætte ved flere Tal end nødvendigt. For Aaret 1907 har man, som foran nævnt, kun disponeret over 2 Fælleskar, og Sandsynlighedsregningen har derfor ikke godt kunnet anvendes paa dette Materiale; i hvert Tilfælde maatte dette da ske paa en anden Maade end for de to andre Aar, og man har derfor undladt at beregne Middelfejl og kun anført Gennemsnittallet for hver Behandling. Som det ses af Tabel 4, er der i 1907 medtaget 2 ny Bearbejdningsmaader, og desuden er der for hver Jordart dyrket 2 Kar med Havre for at sammenligne disses Vandforbrug med de øvriges i de forskellige Perioder af Havrens Udvikling. Jordbehandlingen i disse Kar svarede til den, der er betegnet som Harvning, men blev dog afsluttet med en svag Sammentrykning af det øverste Lag.

Middelfejlene (M_s) paa Summerne for Aarene 1899 og 1900 er beregnede efter Formlen

$$M_s = \pm \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + \dots + M_n^2}$$

hvor Størrelserne M_1 , M_2 o. s. v. atter er beregnede af Formlen

$$M = \pm \sqrt{\frac{[d^2]}{n(n-1)}}$$

Idet n (Fælleskarrenes Antal) her kun er 3, bliver Beregningen efter denne Formel egentlig ret streng, og Middelfejlen for de enkelte Perioder forøges desuden ved den Omstændighed, at en i Slutningen af en 14 Dages Periode forekommende uensartet Nedsynkning af Vandet eller unøjagtig Aflæsning og Regulering af Vandstanden, der i Virkeligheden helt eller delvis udjævnes ved første Aflæsning og Regulering i den næste Periode, bliver medtaget ved Beregning af Middelfejlen for begge Perioder. Det tør derfor forudsættes, at de angivne

Tabel 3. Fordampning af Vand, angivet i Kilogram pr. Kulturkar, efter forskellig Bearbejdning af Jorden. 1899 og 1900.

| Tidsrum | Sandjord | | | | | | Lerjord | | | | | | Nedbør i Mm. |
|---------------------------------|---|--------------|--------------|---------------------------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Vandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | Vandstand 1 M. under Overfladen | | | Vandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | Vandstand 1 M. under Overfladen | | | |
| | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | |
| 1899. | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{24}{4}$ — $\frac{30}{4}$ | 7.2 | 7.7 | 8.0 | 8.0 | 11.0 | 11.3 | 8.2 | 9.5 | 10.1 | 9.8 | 9.8 | 10.2 | 15.3 |
| $\frac{1}{5}$ — $\frac{16}{5}$ | 4.4 | 7.4 | 10.0 | ÷4.5 | ÷5.1 | ÷5.5 | 3.8 | 4.4 | 3.4 | ÷1.2 | ÷1.1 | ÷0.5 | 6.9 |
| $\frac{10}{5}$ — $\frac{31}{5}$ | 7.7 | 14.5 | 17.0 | 5.9 | 6.5 | 6.7 | 8.5 | 9.9 | 9.9 | 7.5 | 7.9 | 8.0 | 16.5 |
| $\frac{1}{6}$ — $\frac{15}{6}$ | 6.9 | 10.5 | 13.7 | 1.7 | 2.7 | 2.9 | 4.5 | 5.4 | 5.2 | 3.0 | 2.4 | 3.5 | 6.5 |
| $\frac{10}{6}$ — $\frac{30}{6}$ | 14.5 | 18.9 | 21.7 | 15.9 | 16.4 | 17.2 | 12.7 | 13.2 | 13.0 | 18.1 | 18.8 | 19.4 | 8.8 |
| $\frac{1}{7}$ — $\frac{15}{7}$ | 10.1 | 16.0 | 17.0 | 2.6 | 4.8 | 5.8 | 6.7 | 6.8 | 7.0 | 5.2 | 5.5 | 6.3 | 11.8 |
| $\frac{10}{7}$ — $\frac{31}{7}$ | 11.6 | 17.7 | 19.8 | 10.0 | 11.7 | 12.5 | 13.0 | 13.8 | 14.5 | 10.5 | 11.2 | 12.2 | 20.7 |
| $\frac{1}{8}$ — $\frac{12}{8}$ | 4.0 | 7.8 | 9.3 | ÷1.0 | ÷1.0 | 0.0 | 0.5 | 1.2 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| $\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$ | 66.4 | 100.5 | 116.9 | 39.5 | 47.0 | 50.7 | 57.9 | 63.7 | 64.6 | 52.4 | 54.0 | 59.4 | 86.0 |
| Middelfejl ($\pm M_s$). | 0.8 | 2.2 | 2.0 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 1.2 | 1.0 | 0.9 | 0.6 | 1.5 | |
| 1900. | | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{1}{5}$ — $\frac{16}{5}$ | 7.7 | 10.0 | 14.0 | 1.7 | 2.2 | 2.9 | 8.1 | 11.7 | 11.9 | 2.7 | 2.7 | 3.2 | 5.5 |
| $\frac{10}{5}$ — $\frac{31}{5}$ | 14.7 | 19.0 | 21.5 | 15.8 | 16.7 | 18.5 | 18.2 | 18.8 | 19.5 | 20.8 | 21.0 | 21.5 | 22.0 |
| $\frac{1}{6}$ — $\frac{15}{6}$ | 11.2 | 15.8 | 21.8 | ÷2.4 | ÷0.8 | 0.8 | 7.0 | 9.2 | 11.0 | ÷1.2 | 0.1 | 0.2 | 1.3 |
| $\frac{10}{6}$ — $\frac{30}{6}$ | 15.7 | 17.4 | 21.1 | 16.5 | 17.2 | 17.6 | 17.0 | 17.8 | 19.3 | 16.4 | 16.4 | 16.5 | 32.8 |
| $\frac{1}{7}$ — $\frac{15}{7}$ | 14.5 | 14.2 | 20.0 | 7.9 | 7.9 | 10.2 | 12.7 | 13.6 | 13.7 | 12.4 | 13.9 | 13.7 | 27.1 |
| $\frac{10}{7}$ — $\frac{31}{7}$ | 21.1 | 24.8 | 29.8 | 22.7 | 23.9 | 25.8 | 21.1 | 22.1 | 24.7 | 23.8 | 25.4 | 28.6 | 65.5 |
| $\frac{1}{8}$ — $\frac{21}{8}$ | 9.9 | 11.0 | 17.4 | 1.0 | 2.0 | 5.1 | 12.5 | 12.6 | 15.9 | 13.6 | 14.9 | 16.2 | 50.0 |
| $\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$ | 94.8 | 112.6 | 144.6 | 63.2 | 69.6 | 80.9 | 96.6 | 105.3 | 116.0 | 88.0 | 94.4 | 99.9 | 204.1 |
| Middelfejl ($\pm M_s$). | 1.4 | 2.4 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 0.7 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 0.9 | 1.4 | 0.9 | |

