

Kobber i Jord og Kulturplanter III.

Kobberindhold og Kobbermangel i jyske Jordtyper.

Ved F. Steenbjerg og Else Boken.

415. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende Beretning redegør for Undersøgelser over jyske Jordtypers Kobberindhold og Kobbermangel belyst ved kemiske Analyser og Markforsøg. De kemiske Analyser er udført paa den jordbundskemiske Afdeling ved Statens Planteavls-Laboratorium, Kgs. Lyngby, medens Markforsøgene er udført i jyske Landbo- og Husmandsforeninger i Aarene 1925—44. Beretningen er udarbejdet af Professor, Dr. agro. F. Steenbjerg og Assistent, Fru Else Boken.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indholdsfortegnelse.

	Side
Indledning.....	376
A. Bestemmelse af Jordens Kobberindhold	378
I. Den anvendte Analysemetode.....	378
II. Undersøgelsens Omfang og Metode.....	379
III. Jordens Kobberindhold under forskellige Forhold.....	387
1. Jordens geologiske Oprindelse.....	388
2. Jordtypen. Jordens Humusindhold.....	394
3. Undergrunden.....	397
4. Uopdyrket Hede	398
5. Hedeplantager.....	401
6. Kobbertilførsel.....	401
7. Tidspunktet for Opdyrkning	404
8. Kobbertallet og Jordens Næringsstofftilstand. Vekselvirkningen	406
IV. Kobbertal og Merudbytte.....	411
B. Lokale Markforsøg med Kobbergødninger i Jylland 1925—44.....	416
I. Merudbyttetallene ved Kobbergødskning.....	416
1. Jordens geologiske Oprindelse og Merudbyttet.....	419
2. Opførelser af Markforsøg og Kobbertal for større Omraader..	425

3. Merudbyttet første Aar ved Tilførsel af forskellige Kobbergød-	
ninger.....	427
a. Kobbersulfat.....	427
b. Svovlkisaske.....	433
c. Kobberkis (Blandede Sulfider).....	435
d. Kobberslaggemel.....	436
4. Kobbergødningernes Eftervirkning.....	437
a. Kobbersulfat.....	438
b. Svovlkisaske.....	440
c. Kobberkis (Blandede Sulfider).....	441
II. Fremtidig Kobbergødskning.....	442
III. Kobbermangelens Udbredelse og Betydning i Jylland.....	445
Resumé.....	448
Summary.....	450
Litteraturliste.....	453

Indledning.

Der foreligger flere Undersøgelser, som behandler Kobbermangelens Forekomst og Betydning i Jylland. I to tidligere Arbejder, (1) og (2), er der givet en kort Oversigt over den paagældende Litteratur. Kobbermangelen findes paa humusrige Sandjorder og Mosejorder og kan være særlig fremtrædende paa Lavmosejorder og Kærjorder. Den er imidlertid ogsaa meget udbredt paa Sandjorder med et normalt Humusindhold fra 2 til 4 Procent. Det jydsk Omraade, hvor Kobbermangelen forekommer, er blot en Del af et større nordvesteuropæisk, et skandinavisk, og saavidt det kan afgøres, ogsaa et russisk Omraade, hvor podsolerede Sandjorder er isprængt større eller mindre Omraader af Jorder med meget betydeligt Humusindhold. Saadanne Jordtyper findes ogsaa andre Steder i Verden. Af den Litteratur, som tidligere er behandlet (1) og af den stadig stærkt voksende Litteratur om disse Spørgsmaal (3), fremgaar det, at Kobbermangel er universelt udbredt og foraarsager baade Jordbrug og Husdyrbrug betydelige Tab.

Ved den jordbundskemiske Afdeling paa Statens Plantavlslaboratorium i Lyngby er der siden 1935 udført Undersøgelser over Kobberindholdet i jydsk Jordtyper. Disse Undersøgelser har paa forskellig Maade øget vor Viden om Kobberproblemet for jydsk Landbrug.

For at supplere det foreliggende Materiale blev der i Aarene 1942-44 optaget et Samarbejde med de jydsk Landboforeninger

(ved Konsulent *H. Land Jensen*), hvis Konsulenter udtog og indsendte Jordprøver til Kobberundersøgelse.

Jævnside med dette Arbejde, der er udført for at faa fastere Holdepunkter for en Vurdering af Kobbermangelen i Jylland, er Mulighederne blevet undersøgt for Anvendelse af Kobbergødninger, der er billigere end Kobbersulfat. Der er saaledes blevet udført Undersøgelser over forskellige Kobbermineralers Gødningsværdi (2). Ved disse Undersøgelser har det vist sig, at et Mineral som Kobberkis kan bruges, naar det finmales tilstrækkeligt. Et af de mest velegnede Kobberminerale er imidlertid Malakit, som i Henhold til de udførte Karforsøg fuldt ud kan staa Maal med Kobbersulfat. Det er indlysende, at finmalede Kobberminerale er betydelig billigere end Kobbersulfat, som fremstilles paa Grundlag af Kobberminerale. Ved en direkte Anvendelse af Kobberminerale som Gødning er der altsaa Mulighed for rentabel Anvendelse af Kobbergødning paa langt større Arealer end hidtil, hvor man udelukkende har været henvist til at anvende det forholdsvis dyre Kobbersulfat (»Blaasten«). Ved de udførte Karforsøg (2) har det desuden vist sig, at ogsaa Kuprooxyd i Form af Mineralet Kuprit samt Kuprioxyd kan benyttes som Kobbergødning, og ved igangværende Undersøgelser søges det derfor afgjort, om ikke en Ristning af sulfidholdige Kobberminerale som f. Eks. Kobberkis vil forbedre Gødningsvirkningen. Ved en saadan Ristning, der er en almindelig anvendt Proces, omdannes Kobbersulfiderne i Kobberkis til en Blanding af Kuprioxyd og Kobbersulfat. De nye Kobbergødninger vil blive behandlet i et særligt Afsnit.

For at udnytte de økonomiske Muligheder for en øget Anvendelse af billige Kobbergødninger, som disse Undersøgelser indebærer, er det imidlertid nødvendigt at have Kendskab til Kobbermangelens Udbredelse og Styrke under forskellige Forhold. Spørgsmaalene bliver altsaa: Hvor udbredt er Kobbermangelen i Jylland, og med hvilken Styrke optræder den?

Denne Vurdering af Kobbermangelen i Jylland er i det følgende foretaget, dels paa Grundlag af en Bestemmelse af Kobbertal i Jordprøver udtaget i de jydsk Sandjordsegne, dels ved Hjælp af en Opgørelse af de udførte Markforsøg med Kobbersulfat og andre Kobbergødninger i Jylland.

A. Bestemmelse af Jordens Kobberindhold.

I. Den anvendte Analysemetode.

I et tidligere Arbejde (1) er der givet en Beskrivelse af den indtil 1940 anvendte Fremgangsmaade til Bestemmelse af Jordens tilgængelige Kobberindhold (Kobbertallet). Ved Bestemmelser af Kobbertal ekstraheres Jorden med Saltsyre af en saadan Koncentration, at Slutaciditeten i Filtratet svarer til p_H -Værdien 2,0. Medens Jordekstraktens Kobber tidligere isoleredes ved en Svovlbrintefældning, er dette sket ved en Elektrolyse for de i nærværende Arbejde anførte Analyser, idet Jordekstrakten efter Inddampning med Kongevand og konc. Salpetersyre gøres ca. 1 normal med Svovlsyre og overføres til et Elektrolysekar af særlig Konstruktion (*Grendel* (4)). Der elektrolyseres 1 Time med en Klemskruespænding paa godt 2 Volt og en Strømstyrke paa godt 10 Milliampere. Ved Hjælp af en Mikrobrænder med Glimmer-skorsten holdes Temperaturen den første halve Time omkring

Tabel 1. Dobbeltbestemmelser af Kobbertal (1944).

Lokalitet	Forsøgs- led	1. Best.	2. Best.	Lokalitet	Forsøgs- led	1. Best.	2. Best.
Aulum	a	2.4	1.5	Sndr. Duborg II	a	3.1	3.0
	b	16.4	14.6		b	37.0	34.5
	c	3.2	3.8		c	7.1	6.7
Brørup	a	5.6	6.8	Faarhus	a	2.8	2.0
	b	6.0	4.9		b	4.4	3.9
	c	2.6	2.8	Vokslev	a	4.6	4.0
Vejen	a	0.9	1.1		b	8.6	7.4
	b	3.7	2.8		c	2.7	2.8
	c	4.7	3.3	Thyregod	a	1.6	4.0
Ejsing	a	2.1	2.7		b	4.6	7.4
	b	5.4	5.6		c	8.7	2.8
	c	3.1	3.6	Holstebro	a	4.0	5.2
Bedsted	a	6.1	3.9		b	4.7	4.7
	b	9.0	8.3		c	3.6	4.6
	c	7.3	8.0	Fandrup	a	1.7	1.0
Troldhede	a	5.7	5.3		b	9.6	10.4
	b	17.9	16.5		c	4.4	5.6
	c	8.3	8.3	Vust	a	3.1	2.3
Sndr. Duborg I	a	3.8	3.6		b	6.0	5.4
	b	12.0	11.7		c	3.2	4.6
	c	6.2	6.4				

Kogepunktet; den sidste halve Time slukkes Flammen. Kobberet, der afsættes paa en Katode af finmasket Platintraadnet, opløses i 4 n Salpetersyre og efter Tilsætning af Overskud af koncentreret Ammoniakvand foretages Kobberbestemmelsen kolorimetrisk. I Tabel 1 findes Analyseresultater, der viser den Sikkerhed, med hvilken der arbejdes med denne Analysemetode (elektrolytisk Kobberudfældning).

I en Serie fastliggende Forsøg med Kobbergødninger anlagt i Jylland 1943, blev der udtaget en Jordprøve i hver Parcel. I de sammenslaaede Jordprøver fra hvert Forsøgsled blev der bestemt to Kobbertal. Forsøgsplanen var i de fleste af Forsøgene: a) Grundgødet, b) 50 kg Blaasten, c) 102 kg Kobberkis. Som det ses i Tabel 1, er Overensstemmelsen mellem de to Kobbertal saa god, som det kan forlanges i Betragtning af de smaa Kobbermængder, der bestemmes.

Det er før fremhævet, at en Analysemetode, der anvendes ved Rutinearbejde til Bestemmelse af de smaa Kobbermængder, som findes i Jordekstrakter, næppe i Øjeblikket kommer Problemet nærmere end en Bestemmelse af Størrelsesordenen af Ekstraktens Kobberindhold ¹⁾. Hertil kommer, som det ogsaa tidligere er anført, Vanskeligheden ved at definere den Del af Jordens Kobber, som er tilgængelig for Planterne (1). Den tilgængelige Kobbermængde, udtrykt ved Kobbertallet, dækker for nærværende en vis syreopløselig Kobbermængde bestemt under streng Overholdelse af baade Ekstraktionsmetodens og Analysemetodens forskellige Faser. Flere af disse Forhold er der tidligere (1) gjort Rede for, men vi har fundet det rigtigst paany at fremhæve dem.

II. Undersøgelsens Omfang og Metode.

De Jordprøver, hvori der er bestemt Kobbertal, kan deles i to store Grupper. Den ene Gruppe omfatter de ikke-systematisk udtagne Jordprøver fra Jylland, der i Aarene 1941 til Oktober 1944 blev indsendt til den jordbundskemiske Afdeling i Lyngby til Bestemmelse af Kobbertal. Det er muligt, at der ved Udtagningen af disse Jordprøver har gjort sig den særlige Omstændighed

¹⁾ Der er iøvrigt i 1946 udarbejdet en ny kemisk Analysemetode til Bestemmelse af Kobbertallet, en Metode som muliggør en sikrere og betydelig billigere Bestemmelse end hidtil.

gældende, at man i Forvejen har haft Mistanke om, at der forekom Kobbermangel, f. Eks. ved Iagttagelse af Kobbermangelsymptomer paa Afgrøderne. Den Mulighed kan derfor ikke paa Forhaand udelukkes, at der ved disse Jordprøvers Udtagning er foregaaet en mere eller mindre effektiv Forhaandssortering. Denne Gruppe Jordprøver benævnes i det følgende Gruppe I, og Resultaterne findes i Hovedtabel A.

I 1942 blev der indledet et Samarbejde mellem Statens Planteavls-Laboratorium og Foreningen af jyske Landboforeninger ved Konsulent *H. Land Jensen* med den Hensigt at gennemføre en Undersøgelse af Kobbermangelen i Jylland. De nærmere Enkeltheder vedrørende dette Arbejde skal ikke anføres her; særligt interesserede henvises til den jyske Planteavlsberetning for 1945, Side 341 (5). Her skal blot anføres, at det blev bestemt før Undersøgelsen, at der især skulde stræbes efter, at alle større jyske Sandjordsomraader blev repræsenterede ved Prøveudtagningen. Der blev derfor lagt særlig Vægt paa at inddrage mange Konsulenter i Arbejdet, medens der blev lagt mindre Vægt paa, at Prøveudtagningen skulde gennemføres helt systematisk indenfor de enkelte Omraader. Disse Jordprøver benævnes i det følgende Gruppe II og Resultaterne er anført i Hovedtabel B.

En virkelig systematisk Undersøgelse i den Forstand, at Jordprøverne blev udtaget efter et Kvadratnet indlagt paa et Kort over Arealet eller Omraadet, blev dog gennemført i tre store Landboforeninger; det mest omfattende Arbejde af denne Art blev udført af Konsulent *P. O. Overgaard* (Hjerm-Ginding Herreders Landboforening). Jordprøverne fra denne systematiske Undersøgelse, der, som det ses af Hovedtabel B, omfatter 624 Overgrundsprøver, anføres i det følgende under Betegnelsen Gruppe III.

Materialet er altsaa inddelt i følgende Grupper:

Gruppe I: Ikke systematisk udtagne Jordprøver 1941—44; Hovedtabel A.

Gruppe II: Jordprøver udtaget efter særlige Regler 1942—44; Hovedtabel B.

Gruppe III: Systematisk udtagne Jordprøver fra Hjerm-Ginding Herreders Landboforening 1942—44; Hovedtabel B.

Endelig findes i Hovedtabel C en samlet Opgørelse af Materialet fra Hovedtabellerne A og B. (Se senere).

Der forelaa saaledes for de i Aarene 1942-44 udtagne Jordprøvers Vedkommende 2 store Grupper eller Kategorier af Sandjorder, dels de i Hjerm-Ginding Herreders Landboforening systematisk udtagne Sandjordsprøver (Gruppe III), dels de i de øvrige Landboforeninger udtagne Jordprøver (Gruppe II), hvor de fastsatte Regler for Prøveudtagningen var saaledes: Udgangspunktet eller Udgangspunkterne for Prøveudtagningen skulde være særlig kobbermanglende Jorder, og der skulde i Almindelighed udtages een Jordprøve pr. Ejendom, højst to, tre Jordprøver efter Ejendommens Størrelse. Fra saadanne formodet særlig kobbermanglende Omraader (Centrer), skulde man derefter bevæge sig ud til Jorder, som i Henhold til Type og Erfaring var mindre kobbermanglende¹⁾. (Se (5)).

Man kunde paa Forhaand vente, at de to Kategorier af Jordprøver ikke vilde forholde sig ens, idet der bl. a. forelaa den Mulighed, at lave Kobbertal vilde være hyppigere blandt Prøverne i Gruppe II end blandt Prøverne i Gruppe III. Imidlertid viser det sig, at de to Kategorier af Jordprøver næppe er reelt forskellige med Hensyn til Kobbertallenes Fordeling, hvilket fremgaar af Figurerne 1a og 1b. I Figurerne er Sammenligningen for Diluvialsand og Hedesand gennemført hver for sig, og kun for Prøver, der ikke har faaet Kobbergødning efter 1935. Fordelingskurverne for de to Grupper er tegnet med fuldt optrukne Kurver for Gruppe II og med stiplede Kurver for de systematisk udtagne Jordprøver (Gruppe III).

En lignende Sammenligning er gennemført for Gruppe I og for Grupperne II + III, se Figurerne 2 a og 2 b. Materialet omfatter her alle Jordprøver uden Hensyn til, om der er givet Kobbergødning efter 1935.

Denne Undersøgelse viser, at alle tre Grupper kan behandles under eet. (Se senere under Afsnit III).

Figur 3 og Figur 4 giver henholdsvis for Gruppe I og Gruppe II et Overblik over, i hvilke Egne af Jylland Jordprøverne blev udtaget. Jordprøverne fra Hjerm-Ginding Herreders Landboforening (Gruppe III) er ikke markeret paa Figur 4; men der findes for dette Omraade en af Konsulent P. O. Overgaard udarbejdet Oversigt i den jydsk Planteavlsberetning for 1943. I begge Figu-

¹⁾ Alle de Steder, hvor der blev udtaget Jordprøver, afmærkedes paa et Generalstabskort (1:20000) af Konsulenterne.

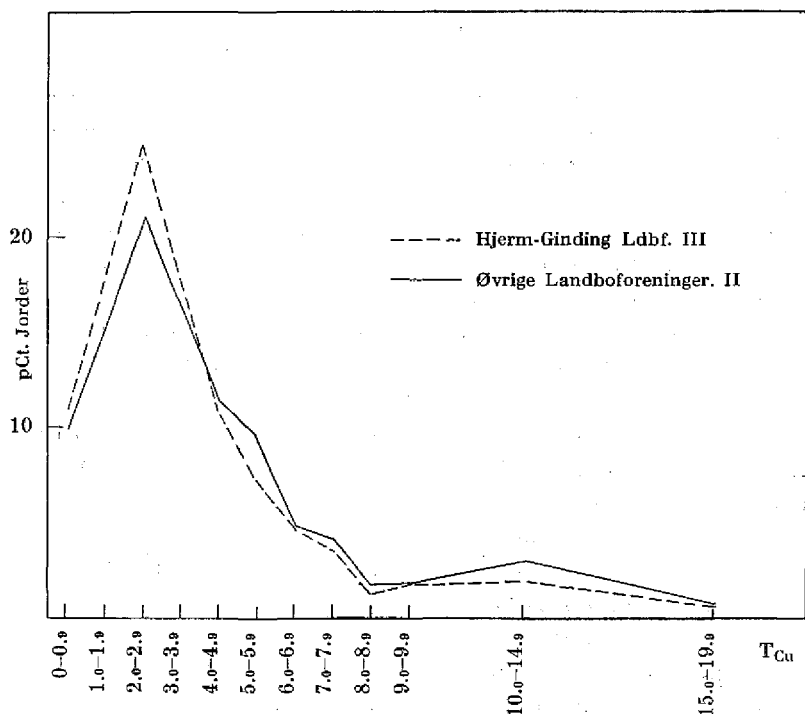


Fig. 1a. Diluvialsand. Uden Kobber.

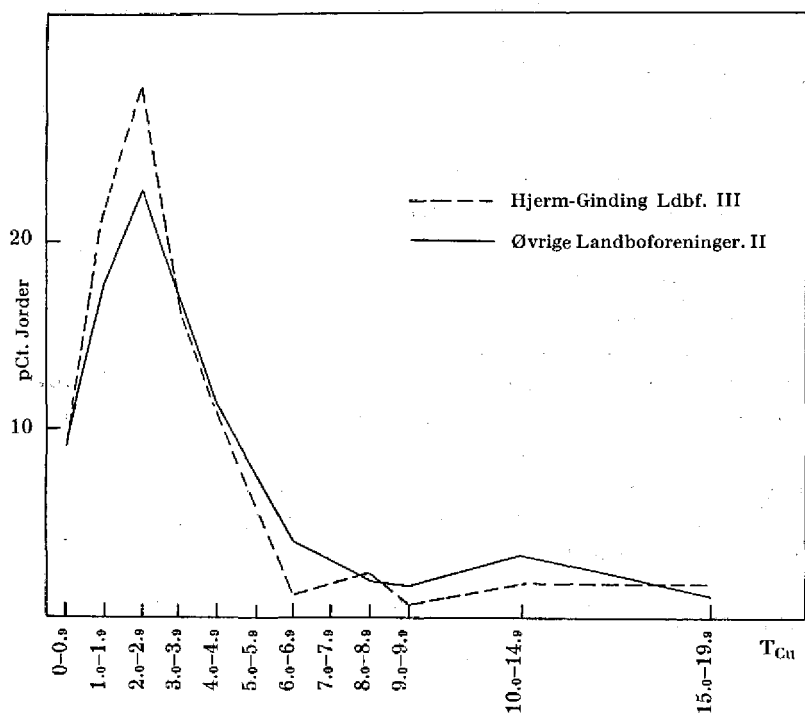


Fig. 1b. Hedesand. Uden Kobber.

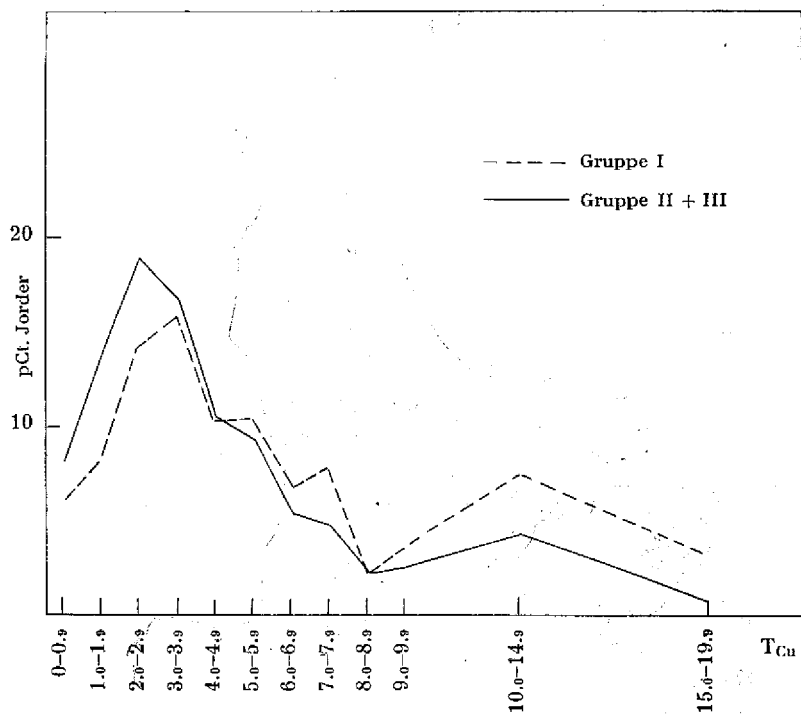


Fig. 2 a. Diluvialsand.

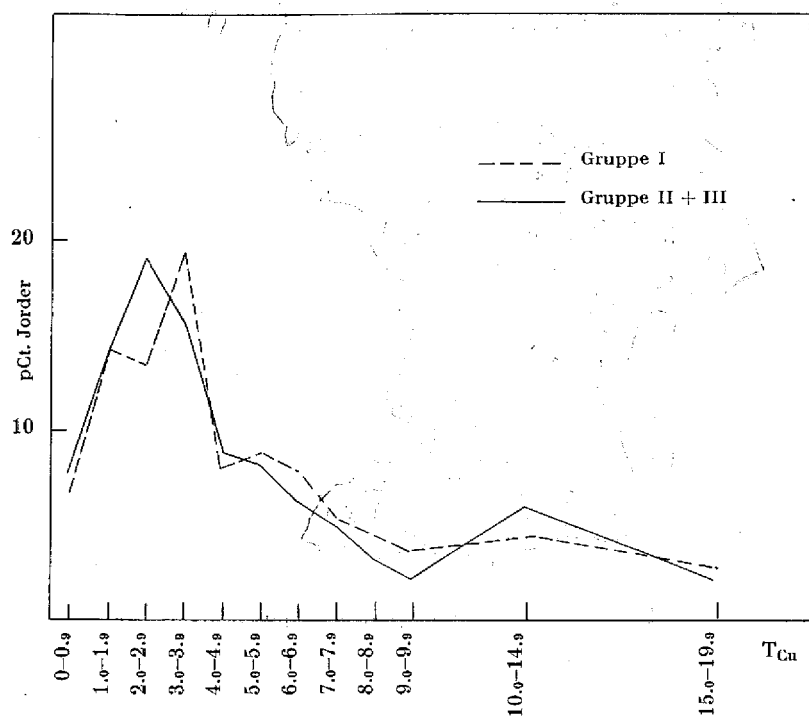


Fig. 2 b. Hedesand.



Fig. 3. Udtagning af Jordprøver. Gruppe I.



Fig. 4. Udtagning af Jordprøver. Gruppe II.

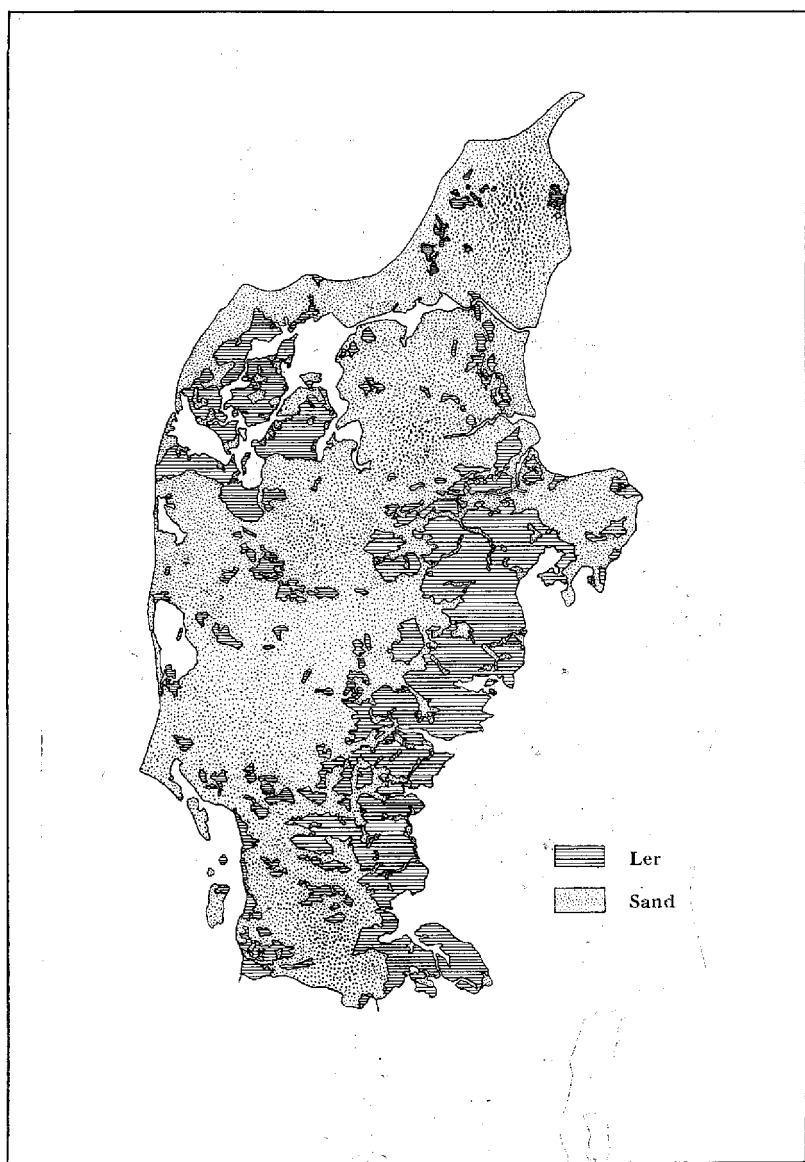


Fig. 5. Jørbundskort.
(Efter Danmarks geologiske Undersøgelse).

terne (3 og 4) modsvare hver stor Prik en Udtagning af tre Jordprøver, medens hver lille Prik modsvare en Udtagning af 1 Jordprøve. Vendsyssel, Himmerland, Djursland og Omraadet mellem Ringkjøbing Fjord og Blaavandshuk er forholdsvis daarlig repræsenteret i Gruppe I, hvilket fremgaar af Figur 3. Til Gengæld er disse Egne — bortset fra Himmerland — bedre repræsenteret i Gruppe II, se Figur 4.

I Figur 5 findes et Jordbundskort over Jylland tegnet paa Grundlag af Bornebusch og Milthers' Jordbundskort over Danmark, som angiver Jordtypen mellem en hel og en halv Meter under Jordoverfladen (6). Ved Sammenligning af Figurerne 3 og 4 med Figur 5 ses det, at der er udtaget Jordprøver i alle betydende Sandjordsomraader bortset fra Himmerland, der er forholdsvis daarligt repræsenteret.

III. Jordens Kobberindhold under forskellige Forhold.

Som det tidligere er vist, over flere forskellige Dyrkningsforhold eller Dyrkningsforanstaltninger Indflydelse paa Kobbertallets Størrelse (1). Ved nærværende Arbejde havde det Interesse at undersøge, om der kunde paavises visse Retningslinier for Jordbundsforholdenes Indflydelse, selv om ogsaa Betydningen af enkelte Forhold af mere dyrkningsmæssig Karakter blev taget op til Undersøgelse.

Sammenhængen mellem Kobbertallets Størrelse og Jordernes forskellige Egenskaber, hvad enten nu disse skyldes Jordernes varierende Oprindelse eller varierende Dyrkningsforanstaltninger, maa kunne eftervises uden forfinede statistiske Metoder, saafremt denne Sammenhæng er meget stærk og derfor af Betydning.