Middelfejl er saaledes beregnede, at man er paa den forsigtige Side ved at benytte dem til Bedømmelse af den Nøjagtighed, hvormed der er arbejdet. I Tilfælde, hvor man har kunnet paavise grove Fejl, f. Eks. ved Spild af Vand eller lignende, har man, for ikke at være nødt til at udskyde det paagældende Kar ved den samlede Beregning, sat Fordampningen fra dette for den paagældende Observation eller Periode lig Gennemsnittet for de 2 andre Fælleskar, og i saadanne Tilfælde maa Middelfejlen ganske vist forudsættes at være bleven min-

Tabel 4. Fordampning af Vand, angivet i Kilogram pr. Kulturkar, efter forskellig Bearbejdning af Jorden. 1907.

| Tidsrum | Vandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | | Vandstand 1 M. under Overfladen | | | | | Ned- bør i Mm. |
|---------|---|------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Harvet | Ring- trømler | Ring- trømler og harvet | Cam- bridge- trømler | Harvet | Ring- trømler | Ring- trømler og harvet | Cam- bridge- trømler | Bevokset med Havre | |

Sandjord.

| 1907. | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| $\frac{20}{4}$ — $\frac{30}{4}$ | 6.7 | 8.8 | 7.8 | 9.0 | 5.8 | 6.8 | 6.0 | 6.2 | 5.7 | 13.5 |
| $\frac{1}{5}$ — $\frac{15}{5}$ | 5.6 | 11.5 | 7.0 | 11.0 | 2.8 | 5.8 | 3.5 | 4.0 | 2.8 | 15.6 |
| $\frac{10}{5}$ — $\frac{31}{5}$ | 7.8 | 14.8 | 9.3 | 12.6 | 5.5 | 9.0 | 6.6 | 7.5 | 9.8 | 29.1 |
| $\frac{1}{6}$ — $\frac{15}{6}$ | 9.4 | 14.5 | 10.2 | 12.9 | 10.9 | 12.4 | 11.2 | 11.7 | 22.0 | 30.4 |
| $\frac{10}{6}$ — $\frac{30}{6}$ | 13.2 | 17.1 | 13.4 | 15.4 | 15.4 | 17.7 | 14.4 | 15.2 | 42.2 | 59.8 |
| $\frac{1}{7}$ — $\frac{15}{7}$ | 10.4 | 13.9 | 12.7 | 12.4 | 9.4 | 10.9 | 9.9 | 10.2 | 41.7 | 50.8 |
| $\frac{10}{7}$ — $\frac{31}{7}$ | 5.4 | 8.9 | 7.0 | 8.1 | 3.9 | 4.4 | 3.9 | 3.9 | 37.0 | 14.8 |
| $\frac{1}{8}$ — $\frac{15}{8}$ | 9.1 | 13.6 | 11.1 | 11.9 | 11.6 | 13.1 | 12.1 | 12.4 | 26.9 | 27.7 |
| $\frac{10}{8}$ — $\frac{31}{8}$ | 8.4 | 11.2 | 8.9 | 10.2 | 10.4 | 13.9 | 10.9 | 10.1 | 21.1 | 35.8 |
| $\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$ | 75.5 | 113.8 | 87.5 | 103.5 | 75.7 | 93.0 | 78.5 | 81.2 | 209.8 | 275.5 |

Lerjord.

| 1907. | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| $\frac{20}{4}$ — $\frac{30}{4}$ | 6.5 | 7.2 | 6.5 | 7.7 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 6.7 | 6.5 | 13.5 |
| $\frac{1}{5}$ — $\frac{15}{5}$ | 5.8 | 8.8 | 6.5 | 7.6 | 6.8 | 6.8 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 15.6 |
| $\frac{10}{5}$ — $\frac{31}{5}$ | 9.8 | 13.1 | 10.8 | 11.6 | 9.5 | 11.8 | 9.8 | 11.1 | 11.8 | 29.1 |
| $\frac{1}{6}$ — $\frac{15}{6}$ | 12.7 | 15.0 | 13.2 | 14.4 | 12.7 | 13.5 | 12.9 | 13.7 | 15.4 | 30.4 |
| $\frac{10}{6}$ — $\frac{30}{6}$ | 16.4 | 18.6 | 16.4 | 17.9 | 18.6 | 20.1 | 17.7 | 18.2 | 38.2 | 59.8 |
| $\frac{1}{7}$ — $\frac{15}{7}$ | 12.9 | 14.4 | 13.9 | 14.2 | 12.4 | 12.9 | 12.6 | 12.6 | 42.7 | 50.8 |
| $\frac{10}{7}$ — $\frac{31}{7}$ | 5.7 | 6.9 | 6.4 | 6.9 | 4.4 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 37.9 | 14.8 |
| $\frac{1}{8}$ — $\frac{15}{8}$ | 12.6 | 14.9 | 13.6 | 14.8 | 12.8 | 13.4 | 13.2 | 13.4 | 26.1 | 27.7 |
| $\frac{10}{8}$ — $\frac{31}{8}$ | 12.6 | 14.9 | 13.2 | 13.9 | 13.7 | 16.7 | 13.4 | 14.8 | 21.4 | 35.8 |
| $\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$ | 94.5 | 113.8 | 100.5 | 108.5 | 96.7 | 106.8 | 96.5 | 102.0 | 206.0 | 275.5 |

dre, end den vilde være bleven, om man kunde have undgaet den grove Fejl, dog kan disse forholdsvis faa Uregelmæssigheder ikke have øvet nævneværdig Indflydelse paa Middelfejlen for hele Sommeren.

For at faa et Overblik over, hvorledes det stiller sig med Sikkerheden i Forhold til Vandforbrugets Størrelse i de enkelte Perioder, er Middeltallet af Gennemsnitsfejl og af Middelfejl pr. Serie i en Periode af 14 Dage beregnet med dette for Øje, og man har derved opnaaet følgende Resultat:

| Ved Vandforbrug | Gennemsnitsfejl | Middelfejl | Antal Serier à 3 Kar |
|--------------------------|-----------------|------------|----------------------|
| ÷ 5—0 Kg. pr. Kar. . . . | 0.18 | 0.26 | 9 |
| 0—5 — - — | 0.31 | 0.44 | 30 |
| 5—10 — - — | 0.49 | 0.67 | 28 |
| 10—15 — - — | 0.64 | 0.88 | 30 |
| 15—20 — - — | 0.39 | 0.52 | 26 |
| 20—25 — - — | 0.60 | 0.81 | 13 |
| 25—30 — - — | 0.66 | 0.90 | 4 |

Som det ses af denne Beregning, til hvilken man har benyttet 140 af de fuldstændigste Serier uden paaviselige grove Fejl, er Rækken ikke fri for temmelig store Spring, og navnlig er de afvigende Tal for Vandforbruget 15—20 Kg. pr. Kar paafaldende og tilsyneladende uforklarlige. Paa Forhaand maatte man paa Grund af de relativt talrige Maalinger og Af-læsninger i en Periode, da der bruges meget Vand, vente størst absolut Middelfejl ved stort Vandforbrug, og saaledes viser Tallene jo ogsaa i Hovedtrækkene.

En Betragtning af de i Tabel 3 og 4 foreliggende Tal viser med megen Tydelighed den overfladelige Bearbejdnings store Indflydelse paa Forbruget af Vand ved Fordampning, idet vi ser, at der paa begge Jordarter og ved begge de valgte Højder af Grundvandstanden er fordampet mindst Vand paa den harvede Jord, mere paa den glattromlede og mest paa den ringtromlede. Tallene for Sommeren 1907 viser endvidere, at Vandforbruget efter Cambridge-Tromling er større end efter Harvning, men mindre end efter Ringtromling, og desuden ses af Tabellen for 1907, at en Løsning af den ringtromlede Jord ved Harvning bringer Vandtabet ved Fordampning ned under det, der er funden for Cambridge-Tromling, samt at ved 1 M.s Grundvandstand Tallene for Ringtromling + Harv-

ning endog falder meget nær ved Tallene for Harvning, et Forhold, der maa tillægges stor praktisk Betydning, naar det udnyttes paa rette Maade ved Jordens afsluttende Behandling efter Saaningen, især om Foraaret. Aarsagerne til de store Forskelligheder i Vandforbruget ved Fordampning som Følge af den forskellige overfladelige Jordbehandling maa naturligt søges i den herved foranledigede forskellige Kapillaritet i det øverste Jordlag, samt for Ringtromlingens Vedkommende tilige i den relativt store Overflade. I Forbindelse med disse Faktorer staar Jordens Varmeledningsevne og deraf paavirkede Temperatur efter de forskellige Bearbejdninger, hvorom der vil blive meddelt i en senere Publikation. Der vil ogsaa i en saadan blive gjort Rede for Resultatet af Undersøgelser, der paa lignende Maade er anstillede over forskellige Plantearters Vandforbrug og over dettes Forhold til Tørstofproduktionen for samme Plantearter. Her er kun for Aaret 1907 medtaget Dyrkning af Havre i 2 Kar med hver Jordart, fordi dette giver Anledning til Sammenligninger, som i denne Forbindelse frembyder nogen Interesse. Det ses saaledes, at Tallene for Havrekarrenes Vandforbrug følger i den første Periode ret nøje Tallene for harvet, ubevokset Jord; men eftersom Havrens Udvikling skrider frem, bruger den mere Vand, og senere — i Tiden fra 16. til 31. Juli — viser Vandforbruget sig her i Sammenligning med de andre Kar uafhængigt af Nedbøren, alt selvfølgelig baade naturligt og let forklarligt; men Graden af disse Virkninger kan dog kun konstateres ved Forsøgstal.