Det er indlysende, at det ved en Række Jorders Opdeling efter forskellige Egenskaber er afgørende for Resultatet, hvilke Egenskaber ved Jorden der lægges til Grund for Opdelingen, og hvor præcist man er i Stand til at definere disse Egenskaber. Det er selvfølgelig ikke alle Opdelingsgrundlag, som har Interesse, hvortil kommer, at en statistisk Opdeling af et Materiale ikke er lige let at foretage udfra alle Synspunkter.

Ved de følgende Opgørelser af det foreliggende Analysemateriale er Jordernes geologiske Oprindelse benyttet som Inddelings-

grundlag; endvidere er det bl. a. undersøgt, om Jordtypen bestemt af Humusindholdet har Indflydelse paa Kobbertallet.

Endelig var en statistisk Undersøgelse af Kobbergødskningens Betydning for Kobbertallets Størrelse ikke uden Interesse, fordi det var muligt at inddrage forholdsvis mange og forskellige Jorder i Undersøgelsen. Desværre var det ikke muligt at fastlægge det nøjagtige Tidspunkt for Kobbertilførselen, hvorfor Kobbertallets Afhængighed af det efter Kobberudstrøningen forløbne Tidsrum ikke har kunnet behandles paa Grundlag af dette Materiale. Spørgsmaalet er belyst ved en særlig Undersøgelse af Jordprøver fra de gennem Aarene udførte Karforsøg med forskellige Kobbergødninger.

1. Jordens geologiske Oprindelse.

Der findes i Jylland to geologisk set skarpt adskilte Hovedtyper af Sandjord: Diluvialsand og Hedesand. Bornebusch og Milthers' tidligere omtalte Jordbundskort over Danmark giver en god Oversigt over disse to geologiske Hovedtypers Fordeling; paa dette Kort faas desuden et godt Overblik over Fordelingen af de mest betydningsfulde af de andre geologiske Jordtyper i Jylland. En nogenlunde nøjagtig Opdeling af det foreliggende Analyse materiale efter Jordprøvernes geologiske Oprindelse er imidlertid vanskelig at foretage paa Grundlag af dette Kort, hvis Maalestokforhold er 1: 500.000. Ved Henvendelse til Danmarks geologiske Undersøgelse var man imidlertid saa elskværdig at udlaane

Tabel 2. Gennemsnitlige Kobbertal.

Gruppe	÷ Kobbergødning					+ Kobbergødning					Alle Prøver				
	Diluvialsand	Hedesand	Mose	Kær	Ler	Diluvialsand	Hedesand	Mose	Kær	Ler	Diluvialsand	Hedesand	Mose	Kær	Ler
I.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.55	4.71	3.03	2.70	7.76
II + III.....	3.77	3.74	3.04	3.87	4.61 ¹⁾	6.33	7.91	2.68	3.03	11.3	4.36	4.90	2.97	3.81	4.65
I + II + III ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.73	4.87	3.01	3.79	5.02

¹⁾ Jordprøver fra Konsulent P. O. Overgaard.

det originale Kort, i Maalestokforholdet 1 : 160.000, et Maalestokforhold som var betydelig mere velegnet til vort Formaål. Vi vil gerne takke Danmarks geologiske Undersøgelse ved Statsgeolog, Dr. K. Milthers for den Beredvillighed, hvormed de originale Kortblade blev overladt os til Afbenyttelse.

I Tabel 2 findes et Uddrag af Hovedtabellerne A, B og C. I Hovedtabel A findes Analyseresultaterne af Jordprøverne i Gruppe I, medens Hovedtabel B omfatter Analyseresultaterne af Jordprøverne i Grupperne II og III. I Hovedtabel C er Resultaterne fra begge disse Undersøgelser (Grupperne I, II og III) slaaet sammen uden en Opdeling i Prøver, der har faaet Kobbergødning, og Prøver der ikke har faaet Kobbergødning efter 1935, fordi en saadan Opdeling ikke kunde foretages, da der for Prøverne i Gruppe I (Hovedtabel A) ikke forelaa Oplysninger om Kobbergødskningen (se iøvrigt Side 380).

Opgørelsen af Materialet fra Grupperne II + III viser (se Tabel 2), at det gennemsnitlige Kobbertal for Jordprøver, som ikke har faaet Kobbergødning efter 1935, er 3,77 for Diluvialsand (511 Jordprøver) og 3,74 for Hedesand (376 Jordprøver). Gennemsnitlig er der altsaa ingen Forskel paa disse to geologisk set adskilte Sandjordstyper ¹⁾. Heller ikke for Prøverne i Gruppe I synes der at være nogen afgørende Forskel i det gennemsnitlige Kobbertal for disse to Jordtyper. For denne Gruppes Vedkommende maa det erindres, at Opgørelsen er foretaget paa Grundlag af alle Prøver uden Hensyn til, om der er givet Kobbergødning eller ej; Sammenligningen af de to Jordtypers Kobbertal er derfor knap saa sikker. Gennemsnitstallene viser imidlertid som Helhed, at der næppe er nogen væsentlig Forskel paa Kobbertallene i disse to Sandjordstyper. Dette Helhedsindtryk forstærkes i høj Grad, naar man ser paa Kobbertallenes Fordelingskurver. I Figur 6 er Kobbertallene i Diluvialsand og Hedesand sammenlignet for Jorderne i Gruppe II; ved denne Sammenligning er der udelukkende anvendt Jordprøver taget de Steder, hvor der ikke er givet Kobbergødning efter 1935. Det ses, at Fordelingskurverne praktisk taget

¹⁾ Hovedparten af det Sand, som findes i Danmarks Overflade, er afsat i Istiden af Smeltevandet fra Indlandsisen. Man skelner mellem paa den ene Side Hedeslettesandet, som danner de store Flader i Vestjylland og mange mindre Flodsletter i den øvrige Del af Landet, og paa den anden Side Diluvialsandet, som omfatter alt det øvrige Istidssand i hele Landet.

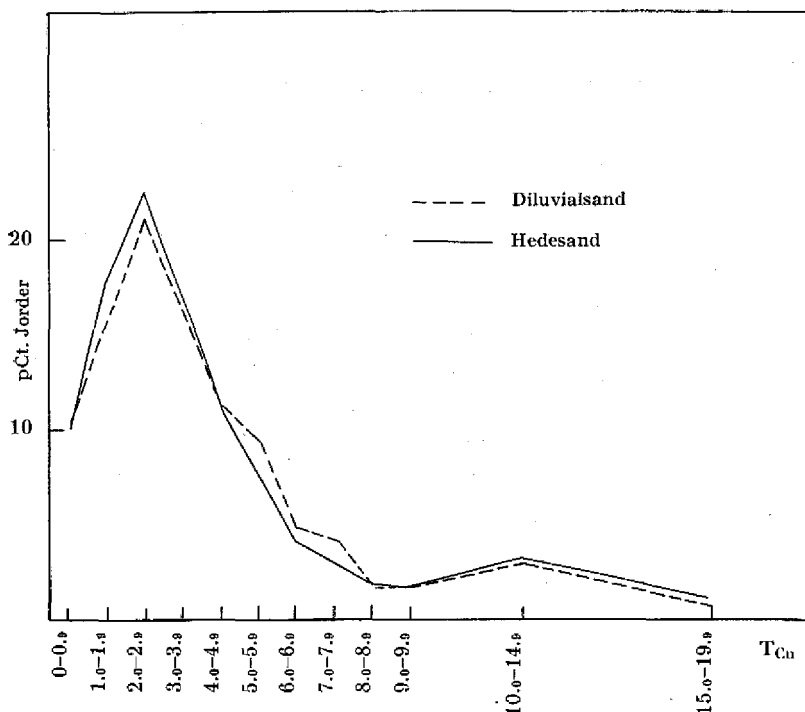


Fig. 6. Hedesand og Diluvialsand. Gruppe II.

falder sammen ¹⁾. En lignende Sammenligning er foretaget for Gruppe I (Figur 7); her kan det imidlertid, som før nævnt, kun lade sig gøre at sammenligne de to Jordtyper uden Hensyn til foregaaende Kobbergødskning. Ogsaa her ses det imidlertid, at Fordelingskurverne falder nogenlunde sammen.

Fordelingskurverne er skæve, fordi Kobbertallene ikke kan blive lavere end 0; denne Skævhed bevirker, at det hyppigste Kobbertal er lavere end det gennemsnitlige. Af Fordelingskurverne i Figur 6 og 7 kan det skønnes, hvor omtrent det hyppigste Kobbertal ligger.

Hvis man lægger Kobbertallet til Grund for en Bedømmelse af Jordernes Evne til at stille Kobber til Raadighed for Planterne,

¹⁾ Det maa ved denne Sammenligning stadig erindres, at der ikke findes præcise Oplysninger om, hvilke Kobbermængder der er tilført Jorden før 1935. Saavidt det kan skønnes, er Mængderne dog næppe store i Betragtning af, at Kobbergødskning først begyndte i et meget lille Omfang i 1925 for omkring 1930 at blive mere almindelig.

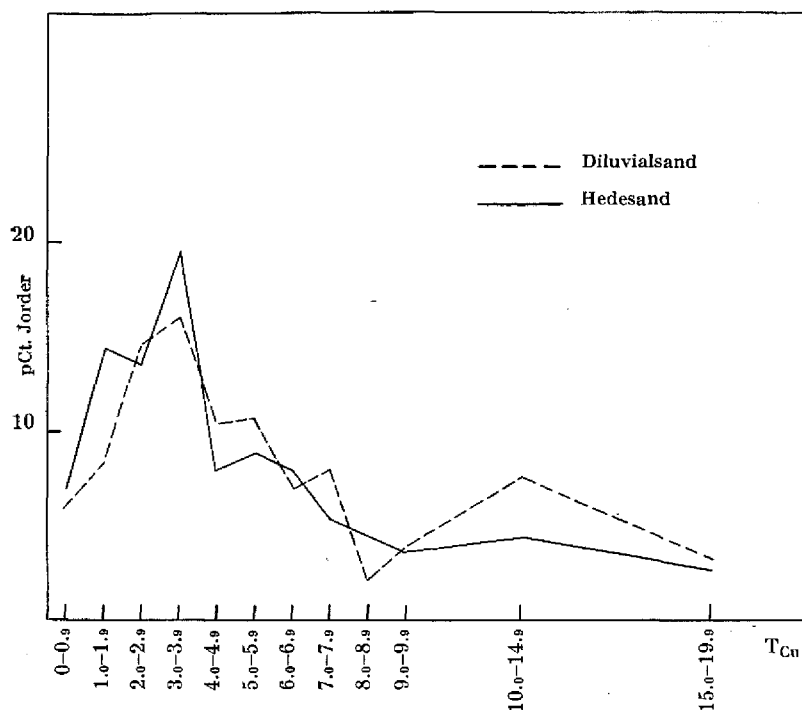


Fig. 7. Diluvialsand og Hedesand. Gruppe I.

viser disse Undersøgelser, at Diluvialsand og Hedesand forholder sig fuldstændig ens.

Af Tabel 2 fremgaar det endvidere, at Kobbergødskning hæver Jordens Kobbertal. Det maa erindres ved disse Tals Vurdering, at der kun er nogenlunde præcise Oplysninger om den Kobbergødskning, der foregik efter 1935 (Grupperne II og III); endvidere kunde den anvendte Kobbermængde ikke opgives helt nøjagtigt, men har formentlig ligget omkring 12,5 kg Cu pr. ha. Det bør ogsaa erindres, at Prøveudtagningen foregik i Tidsrummet 1942 til 1944.

Vurderes Tallene paa denne Baggrund, viser det sig da — for det første — at Kobbertallet stiger ved Kobbergødskning. For Diluvialsand stiger Kobbertallet gennemsnitlig fra 3,77 til 6,33 (Tabel 2, Gruppe II + III); for Hedesand er de tilsvarende Tal 3,74 og 7,91. Ogsaa Fordelingskurverne for Kobbertallene i Jordprøver med og uden Kobbergødskning, som ikke anføres her, viser en kraftig Forskydning i Forhold til hinanden saaledes, at

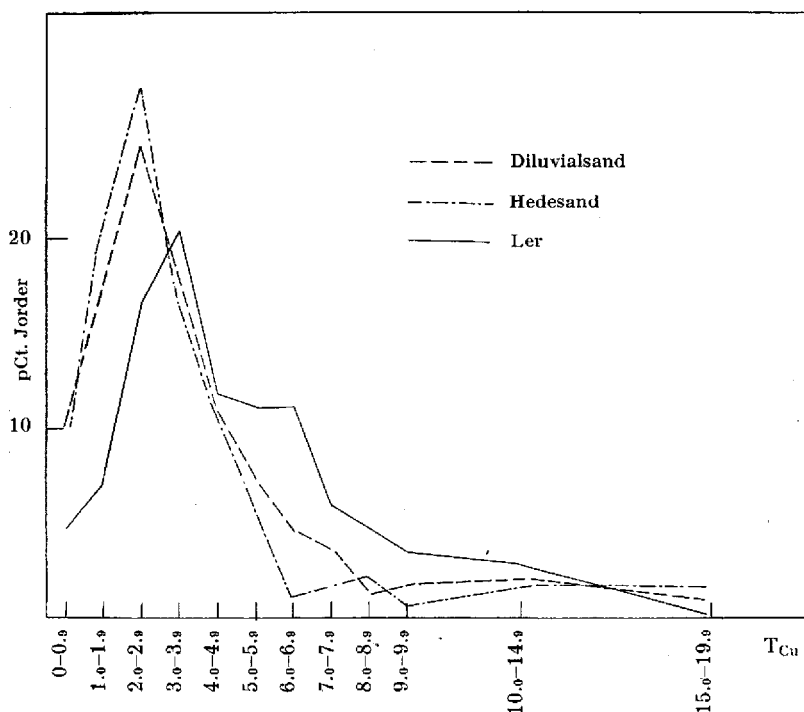


Fig. 8. Ler, Hedesand og Diluvialsand. Gruppe III.

Kobbertallene i de kobbergødede Jorder gennemgaaende er betydelig højere end i de ikke kobbergødede Jorder. Noget tilsvarende kan desværre ikke vises for Kær- og Mosejorder, da Materialet her kun omfatter henholdsvis 11 og 10 kobbergødede Jorder (se Hovedtabel B).