Til nærmere Belysning af disse Forhold skal meddeles, at Havrens Saaning fandt Sted den 12. April, Fremspiringen den 1. Maj, Skridningen den 3. og 5. Juli paa Sandjorden, den 6. Juli paa Lerjorden, Modningen og Høstningen den 28. August paa Sandjorden, den 2. September paa Lerjorden. Endvidere at der avledes paa Sandjorden 244 Gr. Korn og 364 Gr. Halm, paa Lerjorden 225.7 Gr. Korn og 368.2 Gr. Halm pr. Kar.

Ved disse og lignende Sammenligninger mellem enkelte Perioder bør det erindres, at Tallene for saadanne ikke sikkert svarer til det virkelige Vandforbrug, fordi Forholdet mellem Jordens Fugtighedsgrad i de forskellige Kar kan være anderledes ved Periodens Slutning end ved dens Begyndelse, og Forskellen vil da normalt gaa i den Retning, at Udslaget

i Virkeligheden er større end de ved Observationerne og Maalingerne fundne Tal angiver, fordi Jorden i Kar, der viser stor Fordampning ifølge Maalingerne, desuden er bleven relativt tør i de øverste, paa bevokset Jord ogsaa i dybere Lag. Til Antydning af de Forskelle, der saaledes kan opstaa, skal her anføres Resultatet af Tørstofbestemmelser af Sandjord og Lerjord med 66 Cm. Vandstand og udførte paa Jordprøver af ca. 20 Gr., udtagne i 6—7 Cm. Dybde:

| | Sandjorden | Lerjorden |
|----------------------------------|------------|-----------------|
| Efter Harvning indeholdt..... | 6.40 pCt. | 14.71 pCt. Vand |
| Efter Glattrømling indeholdt.... | 5.82 — | 13.74 — — |
| Forskellen var altsaa ... | 0.58 pCt. | 0.97 pCt. Vand |

Paa ubevokset Jord gør disse Forskelligheder sig selvfølgelig kun gældende i de øverste Lag; men selv om man forudsætter en jævnt aftagende Virkning i denne Retning, lige til 50 Cm. Dybde — altsaa fuld Virkning at beregne for et Jordlag paa 25 Cm. — vil Differensen i Jordens Vandindhold som Følge af forskellig Bearbejdning for Lerjordens Vedkommende herefter højst udgøre 1.5 Kg. og for Sandjordens 1.1 Kg. pr. Kar. En Undersøgelse af Jordens Fugtighed i 30 Cm. Dybde bekræftede for Lerjordens Vedkommende Rigtigheden af denne Forudsætning. For Sandjorden lykkedes det ikke at faa saa nøjagtige Tal, at der kunde bygges nogen sikker Slutning derpaa. Med denne eventuelle Fejl in mente og med Henblik paa, hvad der tidligere er anført om Kilder til Fejl for de enkelte 2 Ugers Perioder, skal vi betragte nogle af disse lidt nærmere. Vi begynder med den tørre og varme Sommer 1899. I første Periode ($^{24}/4$ — $^{30}/4$) er der med en relativ Luftfugtighed af 78 pCt. ikke særlig store Forskelligheder paa Vandforbruget som Følge af de prøvede Faktorer; men i 2. Periode ($^{1}/5$ — $^{15}/5$) bliver Forholdet helt forandret, og en nærmere Undersøgelse af Aarsagerne hertil viser, hvor varsom man bør være med at drage direkte Slutninger af Tallene for et kort Tidsrum. Skønt man mente at have faaet konstant Vandstand ved Forsøgets Begyndelse den 24. April, viste det sig dog, at Grundvandstanden sank mere, end Fordampningen kunde foranledige, og navnlig var dette Tilfældet for Karrene med dyb Grundvandstand, idet Jordlaget over denne stadig opsugede Vand ved Kapillaritet. Der blev da 4 Dage før denne

Periodes Afslutning tilført 5 Kg. Vand til hvert af Karrene med $\frac{1}{2}$ M. og $12\frac{1}{2}$ Kg. til hvert af dem, der skulde have 1 M. dyb Grundvandstand. Dette gav nu Anledning til en daglig Aftapning for at holde Grundvandstanden i den rigtige Højde, og denne Regulering ved daglig Aftapning var endnu ikke tilendebragt, da der paa 1. Periodes sidste Dag faldt 4.8 Mm. Regn. Aftapningen maatte da fortsættes i 2. Periode, hvis første 3 Dage desuden gav Hovedparten af dens Nedbør, og navnlig varede det forholdsvis længe, inden Aftapningen kunde stanses for Karrene med dyb Grundvandstand, fra hvilke der overalt aftappedes mere Vand, end Nedbøren havde bragt. De negative Tal for disse Kars Vandforbrug i en Periode med høj Temperatur og kun 64 pCt. relativ Luftfugtighed skyldes altsaa i Virkeligheden den vilkaarlige Inddeling i Perioder, idet Aarsagen maa søges i en særlig Paavirkning fra den foregaaende Periode. Det bør dog erindres, at det øverste Jordlag her i den tørre og varme 2. Periode hurtigt udtørres saa stærkt, at Fordampningen herved bliver begrænset i ikke ringe Grad. I Karrene med $\frac{1}{2}$ M. Vandstand og især paa Sandjorden har man hurtigere kunnet faa Grundvandets Højde konstant, og de nævnte Virkninger fra 1. Periode viser sig derfor her i langt ringere Grad. Desuden formaar med denne høje Vandstand begge Jordarter at opsuge Vand ved Kapillaritet, saaledes at der fra Grundvandet skaffes Erstatning for det fordampede Vand; men medens Sandjorden paa Grund af sin Enkeltstruktur er kapillær lige til Overfladen paa den tromlede Jord, er Lerets Krummestruktur ikke fuldstændig hævet i Overfladen ved denne Bearbejdning, og Vandforbruget bliver derfor her ringere. I den derpaa følgende 3. Periode ($\frac{16}{5}$ — $\frac{31}{5}$) kommer der 16.5 Mm. Nedbør, svarende til 8.25 Kg. pr. Kar. Næsten hele denne Vandmængde fordamper fra Karrene med 1 M. Vandstand, medens Karrene med $\frac{1}{2}$ M. Vandstand ikke nøjes hermed; særlig de tromlede Sandjordskar bruger meget af Grundvandet til Fordampning. I Juni og Juli stiger Temperaturen stærkt, saaledes at Middelttemperaturen i Juli endog naar 19° C., og da Luftens relative Fugtighed ved denne høje Temperatur ikke overstiger 71 pCt. som Maanedes-Middel bliver Fordampningen saa stærk, at hele Nedbøren og saa meget af Grundvandet forbruges, som Jordens ved Regnens Fordeling vekslende Kapillaritet kan

bringe op. Da Behandlingen af Jorden ikke blev gentaget i Sommerens Løb, maatte Virkningen deraf forudsættes at blive mindre udpræget efter en stærk Regn, der slemmer Jordpartiklerne sammen i Overfladen. Dette vilde rimeligvis ogsaa have vist sig tydeligere end Tilfældet var, hvis Traadnettet i Volièren ikke havde optaget Slaget af store Regndraaber og bidraget til at fordele dem.

Tabel 5. Kilogram Vand pr. Kar, fordampet i Tiden fra 1. Maj—31. Juli.

| Aar | Grundvandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | | | Grundvandstand 1 M. under Overfladen | | | | | Nedbør i Kg. pr. Kar |
|-----------|--|---------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| | Harvet | Glat-trom-let | Ring-trom-let | Ringtr. og harvet | Cam-bridge-troml. | Harvet | Glat-trom-let | Ring-trom-let | Ringtr. og harvet | Cam-bridge-troml. | |
| Sandjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 | 55.2 | 85.0 | 99.0 | — | — | 31.0 | 37.0 | 39.4 | | | 35.4 |
| 1900 | 84.9 | 100.7 | 127.3 | — | — | 62.3 | 67.8 | 75.8 | | | 77.1 |
| 1907 | 51.8 | — | 80.2 | 60.2 | 72.4 | 47.0 | — | 59.7 | 49.5 | 52.5 | 99.5 |
| Lerjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 | 49.2 | 53.0 | 53.0 | | | 43.1 | 44.2 | 48.0 | | | 35.4 |
| 1900 | 84.1 | 92.7 | 100.1 | | | 74.4 | 79.5 | 83.7 | | | 77.1 |
| 1907 | 62.8 | — | 76.3 | 67.2 | 72.6 | 63.9 | — | 70.0 | 63.4 | 67.0 | 99.5 |

Sommeren 1900 giver mere end dobbelt saa stor Nedbør som den foregaaende Sommer; kun 3. Periode ($\frac{1}{6}$ — $\frac{15}{5}$) udmærkede sig ved ringe Nedbør, og Fordampningstallene, der minder om 2. Periode i 1899, kan forklares paa lignende Maade. De følgende Perioder holdes Jorden ved den stadig stærke Nedbør fugtig, den forbruger under alle de givne Vilkaar meget Vand, og Udslaget af de prøvede Faktorer bliver derfor ringe paa Lerjorden, som tilbageholder relativt meget af Nedbørs-vandet.

De paagældende Sommermaaneder i 1907 giver endnu betydelig stærkere Nedbør end i 1900, men Middelterperaturen er omtrent 1° C. lavere, og dette har selvfølgelig bidraget til, at Fordampningen gennemgaaende er mindre end i 1900. Den stadige og stærke Befugtning af de øverste Jordlag medfører,

at Forskellen formindskes eller udjævnes mellem Vandforbruget ved $\frac{1}{2}$ og ved 1. M. Vandstand, hvilken Forskel i de 2 andre Somre og navnlig paa Sandjorden er paafaldende stor. Saavel dette Forhold, som den overordentlige Indflydelse, Jordens Kapillaritet i det øverste Lag udøver paa Vandforbruget ved Fordampning, naar Grundvandet staar saa højt, at Fordampningstabet stadig kan dækkes herfra, ses maaske tydeligst af Tabel 5, hvor f. Eks. Forskellen paa Vandforbruget i Kg. pr. Kar efter Harvning og efter Ringtromling stiller sig saaledes:

| | Sandjord: | | Lerjord: | |
|----------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| | $\frac{1}{2}$ M. Vandstand | 1 M. Vandstand | $\frac{1}{2}$ M. Vandstand | 1 M. Vandstand |
| 1899 ... | 44.4 | 7.8 | 3.8 | 5.8 |
| 1900 ... | 42.8 | 13.8 | 16.0 | 9.8 |
| 1907 ... | 28.9 | 11.8 | 13.5 | 6.1 |

Sandjorden er her ved Tromlingen bleven kapillær til Overfladen, Lerjorden derimod ikke.