Af særlig Interesse er Lerjordsprøverne, som næsten alle blev udtaget af Konsulent P. O. Overgaard, Holstebro (se Hovedtabel B). Det er en almindelig Anskuelse, at Kobbermangel ikke forekommer paa Lerjord. Det gennemsnitlige Kobbertal i de af Konsulent Overgaard indsendte Lerjordsprøver, der ikke er kobbergødet efter 1935, er imidlertid kun 4,61 (Tabel 2). Materialet, der for Jordprøverne, som blev udtaget i 1942-44, omfatter ialt 170 Prøver, skal ikke anføres i Enkeltheder; men det kan nævnes, at der findes en Del ret høje Kobbertal. Disse Kobbertals Fordelelseskurver afviger imidlertid ikke særlig meget fra de tilsvarende Fordelelseskurver for Diluvialsand og Hedesand i det samme Omraade (se Figur 8).

Materialet fra dette Lerjordsomraade, der strækker sig fra Struer til Holstebro, er behandlet i den jydsk Planteavlsberetning for 1945 (5), hvor bl. a. de gennemsnitlige Kobbortal i Lermuld med Lerunderlag og Lermuld med Sandunderlag blev undersøgt for baade Overgrund og Undergrund. Opgørelsen viste, at der ikke for Lermuld med Lerundergrund gennemgaaende fandtes højere Kobbortal end for Lermuld med Sandundergrund. Det viste sig dog, at Lerjorder, som af Konsulent Overgaard havde faaet Betegnelsen »God« eller »Stiv« Ler, havde noget højere Kobbortal end de Jorder, som havde faaet Betegnelsen »Mager, sandbl. Ler«; men Forskellen var ikke særlig stor, idet de gennemsnitlige Kobbortal var henholdsvis 5,32 og 4,20. Kobbertallene er saaledes ikke særlig høje i dette Lerjordsomraade. I andre Lerjordsomraader er de i Almindelighed højere. Konsulent Overgaard har ydermere meddelt, at han har fundet typiske Symptomer paa Kobbermangel i dette Omraade.

Man kan i Virkeligheden ikke helt udelukke den Mulighed, at der i Jylland findes Lerjorder, hvor der forekommer Kobbermangel.

Det er ikke givet eller vel endog ret usandsynligt, at Jordartsbetegnelserne i Planteavlsberetningerne altid er i Overensstemmelse med almindelig Sprogbrug eller geologisk Sprogbrug; der er som Regel snarere Tale om en subjektiv Angivelse af Jordarten. Paa den anden Side kan det næppe betvivles, at et Udtryk som »Lermuld« i en Sandjordsegn dækker over det Forhold, at Jorden dog indeholder eller virker, som om den indeholder noget Ler, og i alt Fald er »sværere« end almindeligt paa Egnen. Spørgsmaalet om Kobbermangelens Forekomst ogsaa udenfor de egentlige Diluvial- og Hedesandsomraader fortjener derfor Opmærksomhed ved fremtidige Undersøgelser.

Ved en særlig Udtagning af Jordprøver, som blev foretaget af en af Forfatterne (Steenbjerg) i Efteraaret 1946, og som omfattede det nærliggende Lerjordsomraade fra Struer over Lemvig ud til Vesterhavet, viste det sig, at der ogsaa i dette Omraade var paafaldende mange relativt lave Kobbortal, særlig naar det drejede sig om lettere Lerjorder. Til Sammenligning blev der samtidig udtaget enkelte Jordprøver i det østjydske Lerjordsomraade, hvor Kobbertallene, som ventet, gennemgaaende viste sig at være betydelig højere. Undersøgelsen omfattede ialt 25 Jordprøver.

Undersøgelsen af de geologiske Jordtypers Betydning for Kobbertallets Størrelse viser altsaa i store Træk, at der ingen Forskel er paa Diluvialsand og Hedesand, medens Mose- og Kærjordernes Kobbertal er lave, muligvis paa Grund af det store Humusindhold. I et enkelt vestjydsk Lerjordsomraade er der fundet saa lave Kobbertal, at Muligheden for en sporadisk forekommende Kobbermangel i midt- og vestjydske Lerjordsomraader ikke kan udelukkes. Yderligere er der ved Markforsøg med Kobbergødninger paa Lermuld i enkelte Tilfælde fundet forholdsvis høje Merudbyttetal.

For de øvrige geologiske Jordtyper, som gennemgaaende ikke er repræsenteret ved særlig mange Jordprøver, maa der henvises til Hovedtabellerne A og B.

2. Jordtypen. Jordens Humusindhold.

De jyske Sandjorder kan i grove Træk deles i forskellige Hovedtyper paa Grundlag af deres Farve, der bl. a. bestemmes af Humusindholdet, Humusstoffernes Kvalitet og Mineralpartiklernes Art; en nærmere Udredning af disse Forhold ligger dog udenfor nærværende Arbejdes Rammer.

En grov Inddeling paa dette Grundlag blev forsøgt for de Jordprøver i Grupperne II og III, der indkom til Laboratoriet i 1943 og 1944. Efter Ankomsten blev Jordprøverne lufttørret, hvorefter de opdeltes i følgende 6 Hovedtyper: Mose, Sortsand, Graasand, almindelig Sandmuld, Ler og Grus. Jordprøvernes Inddeling paa dette Grundlag foregik, som anført, efter at de var tørret, hvilket muliggjorde en mere ensartet Bedømmelse end, hvis Prøverne var blevet bedømt ved den meget varierende Fugtighedsgrad, hvori de ankom. Bedømmelsen blev endvidere altid foretaget af den samme Person, som havde et særligt sikkert Blik for Forskelle i Jordprøvernes Humus- og Mineralstofindhold. Til Støtte for Skønnet blev der fremstillet en Samling af disse Jordtyper, og der blev yderligere foretaget en Bestemmelse af de forskellige Typers Humusindhold. Humusbestemmelserne foregik efter *Schollenbergers* Metode (7), saaledes som den bruges her paa Laboratoriet (8). Resultaterne er anført omstaaende.

Jordtype	pCt. Humus
Grus.....	0.4
Ler	2.2
Sandmuld...	4.1
Graasand ...	5.4
Sortsand	19.6
Mose og Kær	38.6

Der er altsaa en tydelig Forskel paa Humusindholdet i de opstillede Jordtyper. Til yderligere Orientering findes i Figur 9 en Farvetavle, som gengiver Typernes Udseende i tør Tilstand. Det ses, at Forskellene i Udseende er store, saaledes at en Inddeling af Jordprøverne i tør Tilstand foregaar med betydelig Sikkerhed. Endelig skal følgende anføres: Sortsands mest fremtrædende Egenskab i tør Tilstand er, at i alt Fald en Del af Humusindholdet forekommer som vel afgrænsede Humuspartikler, der er tydeligt adskilt fra de hvide eller graalige, større eller mindre Kvartskorn. Ved overfladisk Besigtigelse virker Jorden sort paa Grund af Humusmængden. Graasand er en tilsvarende Jordtype; men grundet paa det betydeligt mindre Humusindhold er Kvartskornenes Farve mere dominerende saaledes, at Jorden faar en graalig Farve (se endvidere Beskrivelsen i (1), Side 77.). Endelig er Sandmuld Betegnelsen for de mere finkornede Sandjorder, der som Regel har været dyrket længst; Kvartsindholdet er dominerende, men de har desuden i Regelen et vist omend meget lille Lerindhold, og en Del af de mineralske Bestanddele, især Kvartskornene, er ikke — ved en Besigtigelse med det blotte Øje — adskilt fra Humusstofferne, saaledes som det tydeligt ses for tørrede sortsandede og graasandede Jorder.

Tabel 3.

	Uden Kobbergødning				
	Mose og Kær	Sortsand	Graasand	Sandmuld	Ler
Gens. Kobbertal	2.75	2.44	3.39	4.17	4.03 ¹⁾
Antal Jordprøver.....	86	123	93	473	65
	Med Kobbergødning				
	Mose og Kær	Sortsand	Graasand	Sandmuld	Ler
Gens. Kobbertal.....	3.40	4.02	5.11	6.29	7.20 ¹⁾
Antal Jordprøver.....	17	19	16	109	1

1) Hovedsagelig Prøver fra Konsulent P. O. Overgaard.

Med lidt Øvelse er det forholdsvis let at adskille Sortsand, Graasand og Sandmuld; Overgangsformerne mellem Graasand og Sandmuld er som Regel henført til Typen Sandmuld. Kærjorder og Mosejorder blev slaaet sammen i een Gruppe.

En Opdeling af Jordprøverne i disse Hovedtyper viser (Tabel 3), at det gennemsnitlige Kobbertal aftager med stigende Humusindhold i Jorden.

Samtidig aftager selvfølgelig Indholdet af Mineralbestanddele (se Analysen af de opstillede Jordtypers Humusindhold); men det gennemsnitlige Fald i Kobbertallet f. Eks. fra Graasand til Sortsand, to Jordtyper der ligner hinanden meget, er relativt større end Faldet i Indholdet af Mineralbestanddele. Under Forudsætning af, at Mineralpartiklernes kemiske Sammensætning ikke er forskellig for disse to Jordtyper, tyder dette paa, at Jordens Humusstoffer har Indflydelse paa Kobberets Tilgængelighed for Planterne. Hvis Sortsand og Sandmuld sammenlignes paa lignende Maade, bliver dette Forhold endnu mere fremtrædende; ved denne Sammenligning er der næppe større Sandsynlighed for, at Mineralbestanddelenes Kvalitet kobbermæssigt er forskellige. Det maa erindres, at det ved disse Sammenligninger kun har været muligt at tage et vist Hensyn til Kvantiteterne, ud fra Maalinger af Humusindholdet i en Typesamling af Jordprøver. Maalinger af Humusstoffernes og Mineralbestanddelenes Kvalitet foreligger ikke. Ved Vurderingen af de udførte Sammenligningers Værdi maa det som Helhed erindres, at Materialet vel antyder, at Humusstofferne har Betydning for Kobberets Binding; men Beviset herfor maa føres paa anden Maade (se iøvrigt ogsaa Afsnit 6, Side 401).

Bortset fra Mose og Kær, som ikke betyder ret meget arealmæssigt set, er de særlig farlige Jordtyper i Henhold til den kemiske Undersøgelse af Kobberindholdet (Kobbertallet) altsaa Sortsand og Graasand. Dette Resultat stemmer med bl. a. *Jørgensens* (9) Iagttagelser over Gulspidssygens Optræden i Jylland.

I Henhold til Undersøgelserne i det foregaaende Afsnit er der ingen Forskel paa Kobbertallene i Diluvialsand og Hedesand i det foreliggende Materiale. Det maa altsaa ventes, at det relative Antal sortsandede, graasandede og sandmuldede Jorder er ens i Diluvial- og Hedesand. En særlig Undersøgelse i det samme Materiale (Grup-

perne II + III, 1943—44) viste (5), at dette netop var Tilfældet. Nedenfor er det anført, hvorledes de nævnte tre Jordtyper for-
deler sig indenfor Jordtyperne Diluvialsand og Hedesand.

	Sortsand	Graasand	Sandmuld
Diluvialsand.....	14.2 pCt.	14.6 pCt.	71.8 pCt.
Hedesand.....	18.8 »	12.5 »	68.7 »

Som det ses, er der praktisk taget ingen Forskel paa de tre Jordtypers Fordeling i Diluvialsand og Hedesand.

3. Undergrunden.

Paa Konsulent P. O. Overgaards Initiativ blev der især i 1942—43 systematisk udtaget sammenhørende Overgrunds- og Undergrundsprøver i Hjerm-Ginding Herreders Landboforening. Enkeltresultaterne fra denne Undersøgelse er anført af Overgaard (10) i den jydsk Planteavlberetning for 1943. Prøverne blev udtaget i 0—20 og 30—40 cm's Dybde. I Tabel 4 er de gennemsnitlige Kobbertal anført for Diluvialsand, Hedesand, Ler og Mose.

Tabel 4. Gens. Kobbertal for sammenhørende Over- og Undergrundsprøver fra Hjerm-Ginding Herreders Landboforening.

	Diluvialsand		Hedesand		Ler		Mose	
	Overgrund	Undergrund	Overgrund	Undergrund	Overgrund	Undergrund	Overgrund	Undergrund
Ikke gødet med Kobber efter 1935.								
T _{Cu}	3.3	3.3	3.4	3.3	4.5	5.3	2.8	2.7
Antal Jordprøver	178	178	154	154	150	150	6	6
Gødet med Kobber efter 1935.								
T _{Cu}	5.3	4.5	5.1	3.2	11.3	7.4	1.8	1.2
Antal Jordprøver	19	19	31	31	1	1	1	1

Hvor der ikke er gødet med Kobber efter 1935, er Middeltallene for Over- og Undergrund praktisk talt af samme Størrelse; for Ler er det gennemsnitlige Kobbertal i Undergrunden lidt større end i Overgrunden. Ved Kobbergødskning stiger Kobbertallene i Overgrunden, som det maa ventes.

For de ikke kobbergødede Lerjorder er det gennemsnitlige Kobbertal 0,8 Enheder højere i Undergrunden end i Overgrunden. Sammenholdes dette med, at en Betragtning af Enkeltresultaterne

for alle Jordarternes Vedkommende ofte viser, at Kobbertallet er betydeligt højere i Undergrunden end i Overgrunden, rejses naturligt det Spørgsmaal, om en Bestemmelse af Overgrundens Kobbertal i alle Tilfælde er tilstrækkelig til Belysning af Jordens Kobbertrang. Der kan næppe være Tvivl om, at Afgrøder, hvis Rodsystem paa et tidligt Tidspunkt af Vækstperioden er forholdsvis dybtgaaende, maa være i Stand til at optage den lille supplerende Kobbermængde fra Undergrunden, som eventuelt savnes i Overgrunden. Det maa erindres, at for et Mikronæringsstof som Kobber, hvor Udbyttekurven er overordentlig stejl, kan en Optagelse af nogle faa Gram Kobber mere eller mindre pr. ha være afgørende for Udbyttets Størrelse. Dette, at Undergrunden maa have Betydning for Planternes Kobberforsyning, forklarer, at man i Forsøg med Kobbergødninger kan finde et højt Udbytte paa de ikke kobbergødede Parceller, til Trods for at Kobbertallene her er lave i Overgrunden. I Overensstemmelse hermed kan der ved andre Lejligheder om Foraaret iagttages Mangelsymptomer, som imidlertid forsvinder længere hen i Vækstperioden. Aarsagerne hertil kan være mange; men det er muligt, det i nogle Tilfælde skyldes, at Rødderne naaer ned i en Undergrund, hvis Kobbertal er forholdsvis højt.

4. Uopdyrket Hede.

Kendskabet til Kobberindholdet i uopdyrket Hede er af betydelig Interesse, da der stadig foregaar en Opdyrkning af raa Hede. Til Undersøgelse af Spørgsmaalet udtog en af Forfatterne i Sommeren 1943 ca. 40 Prøver i uopdyrket Hede forskellige Steder i Jylland. Prøverne blev udtaget paa den Maade, at Morlaget (A_0) blev gravet af og lagt til Side, hvorpaa Prøven blev udtaget lodret ned gennem følgende Lag: Det øverste mørktfarvede Blegsand (A_1), Blegsandet (A_2) og delvis gennem Humusalen (B_1). I omstaaende Tabel 5 ses Resultatet af denne Undersøgelse. Tabellen viser, at Kobbertallene i raa Hedejorder er meget lave og af samme Størrelse i Diluvialsand og Hedesand.

Spørgsmaalet om Kobbermangelen i de jyske Sandjorder er selvfølgelig i aller højeste Grad knyttet til Spørgsmaalet om Kobberindholdet i den uopdyrkede Hede, da Størsteparten af Sand-

Tabel 5. Kobbertal i uopdyrket Hede.

Diluvialsand			Hedesand		
Svag Podsølering	Tydelig Podsølering	Stærk ¹⁾ Podsølering	Svag Podsølering	Tydelig Podsølering	Stærk ¹⁾ Podsølering
3.0	1.4	»	1.4	1.2	1.3
1.7	2.0	»	1.4	1.5	2.2
1.1	1.4	»	3.0	0.9	1.5
0.7	0.9	»	»	1.7	1.5
»	0.5	»	»	1.3	2.4
»	2.8	»	»	3.3	0.8
»	1.9	»	»	1.7	0.9
»	1.7	»	»	1.6	»
»	2.2	»	»	3.4	»
»	3.1	»	»	1.2	»
»	2.4	»	»	3.5	»
Gens. 1.83	1.83	»	1.93	1.94	1.49
Gens., Diluvialsand:		1.77	Hedesand:		1.79

¹⁾ eller: »Meget tydelig Podsølering«.

jorderne i Jylland tidligere har henligget som Hede. De gennemsnitlige Kobbertal i Tabel 5, 1,77 for Diluvialsand og 1,79 for Hedesand er Udtryk for Kobberindholdets Størrelsesorden før Opdyrkning i disse to store Grupper Jorder. Sammenlignes Tallene i Tabel 5 med de tilsvarende Tal for Diluvialsand under Kultur (ikke kobbergødet efter 1935), hvis gennemsnitlige Kobbertal er 3,77, medens det tilsvarende Tal for Hedesand er 3,74 (Tabel 2, Side 388), ses det, at Kobbertallene paa opdyrket Jord er rundt regnet dobbelt saa høje. Denne Stigning i Kobbertallene efter Opdyrkningen skyldes i nogen Grad en Kobbertilførsel før 1935, og antagelig ogsaa, at Kulturplanterne har ekstraheret Kobber fra de dybere liggende Jordlag. Der kan dog ikke ses bort fra den Mulighed, at den Ændring, der foregaar i Humusstoffernes kemiske Sammensætning og Struktur ved Opdyrkning og Kalkning, og som efterhaanden resulterer i Fremkomsten af en neutral Humus, ogsaa kan have Betydning, formentlig paa den Maade, at en saadan Humus næppe binder Kobberet saa stærkt som den sure, raa Hede-humus eller Hedemor.

Som det fremgaar af Tabel 5 er der desuden med dette Materiale gjort et Forsøg paa at undersøge, om Podsøleringsgraden har

Indflydelse paa Kobbertallets Størrelse. Som det ses af Tallene, er der ikke nogen tydelig Sammenhæng mellem Podsoleringsgraden — saaledes som denne er bedømt ved Blegsandlagets Tykkelse — og Kobbertallet.

I Tabel 6 findes en Oversigt over Reaktionstallenes, Fosforsyretallenes og Kaliumtallenes Afhængighed af Podsoleringsgraden. Undersøgelsen omfatter de samme Jordprøver som i Tabel 5. Der er praktisk taget ingen Forskel paa Gennemsnitstallene.

Tabel 6. Reaktionstal, Fosforsyretal og Kaliumtal
i uopdyrket Hede.

Diluvialsand						Hedesand								
Svag Podsolering			Tydelig Podsolering			Svag Podsolering			Tydelig Podsolering			Stærk ¹⁾ Podsolering		
Rt	Ft	T _K	Rt	Ft	T _K	Rt	Ft	T _K	Rt	Ft	T _K	Rt	Ft	T _K
4.4	1.1	7.4	3.9	1.5	8.7	4.3	0.4	2.8	4.4	1.1	2.5	4.3	0.9	2.8
4.3	1.1	5.9	4.3	1.4	3.4	4.0	0.9	4.0	4.2	1.1	3.7	4.4	0.5	3.5
4.3	0.9	3.3	4.4	1.4	4.0	4.8	0.9	2.1	4.2	0.8	3.5	3.9	1.4	4.4
4.3	0.4	2.4	4.2	1.2	2.7	»	»	»	4.2	0.8	3.5	4.2	0.7	1.5
»	»	»	4.1	1.5	2.1	»	»	»	4.4	1.0	1.8	4.2	0.4	3.8
»	»	»	4.1	0.4	2.3	»	»	»	4.3	0.4	2.4	4.3	0.7	1.9
»	»	»	4.2	0.3	1.3	»	»	»	4.3	0.6	1.8	4.3	0.9	2.4
»	»	»	4.2	0.6	3.0	»	»	»	4.3	0.5	2.7	»	»	»
»	»	»	3.9	0.5	2.0	»	»	»	4.2	1.1	1.8	»	»	»
»	»	»	4.2	0.3	1.6	»	»	»	4.3	0.5	2.2	»	»	»
»	»	»	4.1	0.6	2.6	»	»	»	4.1	0.8	3.2	»	»	»
Gens.														
4.33	0.90	4.75	4.15	0.88	3.06	4.30	0.73	2.97	4.26	0.79	2.65	4.23	0.80	2.94

¹⁾ Eller »Meget tydelig Podsolering«.

Den stærke Kobbermangel, som erfaringsmæssigt forekommer i nyopdyrket Hede nogle Aar efter Opdyrkningen kan forklares ved disse Jorders oprindeligt lave Kobberindhold, der bliver forholdsvis endnu lavere, efterhaanden som Jorden gødes stærkere med de øvrige Plantenæringsstoffer. Hertil kommer, at en Del af det tilgængelige Kobber i Jorden desuden bindes ved den Kalkning, som altid foretages ved Hedeopdyrkning. Ved de Undersøgelser, der er udført, synes Kobbertallet at falde lidt ved Tilførsel af de første smaa Kalkmængder for derefter at stige lidt ved yderligere Kalkning; nogen udpræget Virkning af Reaktionstallet paa Kobbertallet forekommer dog ikke (1).

5. Hedeplantager.

Til Belysning af de nærmere Omstændigheder ved Angreb af Fomes (Trametes) i forskellige midt- og vestjydske Hedeplantager (Naaletræer) udtog *N. Klitgaard*, Borris, 41 Jordprøver. Jordprøverne blev analyserede paa Statens Planteavls-Laboratorium blandt andet for Kobber. Kun to af Plantagerne var 25 Aar gamle, Resten var ældre — ofte betydelig ældre — Plantager. Det er ikke uden Interesse at undersøge Kobbertallenes Størrelse efter saadanne »langvarige Afgrøder« paa Diluvialsand og Hedesand. De gennemsnitlige Kobbertal for disse to Jordarter fremgaar af Tabel 7. Som det ses, findes der heller ikke for Jord med Afgrøder med meget lang Voksetid nogen væsentlig Forskel paa Kobberindholdet i Diluvial- og Hedesand; dette fremgaar ogsaa af alle Enkelttalene, som ikke anføres her.

Tabel 7. Kobbertal i Hedeplantager.

	Diluvialsand	Hedesand
Gens. Kobbertal	6.47	6.12
Antal Jordprøver	25	16

Disse Jorder fra Plantager er naturligvis ikke blevet gødet med Kobber; naar der da gennemgaaende findes højere Kobbertal i Plantagerne end i tilsvarende geologiske Jordtyper, der dyrkes med almindelige Landbrugsafgrøder, hvor Kobbertallene for Diluvialsand og Hedesand var henholdsvis 3,77 og 3,74 i Gennemsnit, skyldes dette formentlig i Hovedsagen, at Bladfaldet i Aarenes Løb har øget de øverste Jordlags Kobberindhold; der maa derefter være foregaaet en vis Nedvaskning af Kobber maaske i Forbindelse med nedslemmede Humusstoffer, idet Jordprøverne blev taget under Morlaget. Endvidere maa det erindres ved Tallenes Vurdering, at de her undersøgte Jordprøver i flere Tilfælde havde en undergrundsagtig Karakter af samme Art som Undergrundsprøverne fra disse Egne (se Tabel 4: Kobbertal i Undergrunden).

En Kobberophobning i de øverste Jordlag — maalt med Kobbertallet — er iøvrigt fundet i en anden langvarig Kultur, nemlig i tyveaarige Græsplæner (1).

6. Kobbertilførsel.

Ved Tilførsel af Kobbergødning stiger Jordens Kobbertal. Undersøgelserne viser, at der for samme Kobbertilførsel findes

forskellig Stigning i Kobbertallet for forskellige Jorder. Jordernes Stødpuðeevne overfor Kupriion er forskellig. Aarsagerne hertil er formentlig flere; men mange Iagttagelser maa tydes paa den Maade, at Humusstoffernes Mængde og Art er af Betydning.

I Tabel 2 (Side 388) findes saaledes en Antydning af, at Jordens Humus er af Betydning for Kobbertallenes Stigning; jo større Humusindhold (Mose og Kær), desto mindre er Kobbertallets Stigning ved Kobbertilførsel. Det samme fremgaar af Tallene i Tabel 3 (Side 395); Stigningen i de gennemsnitlige Kobbertal er for Jordprøverne Mose, Sortsand, Graasand og Sandmuld henholdsvis 0,65—1,38—1,72 og 2,12. Kobbertallets Stigning ved Kobbertilførsel aftager med stigende Humusindhold.

Det kan beregnes, hvor stor Kobbertallets Stigning skal være, saafremt Kobber ikke bliver bundet i Jorden. Et Kobbertal paa 1 betyder, at der findes eet Milliækvivalent eller 31,785 mg Cu pr. 625 kg lufttør Jord. Hvis der tilføres 50 kg Kobbersulfat pr. ha svarende til 12,7 kg Cu, skulde Kobbertallet stige med 125 Enheder, saafremt der intet Kobber blev bundet i Jorden. Der er her regnet med, at Vægten af Jorden pr. ha i 20 cm's Dybde er 2 Millioner kg; hvis der regnes med en Jordvægt pr. ha paa 2,5 Millioner kg (25 cm's Dybde) bliver den teoretiske Stigning kun 100 Enheder for en saadan Kobbertilførsel. Det er formentlig det rigtigste at regne med en teoretisk Stigning paa 125 Enheder, idet Kobberet i Lighed med andre tunge Metaller, der tilføres Jorden, utvivlsomt fastholdes i Pløjelagets Dybde, og paa Sandjord er Pløjelaget, i hvilket Prøveudtagningen sker, sjældent dybere end 20 cm.

I Henhold til Resultaterne i Tabel 3 (Side 395) varierer Kobbertallets gennemsnitlige Stigning, som nævnt, kun fra 0,65 til 2,12; regnes der med en gennemsnitlig Kobbertilførsel paa 12,7 kg pr. ha, skulde Stigningen altsaa have været 125 Enheder, saafremt der intet Kobber var bundet i Jorden. Variationen fra 0,65 til 2,12 er sammenlignet med den teoretiske Mulighed for en Stigning paa 125 Enheder ikke særlig stor; men sammenlignet indbyrdes er Variationsvidden fra 0,65 til 2,12 betydelig.

Forskellige Undersøgelser viser, at Kobbertallets Stigning ved Kobbertilførsel ikke alene afhænger af Jordens Art (og den tilførte Kobbermængde), men ogsaa af hvor langt et Tidsrum, der hengaar, fra Kobbergødningen er udstrøet, til Prøveudtagningen

finder Sted. Jo længere Tid, der forløber mellem Kobbertilførsel og Prøveudtagning, desto mindre er Stigningen i Kobbertallet, og dette kan ikke skyldes Planternes minimale Kobberoptagelse (Kobberbortførsel). De relativt smaa Stigninger, der findes paa Grundlag af Tabel 3, kan maaske i nogen Grad forklares ved, at der ikke gennemsnitligt er brugt 50 kg Kobbersulfat pr. ha, men noget mindre, dog skyldes de sikkert i højere Grad, at Jordprøverne ofte er udtaget flere Aar efter Kobbertilførselen. Der kan endelig være Grund til at erindre om, at de ikke kobbergødede Jordprøver (Tabel 3) ikke er Prøver, der aldrig har faaet Kobber, men Prøver, om hvilke det med Sikkerhed vides, at de ikke er kobbergødet efter 1935.

Udtages der Jordprøver blot eet Aar efter Kobberudstrøningen, er Kobbertallets Stigning betydelig større end fundet paa Grundlag af Tabel 3 (Side 395). I 1943 blev der i Jylland anlagt en Række Forsøg til Afprøvning af to forskellige Kobbergødninger, Kobbersulfat og Kobberkis. Der tilførtes med begge Gødninger 12,7 kg Cu pr. ha. Af de 24 Markforsøg, hvorefter der ved en Prøveudtagning i 1944 blev indsendt Jordprøver til Bestemmelse af Kobbertal, laa de 20 paa Sandmuld, 1 paa Sortsand, 2 paa Graasand og 1 Forsøg paa Mose. Enkeltanalyserne fra denne Undersøgelse viste, at Stigningen i Kobbertallet gennemgaaende var betydelig større for 12,7 kg Cu i Kobbersulfat end for den samme Kobbermængde i Kobberkis. For Sandmuld (20 Forsøg) var Kobbertallets Stigning i Gennemsnit 8,2 Enheder for Kobbersulfat mod 2 Enheder for Kobberkis. For de fire øvrige Forsøgssteder, paa Sortsand, Graasand og Mose, var de tilsvarende gennemsnitlige Stigninger henholdsvis 2,8 og 2,4 Enheder.

Tabel 8.

Kobbergødning	g Cu tilført 1939	Gens. Kobbertal 1939—40	Gens. Kobbertal 1943—44	Kobbertallets Stigning teoretisk ¹⁾
Grundgødet	0	3.9	1.2	»
Kobberkis I.	0.56	4.5	1.7	»
do.	2.79	12.3	7.8	»
Kobbersulfat	0.032	3.4	1.3	60
do.	0.128	10.8	3.4	250
do.	1.020	113.0	26.8	2000

¹⁾ Under Forudsætning af, at Kobberet ikke bindes i Jorden.