Men disse Tal er af foran nævnte Grunde ikke saa sikre som dem, der repræsenterer hele Observationstiden, og vi skal derfor paa Grundlag af disse ved Forholdstal søge nærmere at belyse Bearbejdningens, Jordartens, Vandstandens og Nedbørens Indflydelse.

Vi ser i Tabel 6 Vandforbruget ved Glattromling i Sammenligning med Harvning forøget med 3—51 pCt.; begge disse Ydergrænser falder i det tørre Aar 1899, og den store Forskel finder sin naturlige Forklaring i Luftens ringe relative Fugtighed i Forbindelse med Forskellighederne i Jordernes Struktur og i Grundvandstanden. Tallene for 1 M. Grundvandstand maa vel tillægges størst praktisk Betydning; de viser, at man paa en Lerjord med Krummestruktur, der ikke ved Glattromling gøres fuldt kapillær til Overfladen, i et tørt Aar herved kan forøge Vandtabet med nogle faa Procent; men i et Aar, hvor Nedbøren jævnlig befugter det øverste Lag, maa paa-regne en dobbelt saa stor Forøgelse. Vigtigere endnu end dette er, at Forholdet bliver helt omvendt paa en let sandet Jord, der lader sig trykke kapillær til Overfladen, her andrager det ved Glattromlingen forøgede Vandtab en Snes pCt. i det tørre Aar, og omtrent halvt saa meget i et normalt fugtigt. Ringtromlens Kamme gør Lerjorden kapillær i Bunden og forøger Vandtabet med 10 à 14 pCt., paa Sandjorden endog til

op imod 30 pCt. i de 2 Somre, og i den yaade Sommer 1907 til 23 pCt.; men slettes Kammene ved Harvning, gaar Forskellen ned til nogle faa pCt. eller udlignes helt. Cambridge-tromlingen virker overalt m. H. t. Vandtab mindre skadeligt end Ringtromlingen, hvilket maa tilskrives baade Takkerne og de mindre dybe Kamme. Vender vi os dernæst til Tallene for

Tabel 6. Vandforbrug, angivet i pCt. af Forbruget efter Harvning.

| Tidsrum | Grundvandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | | | Grundvandstand 1 M. under Overfladen | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Ringtr. og harvet | Cam-bridge-tromlet | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Ringtr. og harvet | Cam-bridge-tromlet | Bevokset med Havre |
| Sandjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 151 | 176 | — | — | 100 | 119 | 128 | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 119 | 153 | — | — | 100 | 110 | 128 | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | — | 151 | 116 | 137 | 100 | — | 123 | 104 | 107 | 277 |
| Lerjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 110 | 112 | — | — | 100 | 103 | 113 | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 109 | 120 | — | — | 100 | 107 | 114 | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | — | 120 | 106 | 115 | 100 | — | 110 | 99 | 106 | 213 |

$\frac{1}{2}$ M. Vandstand, ses Glatromlingen paa Lerjord at forøge Vandforbruget med en halv Snes pCt., Ringtromlingen med 12—20 pCt.; men paa Sandjorden bliver Forøgelsen ved Tromling i Sammenligning med Harvning langt større, og naar endog for Ringtromling op til 76 pCt., et Forhold, som det vel er værd at mærke sig ved den tidlige Foraarsbehandling af let Jord med høj Grundvandstand.

Jordartens Indflydelse ses af Tabel 7. Tallene for $\frac{1}{2}$ M. Grundvandstand tyder paa, at Sandjordens Vandforbrug i Forhold til Lerjordens staar i omvendt Forhold til Nedbøren og Luftens relative Fugtighed, hvor Jorden som her kan suge Fugtighed fra Grundvandet til Dækning af Tabet ved Fordampning. Er dette ikke Tilfældet, bliver Fordampningen relativt ringe i Forhold til Lerjordens, og Nedbørens Fordeling

Tabel 7. Vandforbruget paa Sandjord, angivet i pCt. af Forbruget paa Lerjord.

| Tidsrum | Harvet | | Glattrømler | | Ringtrømler | | Ringtrømler og harvet | | Cambridge-trømler | |
|--|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | Ler-jord | Sand-jord | Ler-jord | Sand-jord | Ler-jord | Sand-jord | Ler-jord | Sand-jord | Ler-jord | Sand-jord |
| Grundvandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 115 | 100 | 158 | 100 | 181 | — | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 98 | 100 | 107 | 100 | 125 | — | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | 80 | — | — | 100 | 100 | 100 | 87.1 | 100 | 94.4 |
| Grundvandstand 1 M. under Overfladen | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 75 | 100 | 87 | 100 | 85 | — | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{6}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 72 | 100 | 74 | 100 | 81 | — | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | 78 | — | — | 100 | 87 | 100 | 81 | 100 | 80 |

i de enkelte Perioder af Observationstiden faar en Indflydelse, der gør Billedet uklart.

Over Vandstandens Indflydelse giver Tallene i Tabel 8 et let Overblik. Særlig Overvægt i Vandforbrug viser den høje

Tabel 8. Vandforbruget ved Grundvandstand $\frac{1}{2}$ M. under Jordens Overflade, angivet i pCt. af Forbruget ved 1 M. Vandstand.

| Grundvandets Dybde i M. | Harvet | | Glattrømler | | Ringtrømler | | Ringtrømler og harvet | | Cambridge-trømler | |
|--|--------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-----------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | 1 | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{1}{2}$ |
| Sandjord. | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 168 | 100 | 214 | 100 | 231 | — | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 150 | 100 | 162 | 100 | 179 | — | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | 100 | — | — | 100 | 122 | 100 | 112 | 100 | 128 |
| Lerjord. | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) | 100 | 111 | 100 | 118 | 100 | 109 | — | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{6}$ — $\frac{21}{8}$) | 100 | 110 | 100 | 112 | 100 | 116 | — | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{31}{8}$) | 100 | 98 | — | — | 100 | 106 | 100 | 104 | 100 | 106 |

Grundvandstand paa Sandjorden, og her atter mest i tørt Vejr. Al Jordbehandling, som forøger Vandforbruget i Sammenligning med Harvning, forøger ogsaa Forskellen mellem Vandforbruget ved 1 og ved $\frac{1}{2}$ M. Grundvandstand. Det samme er gennemgaende, men i langt mindre udpræget Grad, Tilfældet paa Lerjorden.

Tabel 9. Vandforbrug, angivet i pCt. af Nedbøren.

| Tidsrum | Grundvandstand $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen | | | | | Grundvandstand 1 M. under Overfladen | | | | | |
|---|--|--------------|--------------|-------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Ringtr. og harvet | Cambr.-tromlet | Harvet | Glat-tromlet | Ring-tromlet | Ringtr. og harvet | Cambr.-tromlet | Bevokset m. Havre |
| Sandjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) . . . (Nedbør 86 Mm.) | 154.4 | 233.7 | 271.9 | — | — | 91.9 | 109.3 | 117.9 | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) . . . (Nedbør 204 Mm.) | 92.9 | 110.4 | 141.7 | — | — | 62.0 | 68.2 | 79.3 | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{81}{8}$)* . . . (Nedbør 275.5 Mm.) | 54.8 | — | 82.6 | 63.5 | 75.2 | 55.0 | — | 67.5 | 57.0 | 59.0 | 152.0 |
| Lerjord. | | | | | | | | | | | |
| 1899 ($\frac{24}{4}$ — $\frac{12}{8}$) . . . (Nedbør 86 Mm.) | 134.0 | 148.1 | 150.3 | — | — | 121.9 | 125.9 | 138.1 | — | — | — |
| 1900 ($\frac{1}{5}$ — $\frac{21}{8}$) . . . (Nedbør 204 Mm.) | 94.7 | 103.2 | 113.7 | — | — | 86.3 | 92.5 | 97.9 | — | — | — |
| 1907 ($\frac{20}{4}$ — $\frac{81}{8}$)* . . . (Nedbør 275.5 Mm.) | 68.6 | — | 82.3 | 73.0 | 78.3 | 70.2 | — | 77.6 | 70.1 | 74.1 | 149.8 |

Nedbørens Forhold til Vandforbruget fremgaar af Tabel 9. Det ses let, at Vandforbruget ved Fordampning viser sig desto større i Forhold til Nedbøren, jo ringere denne er. Det gennemsnitlige Vandforbrug efter de 2 Bearbejdninger, der har været gennemførte i alle 3 Aar, nemlig Harvning og Ring-tromling, bliver saaledes 147.6 pCt. af Nedbøren for 1899, men kun 96.1 pCt. for 1900 og 69.8 pCt. for 1907. Det paatrænger sig ogsaa straks Opmærksomheden, at der med en enkelt, let forklarlig Undtagelse overalt er fordampet mere Vand i det tørre

*) Om Tidsrummet for de med Havre bevoksede Kar se Side 99.

Aar 1899, end Nedbøren har bragt, medens der i de fleste Tilfælde for den paa Nedbør normale Sommer 1900 er fordampet mindre Vand, end der svarer til Nedbøren, og endelig er Vandforbruget for ubevokset Jord i den fugtige Sommer 1907 i alle Tilfælde betydeligt under Nedbøren, medens den bevoksede Jord bruger halvanden Gange saa meget Vand, som Nedbøren har bragt. Dette staar i Strid med Professor *Coldings* Udtalelser, at »hele Sommerhalvaarets Regnmængde bortgaar ved Fordampning fra Jordoverfladen, for saa vidt den ikke optages af Planterne,« *) og »at selv i meget fugtige Somre synker der næsten intet Vand ned til en Dybde af 5 Fod; men at hele Regnmængden fordamper og forsvinder saa at sige i Jordoverfladen« **). Det forekommer mig dog givet, at den her anvendte Fremgangsmaade maa have ubetinget Fortrin for den, hvorpaa Prof. *Colding* baserer sine Udtalelser, og disse maa derfor uden Tvivl begrænses til at gælde bevokset Jord.