Til yderligere Belysning af Tidens Indflydelse paa Kobbertallets Størrelse efter en Kobbergødskning findes i Tabel 8 nogle Resultater fra Karforsøg med forskellige Kobbergødninger (2). Selv for Kobberkis er der utvivlsomt nogen Virkning af Tiden, men denne Virkning er, som det maatte ventes, især tydelig og udpræget for Kobbersulfat. Ved Bestemmelse af Jordens Kobbertal efter Gødskning med et Mineral som Kobberkis faas nemlig i langt højere Grad end for Kobbersulfat et Udtryk for selve Kobberkisets Opløselighed ved de for Kobbertallets Bestemmelse fastlagte eksperimentelle Betingelser; anderledes for Kobbersulfat, som reagerer kraftigt med de i Jorden forekommende forskellige Forbindelser. Ved de foran omtalte Bestemmelser af Kobbertal i Jordprøver fra 24 Markforsøg anlagt i 1943, blev det da ogsaa fundet, at Variationen i Kobbertallets Stigning fra Forsøgssted til Forsøgssted var betydelig større for Kobbersulfat end for Kobberkis. Dette Forhold kommer til Udtryk i Variationen $m = \pm \sqrt{\frac{[d^2]}{n-1}}$ paa Kobbertallets Forøgelse ved Kobbergødskning; denne var for Kobbersulfat og Kobberkis henholdsvis 9,5 og 3,0 Kobbertalenheder for de 20 Markforsøg paa Sandmuld.

7. Tidspunktet for Opdyrkning.

Da Kobbermangel erfaringsmæssigt først optræder en Aarrække efter Hedeopdyrkingen, var det ikke uden Interesse at gøre et Forsøg paa at belyse Kobbermangelens Afhængighed af det efter Opdyrkingen forløbne Tidsrum.

Paa de Spørgeskemaer, der indsendtes sammen med de Jordprøver, som blev udtaget i 1942 til 1944, fandtes en Del brugelige Besvarelser af Spørgsmaalet om Tidspunktet for den paagældende Jords Opdyrkning. Svaret paa dette Spørgsmaal har langt fra altid kunnet gives præcist, simpelt hen fordi nøjagtige Oplysninger ikke var tilgængelige. I mange Tilfælde gaar Besvarelsen ud paa, at det paagældende Jordstykke er »gammel Ager« eller lignende omtrentlige Angivelser. Naar Besvarelsene har været af denne Art, er det paagældende Talmateriale ikke anvendt. Kun de Tilfælde, hvor der er opgivet bestemte Aarstal for Opdyrkingen, er samlede i nedenstaaende Tabel 9. Materialet er opdelt i Grupper, som hver omfatter 20 Aar, for den sidste Grup-

Tabel 9. Kobbertallet og Tidspunktet for Opdyrkningen.

Tidsrum for Opdyrkningen.....	1860—79	1880—99	1900—19	1920—34
Gens. Kobbertal.....	4.0	4.4	4.1	4.5
Antal Jordprøver.....	14	47	96	71

pes Vedkommende dog kun 15 Aar. Der er kun medtaget Kobbertal, som er bestemt i Jordprøver udtaget paa Jorder, hvor der ikke er gødet med Kobber efter 1935. Som det ses, er Kobbertallet ret konstant uanset Tidspunktet for Opdyrkningen. Den Udbyttenedgang som Følge af Kobbermangel, der ofte iagttages 15 til 30 Aar efter Opdyrkningen, kan i alt Fald ikke skyldes en væsentlig Nedgang i Kobbertallet, tværtimod er det gennemsnitlige Kobbertal 4,5 for Perioden 1920—34, medens det gennemsnitlige Kobbertal i raa Hedejord er 1,8 (Tabel 5, Side 399). Naar Kobbermangelen derfor optræder en Aarrække efter Opdyrkningen, maa det formentlig skyldes, at der efter Opdyrkningen gødes stærkere med de øvrige Næringsstoffer end med Kobber, hvorved Næringsstoffet Kobber efterhaanden kommer i Minimum. Kobber kan i Aarene, der følger efter Hedeopdyrkningen, let blive den udbyttebegrænsende Faktor. De gennemsnitlige Fosforsyretal og Kaliumtal i Tabel 10 sandsynliggør, at Forholdet er saaledes. Der er her med-

Tabel 10. Fosforsyretal og Kaliumtal og Tidspunktet for Opdyrkningen.

Tidsrum for Opdyrk.	Hedejord	1860—79	1880—99	1900—19	1920—34
Gens. Fosforsyretal.....	0.8	3.7	4.1	3.8	2.3
Antal Jordprøver.....	25	26	100	92	159
Gens. Kaliumtal.....	3.1	4.2	5.4	5.4	5.2
Antal Jordprøver.....	24	26	101	91	158

taget Resultater fra Jordprøver udtaget paa Jorder baade med og uden Kobbergødskning efter 1935; dette var nødvendigt for at faa et tilstrækkeligt stort Materiale, idet der desværre ikke blev bestemt Fosforsyretal og Kaliumtal i det i 1942 indkomne *store* Materiale af Jordprøver. Ogsaa her er kun Resultater fra de Jordprøver taget med, hvor der har været sikre Oplysninger om Tidspunktet for Opdyrkningen. Det gennemsnitlige Fosforsyretal i den uopdyrkede Hedejord er meget lavt, 0,8, men det stiger ret hurtigt efter Opdyrkningen saaledes, at det efter 20 til 50 Aars Forløb er tre- til femdoblet, medens Kobbertallet kun godt og vel fordobles

i det samme Tidsrum (se Tabellerne 9 og 5). Efter Opdyrkningen øges Jordens Fosforindhold altsaa relativt mere end dens Kobberindhold i Overensstemmelse med, at Kobbermangel optræder en Aarrække efter Hedeopdyrkningen. Hertil kommer den ofte stigende Anvendelse, efter Opdyrkningen, af kvælstofholdige Handelsgødninger og af Kvælstof i Staldgødning og Ajle. Denne Kvælstofgødskning er selvfølgelig af overordentlig stor Betydning, men vanskelig at faa et talmæssigt Udtryk for.

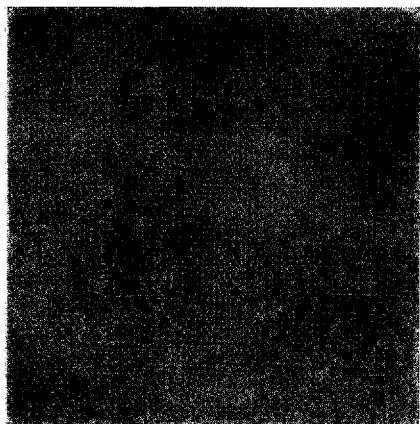
Med Henblik paa Forstaaelsen af de gennemsnitlige Kaliumtals Betydning i Tabel 10 maa der erindres om, at Kaliumtallene ikke er saa stabile, de er mere bevægelige end Fosforsyretallene. Kaliumtallene ændres lettere under Indflydelse af Gødskning og Afgrødernes Næringsstofoptagelse saaledes, at Kaliumtallene er høje om Foraaret, naar Gødningen er tilført, lave om Efteraaret naar Afgrøderne har fjernet en stor Part af det i Jorden forekommende ombyttelige Kalium. Det ses dog af Tabel 10, at Kaliumtallet er højere efter Hedeopdyrkningen end før; men de gennemsnitlige Kaliumstals Stigning vilde være endnu større, hvis alle Kaliumtal var bestemt om Foraaret umiddelbart efter Gødskningen.

Disse Undersøgelser viser i Overensstemmelse med mange Iagttagelser i Marken, at stærk Gødskning med Næringsstoffer som Kvælstof, Fosfor og Kalium øger den relative Kobbermangel. Den mest nærliggende Forklaring og den Forklaring, der utvivlsomt dækker de fleste Tilfælde, er derfor, at Kobbermangelen optræder en Aarrække efter Hedeopdyrkningen, fordi Jordens relative Kobberindhold i de første Aartier efter Hedeopdyrkningen formindskes saa meget, at Kobbermangelen til sidst bliver kritisk.

8. Kobbertallet og Jordens Næringsstofftilstand. Vekselvirkningen.

Kobbertallet er et tilnærmet Maal for Kobbermangelens absolute Størrelse. Imidlertid skal det gentages ogsaa her, at den absolute Størrelse af Jordens tilgængelige Kobberindhold eller Indholdet af et hvilket som helst andet Plantenæringsstof, vel er af stor Betydning for Planternes Forsyning med det paagældende Næringsstof og for Udbyttet; men det maa ikke glemmes, at bortset

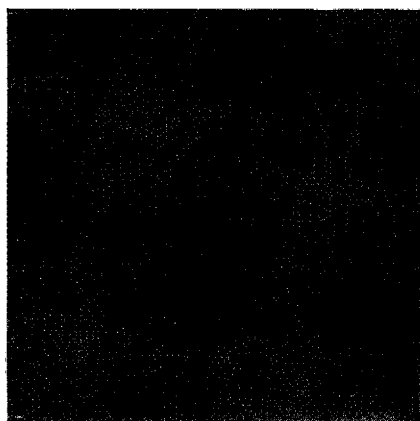
Fig. 9. Jordtypernes Farve.



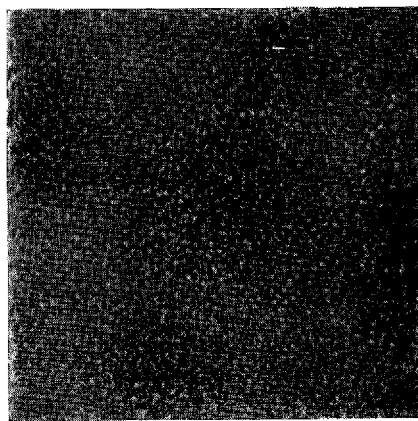
1. Grus.



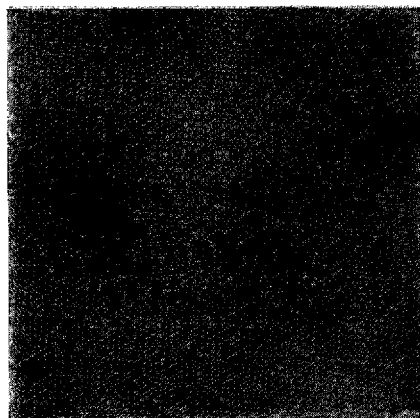
2. Ler.



3. Sandmuld.



4. Graasand.



5. Sortsand.



6. Mose og Kær.

fra Nedbør m. m. har ogsaa den relative Næringsstofforsyning Betydning. Talmæssige Udtryk for den relative Næringsstofforsyning kan faas ved samtidig at bestemme Mængden af de øvrige Plante-næringsstoffer i Jorden.

Det er saaledes fundet i det foregaaende, at Kobbertallene for de to store geologisk adskilte Jordarter Diluvialsand og Hedesand gennemgaaende er ens, idet Fordelingskurverne for de paagældende Jordarters Kobbertal praktisk taget dækker hinanden (se bl. a. Fig. 6). Dermed er det sandsynliggjort, at disse to Jordarters Beholdning af for Planterne tilgængeligt Kobber gennemgaaende er den samme; men deraf følger ingenlunde, at Kulturplanternes Krav til de to Jordarters Kobberindhold gennemgaaende er ens, eller at Kobbertrangen maalt ved Markforsøg er den samme. Forudsættes det f. Eks., at der gødes stærkere med Kvælstof-, Fosfor- og Kaliumgødning — eventuelt ogsaa med Staldgødning og Ajle — paa Diluvialsand end paa Hedesand, vil der trods ens Kobbertal, findes flest Tilfælde af Kobbertrang paa Diluvialsand.

Der er ingen Muligheder for ved Hjælp af kemiske Jordbundsanalyser at faa Oplysninger om Diluvial- og Hedesands Evne til at forsyne Planterne med Kvælstof. Det er imidlertid muligt at skønne over Kvælstofforsyningen ved at undersøge, hvor megen kunstig Kvælstofgødning de paagældende Omraader tilføres. Med Henblik paa Husdyrgødningens Andel i Kvælstofforsyningen er der næppe Grund til at antage, at der er nogen nævneværdig Forskel mellem de to Jordarter. Dette Synspunkt støttes iøvrigt af, at især Fosforsyretallene, men ogsaa Kaliumtallene er nogenlunde ens for Diluvialsand og Hedesand (se Figurerne 11 og 12).

For de kunstige Kvælstofgødningers Vedkommende foreligger der aarlige amtsvise Opgørelser over Forbruget. I Tabel 11 findes disse Opgørelser sammenstillet for Aarene 1935 til 1939; det er

Tabel 11. Forbrug af $15\frac{1}{2}$ pCt. Kvælstofgødning;
kg pr. ha Landbrugsareal.

	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39
Hjørring Amt...	42	47	58	55
Aalborg Amt...	58	61	70	70
Viborg Amt...	43	48	53	55
Ringkjøbing Amt	44	48	53	53
Ribe Amt.....	56	60	65	64

Tallene fra de mest udprægede Sandjordsamter, der er fremdraget. Som det ses, er den Mængde Kvælstofhandelsgødning, der anvendes pr. ha Landbrugsareal, ikke særlig forskellig. Paa Grundlag af disse Tal er det ikke muligt paa afgørende Maade at belyse de to geologiske Sandjordarters Kvælstoftildeling i Kunstgødning, men i Betragtning af, at der i Ringkøbing Amt findes forholdsvis meget Hedesand, medens dette slet ikke forekommer i Aalborg Amt (hovedsagelig Diluvialsand), kan det maaske være tilladt at slutte, at der næppe kan være meget store Forskelle paa Tilførselen af Kunstgødningskvælstof pr. ha Landbrugsareal til de omhandlede to Jordarter.

For Kalk, Fosforsyre og Kalium er der Mulighed for en mere direkte Undersøgelse af de to Jordarters Tilstand. I Størsteparten af Jordprøverne fra Undersøgelsen (Gruppe II) i 1943 og 1944, men ikke fra 1942 blev der foruden Kobbortal ogsaa bestemt Reaktionstal, Fosforsyretal og Kaliumtal. I Tabellerne 12, 13 og 14 findes de gennemsnitlige Reaktionstal, Fosforsyretal og Kaliumtal for de forskellige geologiske Jordarter; Gennemsnitstillene er fuldstændig ens for Diluvialsand og Hedesand, de to Jordarter som i særlig Grad interesserer. Heller ikke for Lerjord er der nogen afgørende Forskel.

Tabel 12. Reaktionstal¹⁾, Klorkaliumtal¹⁾ og Kobbortal i forskellige geologiske Jordtyper. Gennemsnitstal. 1943—44 (Alle Prøver).

	Diluvialsand	Hedesand	Ler	Mose	Kær
Reaktionstal.....	6.0	6.0	6.5	5.5	6.0
Klorkaliumtal.....	5.1	5.1	5.5	4.7	5.1
Antal Jordprøver..	433	280	106	34	81
Kobbortal.....	3.9	3.8	3.9	2.8	3.8
Antal Jordprøver..	434	280	110	32	81

¹⁾ Der er dannet simpelt Gennemsnit.

Tabel 13. Fosforsyretal og Kobbortal i forskellige geologiske Jordtyper. Gennemsnitstal. 1943—44 (Alle Prøver).

	Diluvialsand	Hedesand	Ler	Mose	Kær
Fosforsyretal.....	3.2	3.2	3.0	2.5	3.2
Kobbortal.....	3.9	3.8	3.9	2.8	3.8
Antal Jordprøver..	432	279	107	34	79

Tabel 14. Kaliumtal og Kobbertal i forskellige
geologiske Jordtyper.

Gennemsnitstal.

1943—44 (Alle Prøver)

	Diluvialsand	Hedesand	Ler	Mose	Kær
Kaliumtal.....	4.3	4.3	5.3	1.1	6.7
Kobbertal.....	3.9	3.8	3.9	2.8	3.8
Antal Jordprøver..	432	274	105	33	81

Af Figurerne 10, 11 og 12, der viser Fordelingskurverne for henholdsvis Reaktionstal, Fosforsyreretal og Kaliumtal for baade Diluvialsand og Hedesand, ses det umiddelbart, at Jordens Kalktilstand og Evne til at forsyne Planterne med Fosforsyre og Kalium er nogenlunde ens for disse to Jordarter.

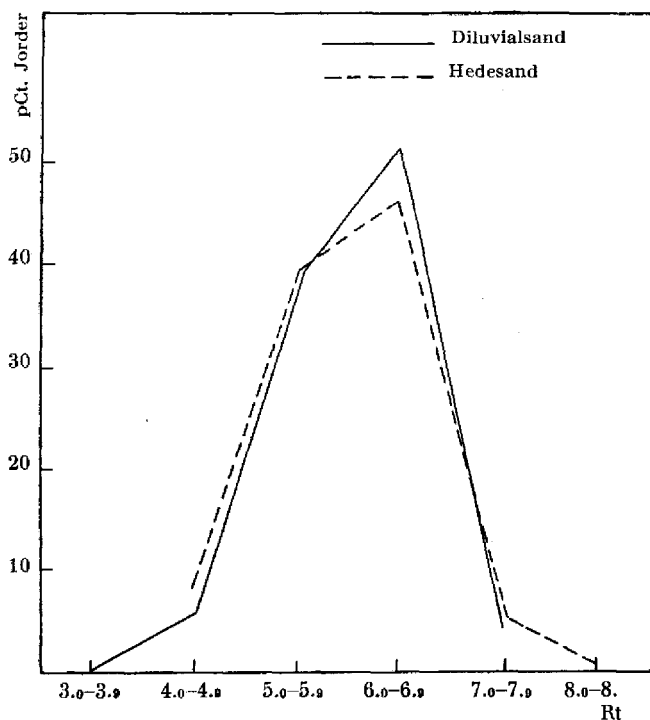


Fig. 10. Reaktionstallenes Fordeling.

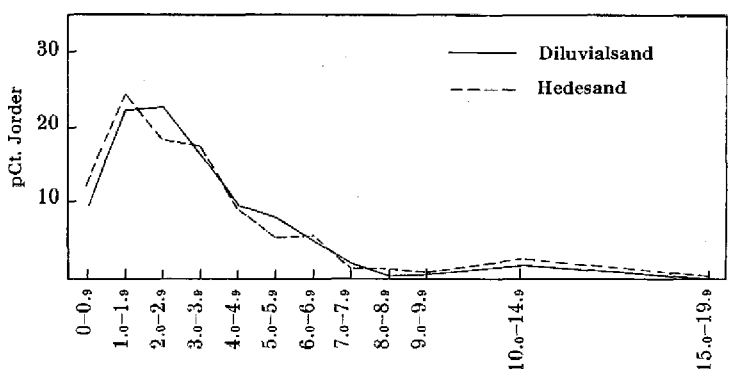


Fig. 11. Fosforsyrealtallenes Fordeling.

Ft

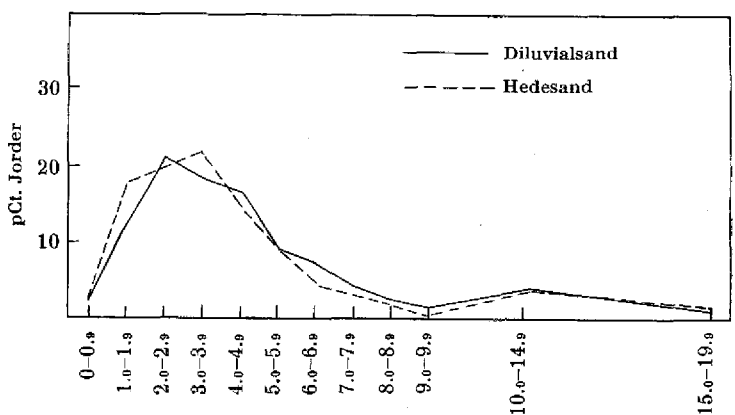


Fig. 12. Kaliumtallenes Fordeling.

T_K

I Henhold til disse Undersøgelser kan der saaledes næppe være Tvivl om, at eventuelle Forskelle i Kobbertrangen, d. v. s. det Udslag, der gennemgaaende faas ved Kobbergødskning af disse to store og betydningsfulde Grupper af Jordarter, heller ikke kan skyldes forskellig Kalkning og Gødskning; i alt Fald kan en saadan eventuelt forskellig Behandling ikke have resulteret i en afgørende forskellig Kalk- og Gødningstilstand, saaledes som disse Tilstande er maalt ved nærværende Arbejde. I et følgende Hovedafsnit, hvor de lokale Forsøg med Kobbergødninger i Jylland er behandlet, undersøges det blandt andet, hvorvidt dette ad rent kemisk Vej opnaaede Resultat i store Træk er i Overensstemmelse med Markforsøgenes Resultater.

IV. Kobbertal og Merudbytte.

Ved Undersøgelser over Sammenhæng mellem Merudbyttets Størrelse i Markforsøg med Kobbergødninger og Kobbertallets Størrelse i Jordprøver fra Forsøgenes ugødede Forsøgsled maa det erindres, hvor yderst vanskeligt det er at faa et helt godt Forsøgsgrundlag saaledes, at de enkelte Forsøgsled er omtrent ens, før Forsøget begynder. Enhver, der har haft Lejlighed til at se Kobbermangel i Marken f. Eks. ved Iagttagelse af Mangelsymptomer og Vækst i en Bygmark, ved, hvor plettet og uregelmæssig Kobbermangelen fordeler sig, akkurat ligesom for Fosforsyre og Kalium; kun er der for Kobber endnu mere udprægede Ændringer i Væksten over meget smaa Afstande saaledes, at man f. Eks. blot ved at bevæge sig 10–20 cm kan komme fra tilsyneladende sund til totalt ødelagt Byg. Naar disse Uregelmæssigheder i Væksten kan findes saa udprægede for Kobbers Vedkommende, skyldes det især, at Udbyttekurven for Kobber er overordentlig stejl (en stor Virkningsfaktor); der behøver med andre Ord kun at ske yderst smaa Ændringer i Jordens tilgængelige Kobberindhold i et meget betydningsfuldt Omraade af Udbyttekurven, før det giver sig Udslag i overordentlig store Udbytteforskelle.

Ved Besigtigelse af Markforsøg har man derfor ofte Lejlighed til at iagttage, at Forsøgsgrundlaget er daarligt, saa daarligt, at det maa anses for givet, at Forsøget ved Opgørelsen kun vil give et meget ufuldstændigt, ofte forkert Billede af Kobbermangelen. Bestemmelsen af Sammenhængen mellem Merudbyttets Størrelse og Kobbertallets Størrelse er derfor behæftet med en meget stor Usikkerhed. Hertil kommer, at den Sikkerhed, hvormed Prøveudtagningen foregaar i Marken, ofte er for ringe, ligesom en Bestemmelse af de smaa Kobbertal hidtil ikke har været saa sikker, som det kunde ønskes i Betragtning af, at det netop er af stor Betydning at foretage en nøjagtig Bestemmelse af de smaa Kobbertal paa Grund af den stejle Udbyttekurve. Dette sidste Forhold er der imidlertid rettet paa ved Arbejde i den seneste Tid, saaledes at fremtidige Bestemmelser af Kobbertal kan foregaa med større Nøjagtighed end hidtil. Hertil kommer selvfølgelig, at hele Spørgsmaalet om Vekselvirkningen mellem Kobber paa den ene Side og Kvælstof, Kalium og Fosfor, Mangan m. m., paa den anden Side er en meget betydende Aarsag til mindre god Overensstemmelse

mellem Kobbertal og Markforsøgenes Resultater. Endelig har det ved Forsøg og Iagttagelser bl. a. i U. S. A. vist sig, at der under visse Omstændigheder kan være Sammenhæng mellem Brugen af Kobbersulfat og Jernoptagelsen samt Fremkomst af Jernklorose. Helt uafhængig af disse Undersøgelser er *Ødelien* (15) i Norge kommet til det meget interessante Resultat, at Kobbersulfat kan fremkalde eller forstærke Manganmangel (og Jernmangel) særlig paa Jord med højt Reaktionstal; ogsaa fra Tyskland og Holland foreligger saadanne Iagttagelser. Forklaringen er muligvis den, at Kuprionen virker som Katalysator ved Mangans og Jerns Iltning i Jorden, ligesom Jordens Redoxpotential skulde øges. Hvis saadanne Forhold ved en nærmere Undersøgelse ogsaa skulde vise sig at forekomme her i Landet, vanskeliggør det yderligere Forsøgsresultaternes Tydning.

Trods disse Kilder til Uoverensstemmelse er det imidlertid saadan, at tages der Jordprøver til Kobberbestemmelse, dels i meget kraftigt kobbermangelende Jord, dels i Jord, der absolut ikke er kobbermangelende, vil Kobbertallene være betydelig højere i sidstnævnte Tilfælde. Ved de første Arbejder over Jordens Kobberindhold (1) var det da ogsaa muligt at finde en betydelig Forskel paa det tilgængelige Kobberindhold ved disse to Yderpunkter af Skalaen, som det ses i nedenstaaende Tabel. Bedømmelsen af

	Syg	Sundere	Sund
Gens. Kobbertal.	1.8	3.1	14.8
Antal Jordprøver.	42	25	22

Kobbermangelens Styrke udførtes af een Person saaledes, at der i Gruppen »syg« kun blev medtaget Resultater fra Jordprøver, hvor Afgrødernes Kobbermangelsymptomer var saa kraftige, at man med stor Sikkerhed kunde forudsige, at Kærneafgrøden vilde blive praktisk talt Nul; medens Gruppen med Jordprøver, der blev taget, hvor Afgrøderne var sunde, næsten udelukkende repræsenteredes af Øernes Lerjorder. Der er her en tydelig Gang i Gennemsnitstallene, men Springet fra den totalt ødelagte Afgrøde til den helt normale Afgrøde er ogsaa stort.

Ovenstaaende Udtryk »Syg«, »Sundere« og »Sund« er kvalitative Benævnelser til Beskrivelse af Kobbermangelens Styrke, imidlertid er det for Kobber som for andre Næringsstoffer ønske-

ligt at bestemme en kvantitativ gennemsnitlig Sammenhæng mellem Kobbertallet og Merudbyttets Størrelse. Foruden de almindelige Vanskeligheder ved en nøjagtig Bestemmelse af dette Forhold, som er anført i det foregaaende, kommer hertil den særlige Vanskelighed, at Forsøgsmaterialet endnu er meget lille. Der findes endnu kun faa Forsøgsresultater fra Markforsøg med Kobbergødninger, hvor der er udtaget Jordprøver til Bestemmelse af Kobbertal. For derfor at faa et nogenlunde stort Materiale indenfor de enkelte Grupper af Kobbertal er der kun opstillet 4 Grupper. Det gennemsnitlige Merudbytte er bestemt ved Kobbertal fra 0—2,5 fra 2,6—5,0 fra 5,1—10,0 og endelig over 10. Paa Grundlag af den lige anførte Tabel over den kvalitative Sammenhæng vides det, at man ved Kobbertal over 5 oftere vil støde paa Jorder, der er mindre kobbermanglende end ved lavere Kobbertal. Af en Forsøgsserie med Sammenligning af lige store Kobbermængder (12,5 kg) i Kobberkis (Bl. Sulfider) og i Kobbersulfat, som paa-begyndtes i 1943 i Jylland, faas samme Indtryk; det første Aars Resultater (Merudbyttetal), hvor Afgrøden i alle Tilfælde var Korn, anføres i Tabel 15.

Tabel 15. Merudbytte i kg Kærne pr. ha.

Kobbertal	Kobbersulfat	Kobberkis	Antal Forsøg
0 — 2.5	364	215	5
2.6 — 5.0	127	97	9
over 5.0	145	90	4

I Tabellerne 16, 17, 18, 19 og 20 findes de gennemsnitlige Merudbyttetal for Kobbersulfat, Svovlkisaske, Kobberkis (Bl. Sulfider) og Kobberslaggemel ordnet efter stigende Kobbertal. De paa-gældende Forsøg er udført i Tidsrummet 1940 til 1945.

Af Tabellerne ses det, at der med visse Undtagelser er et Fald i det gennemsnitlige Merudbytte ved stigende Kobbertal. Materialet er dog meget spinkelt. Det aftagende Merudbytte ved stigende Kobbertal er mindre, end det paa Forhaand skulde ventes grundet paa den stejle Udbyttekurve. Af Tabellerne 17 og 18 ses det endog, hvorledes Merudbyttet er lavere ved Kobbertal fra 0 til 2,5, end ved Kobbertal fra 2,6 til 5,0. Aarsagen til dette Forhold kunde delvis være, at Forskellen mellem Kobbertallene i de fire Grupper var mindre end Gruppeinddelingen for Kobbertallene antyder. Som det fremgaar af de gennemsnitlige Kobbertal i

Tabel 16. Sammenhæng mellem Kobbortal, Udbyttetal
og Merudbyttetal. 50 kg Kobbersulfat pr. ha.