Søger vi sluttelig i Korthed at angive, hvilken Lære der af de her beskrevne Undersøgelser kan uddrages for Jordbehandlingen, maa Opmærksomheden særlig rettes paa Resultaterne fra Karrene med 1 M. Vandstand, dels fordi denne Vandstand svarer mere til Forholdene i Praksis, end en Vandstand paa $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen, dels fordi det ved den lavere Grundvandstand, hvorfra der ikke ved Haarrørskraft kan opsuges Fugtighed til de øverste Jordlag, er særlig vigtigt at undgaa unyttigt Vandtab ved Fordampning. Det bør dog erindres, at Resultaterne fra den høje Grundvandstand ingenlunde er uden Betydning for den praktiske Jordbehandling. Om end udpræget Lerjord vanskelig bliver bekvem at behandle om Foraaret, før den gennemsnitlige Grundvandstand er sunket mere end $\frac{1}{2}$ M. under Overfladen, saa vil dog Grundvandet midt imellem Drænene paa gode Middeljorder ofte kunne have en lignende Højde, naar Jorden beredes til Foraarssaaning, og lette Jorder kan jo være meget bekvemme at behandle ved en saa høj Grundvandstand, et Forhold, som man

*) Tidsskrift for Landøkonomi. 1872. Side 82, L. 3 f. n.

***) A. *Colding*: Om Lovene for Vandets Bevægelse i Jorden. Vidensk. Selsk. Skr. 5. Række, naturvidenskabelig og matematisk Afd. 9. Bd. VIII. Side 580, L. 3 f. o.

netop her benytter sig af for ved tidlig Saaning om Foraaret at udnytte Vinterfugtigheden.

Under disse Forhold bliver det atter Sandjorden, der kræver særlig Opmærksomhed, fordi den i langt ringere Grad end Lerjorden er i Stand til at tilbageholde Fugtighed fra Nedbøren og derved bøde paa Uregelmæssigheder i dennes Fordeling. Tallene viser da tydeligt, hvor stor Skade der kan gøres ved at afslutte Jordbehandlingen med Tromling og særlig med Ringtromling paa en Tid og under Forhold, hvor det er af Vigtighed at økonomisere med Jordens Fugtighed, saaledes som dette jo navnlig er Tilfældet ved Sandjordens Foraarsbehandling. Ganske vist maa man ofte efter Saaning af Vaarsæden trykke den løse Jord sammen med Tromlen, for at den kan opsuge og tilføre Sædekornet den for Spiringen nødvendige Fugtighed; men Tallene viser ogsaa, at man, efter at dette er sket, ved en fornyet overfladelig Harvning kan forstyrre Kapillariteten i det allerøverste Lag og derved bringe Vandtabet ned til omtrent det samme, som finder Sted efter Harvning. Skal man imidlertid kunne foretage denne Operation uden at forstyrre Sædekornets gode Leje, maa det selvfølgelig nedbringes til en vis Minimumsdybde, som dog for Sædarterne og særlig paa sandet Jord ogsaa er ønskelig af andre Aarsager, og ikke mindst gælder dette for den paa vore Sandjorder mest dyrkede Sædart, Havren, der altid bør sorteres skarpt til Udsæd med det Formaal kun at benytte de store Korn og paa let Jord at nedbringe dem til en forholdsvis stor Dybde. Den nu ikke ualmindelige »Ukrudsharvning« virker ifølge ovenstaaende i ikke uvæsentlig Grad til at spare Vandtab ved Fordampning; men i mange Tilfælde udføres den dog vistnok saa sent, at den ikke gør en let Overharvning umiddelbart efter Saaningen overflødig.

Det er imidlertid ikke alene ved Foraarsbehandlingen, at man bør bestræbe sig for at spare paa Jordens Vandbeholdning ved at holde det øverste Jordlag løst. Selv om man har afsluttet Foraarsbehandlingen med en let Harvning, kan Jorden igen blive tæt i Overfladen, naar en pludselig Nedbør bringer mere Vand, end der straks kan optages. Særlig paa svær, hældende Jord opslemmes da de fine Partikler, saa de kommer til at flyde og sammenkitte Mellemrummene mellem de grovere, hvorved der dannes en tæt Skorpe. Overalt, hvor

det er af Betydning at undgaa unyttigt Vandtab ved Fordampning, og hvor man under Planternes Vækst kan bryde og løsne den af Regn eller andre Aarsager dannede Skorpe, bør dette derfor ubetinget finde Sted og udføres saaledes, at der tilvejebringes et muligt løst, ikke kapillært Isolationslag indtil nogle faa Centimeters Dybde fra Overfladen.

De foreliggende Resultater taler tydeligt nok til at konstatere Betydningen af Bestræbelser for at regulere Fugtighedsforholdene ved den afsluttende Behandling af det øverste Jordlag. Dette er imidlertid kun een Side af Spørgsmaalet om Regulering af Kulturjordens Fugtighed, en Sag, der er af saa dominerende Betydning for Plantekulturen, at man maa betegne det som særlig ønskeligt, at der skaffes Midler til at tage Undersøgelser herover op i større Omfang og paa en saadan Maade, at man undgaar de Ulemper ved Installationen, som man her har haft at kæmpe med, og som først Erfaringen skaffer fuld Klarhed over.