Kobbortal 0-2.5	Udbytte F. E.	Merudbytte F. E.	Kobbortal 2.6-5.0	Udbytte F. E.	Merudbytte F. E.	Kobbortal 5.1-10	Udbytte F. E.	Merudbytte F. E.	Kobbortal over 10	Udbytte F. E.	Merudbytte F. E.
1.9	2670	348	3.9	4670	290	7.4	1984	64	14.3	3048	÷ 8
2.5	3720	360	3.2	736	137	6.5	1726	268	12.9	796	10
2.1	1280	46	2.6	4160	374	5.2	1230	300	21.9	3198	÷ 306
1.4	2140	36	3.5	2204	280	7.9	3052	÷ 86	15.9	3146	50
0.9	4874	÷ 40	3.7	3962	2	8.6	1356	530			
1.3	4100	296	3.4	1504	152	6.7	1864	502			
1.7	5806	40	4.0	1680	448	7.1	950	120			
1.3	2390	866	4.2	4324	844	6.7	2200	220			
0.9	3256	332	4.9	590	370	8.0	1340	208			
0.4	2126	538	4.6	2406	544	8.8	1164	÷ 72			
1.4	5156	176	3.9	1660	310	8.5	1530	16			
0.7	2240	148	4.1	2470	110	5.5	3036	120			
1.8	3232	108	4.6	1659	106	6.9	1576	40			
			3.0	3284	22	8.2	1406	94			
			2.8	2998	154	5.2	4886	290			
			3.5	4360	÷ 278	6.1	2320	64			
			4.9	3174	350	7.6	3080	÷ 152			
			3.6	4368	÷ 164	6.2	4870	290			
			2.8	1986	510	7.2	958	110			
			4.1	1696	90	6.0	1148	108			
			4.2	5335	305	7.6	1432	208			
			3.8	2874	736	8.7	1516	640			
			2.7	3420	280	5.8	3606	224			
			3.7	1520	140	5.6	5156	188			
			4.6	2430	÷ 20						
			2.8	6318	99						
			3.5	1816	460						
			3.1	3100	÷ 6						
			2.8	2574	28						
			4.2	2032	÷ 80						
Gens. 1.4 Antal	3307 13	250 13	3.7 30	2844 30	220 30	7.0 24	2224 24	179 24	15.8 4	2547 4	÷ 64 4

Tabel 17.
Gens. Merudbytte i F. E. pr. ha for 12,5 kg Kobber
i Svovlkisaske.

Kobbortal	0-2.5	2.6-5.0	5.1-10	over 10
Merudbytte.....	10	288	198	14
Gens. Kobbortal.....	1.8	4.0	7.2	12.9
Antal Forsøg.....	4	16	15	1

Tabel 18.

Gens. Merudbytte i F.E. pr. ha for 12,5 kg Kobber
i Kobberkis (Bl. Sulfider).

Kobbertal	0—2.5	2.5—5.0	5.1—10	over 10
Merudbytte.....	121	163	116	44
Gens. Kobbertal.....	1.0	3.6	6.8	15.0
Antal Forsøg.....	8	18	9	1

Tabel 19.

Gens. Merudbytte i F.E. pr. ha for 12.5 kg Kobber
i Kobberslaggemel.

Kobbertal	0—2.5	2.5—5.0	5.1—10	over 10
Merudbytte.....	»	236	112	»
Gens. Kobbertal.....	»	3.7	7.1	»
Antal Forsøg.....	»	6	5	»

Tabel 20.

Gennemsnit af Tabellerne 17, 18 og 19.

Kobbertal	0—2.5	2.5—5.0	5.1—10	over 10
Merudbytte.....	84	224	158	29
Antal Forsøg.....	12	40	29	2

de forskellige Grupper, der er anført i Tabellerne, er dette imidlertid ikke Tilfældet. Den Mulighed er selvfølgelig ikke udelukket, at de fleste af Forsøgene er udført under saadanne Forhold, at man ofte har arbejdet paa den Del af Merudbyttekurven, der er forholdsvis flad, og at det særlig stejle Afsnit af Merudbyttekurven i Hovedsagen findes ved Kobbertal under 0,5. En nærliggende Mulighed til Forklaring af, at det gennemsnitlige Merudbytte er forholdsvis lavt ved Kobbertal fra 0 til 2,5 er, at det tilførte Kobber bindes saa fast i Jorden ved de lave Kobbertal, at der praktisk taget intet bliver til Planterne saaledes, at Merudbyttet bliver for lavt. Saadanne Iagttagelser er gjort for Fosforsyre (16). En af Forfatterne (Steenbjerg, 1937) har i Byg under kontrollable Forhold iagttaget, hvorledes Tilførsler paa 25 og 50 kg Kobbersulfat var ganske uden Virkning paa Kobbermangelsymptomernes Styrke, først ved en Tilførsel af 200 kg Kobbersulfat pr. ha havde Kornet et normalt Udseende. Der maa under visse Forhold tilføres betydelige Mængder Kobbergødning, for at Udslaget kan blive saa

stort, som man efter Iagttagelser af Kobbermangelsymptomerne maatte vente.

For at faa bedre og mere omfattende Forsøgsresultater at støtte sig til, bør Forsøgsarbejdet med Kobbergødninger udvides i de kommende Aar. I alle Forsøgene maa der bestemmes Kobbertal og sidst, men ikke mindst, maa Markforsøgene gennemføres paa en noget anden Maade end hidtil saaledes, at man foruden de sædvanlige 50 kg Kobbersulfat pr. ha ogsaa prøver f. Eks. 250 kg pr. ha. Ved en forsøgsvis Tilførsel af saadanne Mængder er der Mulighed for, at man ved de lave Kobbertal vil faa et sandere Billede af Kobbermangelens Størrelse, end man har faaet ved de hidtil udførte Forsøg, hvor der som Regel kun er tilført 50 kg Kobbersulfat pr. ha.

B. Lokale Markforsøg med Kobbergødninger i Jylland 1925-44.

I. Merudbyttetallene ved Kobbergødskning.

I Forbindelse med de foretagne Undersøgelser over Kobbertallenes Størrelse i jyske Sandjorder, var det af Interesse at undersøge, hvorledes Merudbyttet for forskellige Kobbergødninger var for geologisk forskellige Jordarter. De i det efterfølgende anførte Resultater hidrører fra en Opgørelse, som omfatter Aarene 1925 til 1944, begge Aar indbefattet. Markforsøgene med Kobbergødninger har i overvejende Grad ligget paa Diluvial- og Hedesand, men der forekommer ogsaa Resultater fra adskillige Forsøg, som er udført paa Lerjord samt Mose- og Kærjord. For Forsøgene paa Diluvialsand er der desuden foretaget Opgørelser for større Diluvialsandomraader.

Ved Afgørelsen af, hvilken Jordartsbetegnelse, der skulde anvendes, er Bornebusch og Milthers' originale Jordbundskort (Maalestok 1:160.000) anvendt. Herved blev der, som for Kobberundersøgelsernes Vedkommende, Mulighed for en mere ensartet Jordartsbedømmelse, end hvis Jordartsbetegnelserne i Plan- og tværsnitberetningerne var blevet anvendt.

Markforsøgenes Resultater — Merudbyttetallene — blev for alle Afgøders Vedkommende omregnet til Foderenheder (F.E.). Ved Foderenhedsberegningen blev følgende Normer anvendt:

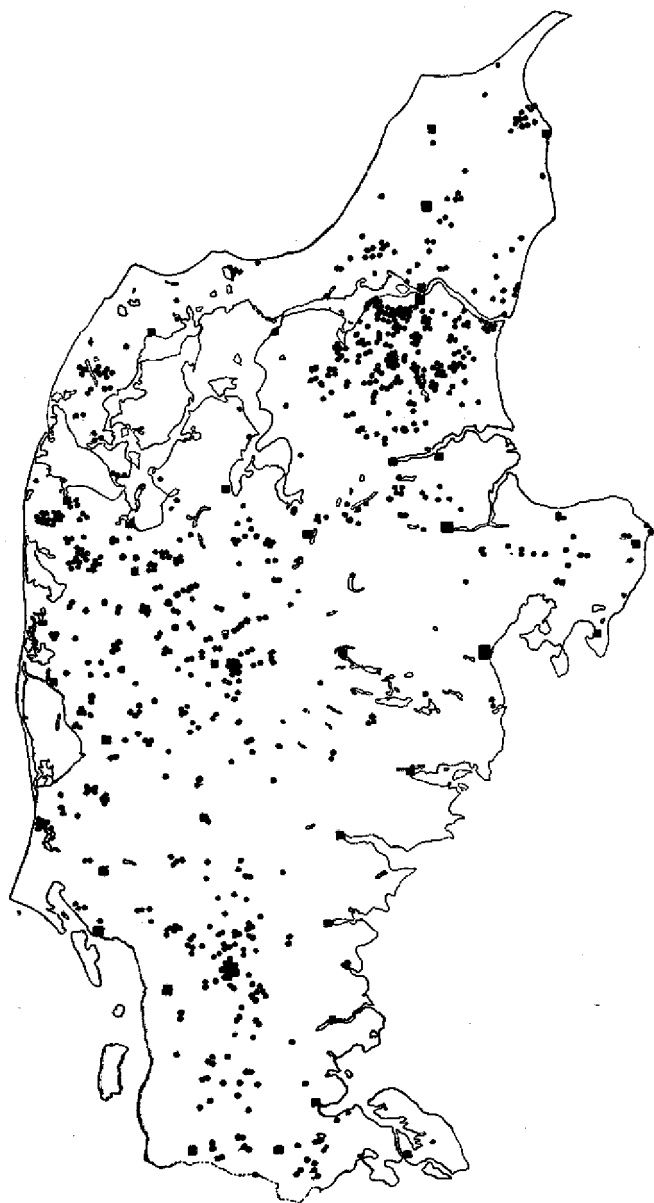


Fig. 13. Placeringen af Markforsøg med Kobbergødninger. 1925—44.

Kartofler.....	25 pCt. Tørstof	1 F. E. = 5 kg Halm
Runkelroer.....	12 » »	1 » = 2.5 » Hø
Sukkerroer.....	20 » »	1 » = 1.1 » Roetørstof
Fodersukkerroer.	15 » »	1 » = 10 » Græs
Kaalroer.....	12 » »	1 » = 1 » Kærne

I Aarene 1925 til 1944 er der ialt i Jylland gennemført 640 Markforsøg med Kobbergødning, hvilket i Betragtning af Kobbermangelens Betydning i Jylland ikke er noget stort Antal. Af Figur 13 ses det, hvorledes disse Forsøg har været placeret; hver Prik angiver Beliggenheden af et Forsøg. Det er tydeligt, at visse Omraader har haft flere Forsøg end andre. Som naturligt er, har der saa godt som ingen Forsøg været anlagt i de østjydske Lerjordsomraader. I Himmerland har Interessen for saadanne Forsøg været særlig stor, især i den midterste og til dels i den østlige Del. I Egnene omkring Holstebro, Lemvig og Herning er der udført ikke saa faa Forsøg. Et femte Center for Gennemførelse af Forsøg med Kobbergødninger ses at ligge i Egnen omkring Rødding. I store Dele af Midt- og Vestjylland er der imidlertid udført forbavsende faa af disse Gødningsforsøg.

Til Belysning af Kobbermangelens almindelige Betydning er det utvivlsomt ønskeligt at faa anlagt mange flere Forsøg i de kommende Aar under vidt forskellige Forhold særlig saaledes, at man ikke som hidtil saa godt som udelukkende lægger Forsøgene paa Jorder, hvor det vides, at der forekommer Kobbermangel eller, hvor der er stor Sandsynlighed for Kobbermangel, idet man da faar Kobberudslag, der gennemgaaende er saa store, at de ikke svarer til gennemsnitlige Forhold; man bør i langt højere Grad komme ind paa ogsaa at placere disse Forsøg tilfældigt. Spørgsmaalet om Kobbermangelens virkelige Betydning i Jylland kan altsaa kun besvares med Tilnærmelse ved Hjælp af Resultaterne fra de hidtil udførte Forsøg, saa meget mere som Kobbergødningen i et meget stort Antal Tilfælde er tilført for sent, d. v. s. først i Juni Maaned.

De foreliggende Forsøgsresultater er dog, naar man stadig holder sig det i det foregaaende anførte for Øje, udmærket anvendelige, især ved en Undersøgelse af Graden af Kobbermangelen under forskellige Jordbundsforhold og i forskellige Omraader. De opnaaede Resultater ved en saadan Undersøgelse vil, sammen-

holdt med Resultaterne af de udførte Undersøgelser af lignende Art over Kobbertallenes Størrelse, kunne give et godt Bidrag til Besvarelse af Spørgsmaalet, om der er store og afgørende Forskelle paa de forskellige Jordarters og Omraaders Kobbertrang, eller om der ikke kan paavises saadanne Forskelle.

I Slutningen af dette Hovedafsnit vil der blive givet en Oversigt over vor nuværende Viden om forskellige Kobbergødningers Virkning og Eftervirkning i Marken. I Fortsættelse heraf diskuteres, hvorledes en fremtidig Kobbergødskning bør forme sig, idet der gives en Vurdering af Kobbermangelens Udbredelse og Betydning i Jylland.

1. Jordens geologiske Oprindelse og Merudbyttet.

Af de ca. 640 Markforsøg med Kobbersulfat, der er udført i Jylland i Aarene 1925 til 1944, har den geologiske Jordart kunnet bestemmes efter Bornebusch og Milthers' Jordbundskort for de 517 Forsøgs Vedkommende. Disse 517 Forsøg fordeler sig efter de forskellige Jordarter, som det er vist i Tabel 21; i Tabellen er desuden anført det gennemsnitlige Merudbytte pr. ha i sidste Kolonne.

Tabel 21. Jordarten og det gennemsnitlige Merudbytte.

Jordart (Bornebusch og Milthers)	Antal Forsøg		Gens. Merudbytte
	Ialt	Heraf i Korn	50 kg Kobbersulfat pr. ha F. E. pr. ha
Diluvialsand.....	288	267	392
Hedesand.....	99	80	399
»Ler« (se Tabel 22).....	91	82	408
Mose, Kær og Eng.....	14	14	379
Postglaciale og sen- glaciale Dannelser ¹⁾	20	20	449
Flyvesand.....	5	5	145

¹⁾ Hovedsagelig Sandjord.

De gennemsnitlige Kobbertal for Diluvialsand og Hedesand var identiske, nemlig henholdsvis 3,77 og 3,74; ogsaa Fordelingskurverne for disse Jordarters Kobbertal faldt sammen. Den samme Overensstemmelse gør sig gældende for de gennemsnitlige Merudbyttetotal, idet Merudbyttet for 50 kg Kobbersulfat pr. ha paa

Diluvialsand og Hedesand er henholdsvis 392 og 399 F. E. Ved Beregningen af de gennemsnitlige Merudbyttetal i Tabel 21 er de negative Udslag for Tilførsel af Kobbersulfat taget med.

Fordelingskurverne for Merudbyttetallene for Diluvialsand, Hedesand og »Ler« er vist i Fig. 14. Merudbyttetallene over 1000 kg Kærne pr. ha, der for Diluvialsand, Hedesand og »Ler« udgjorde henholdsvis 8,4, 7,7 og 12,4 pCt., er ikke taget med i Fig. 14.

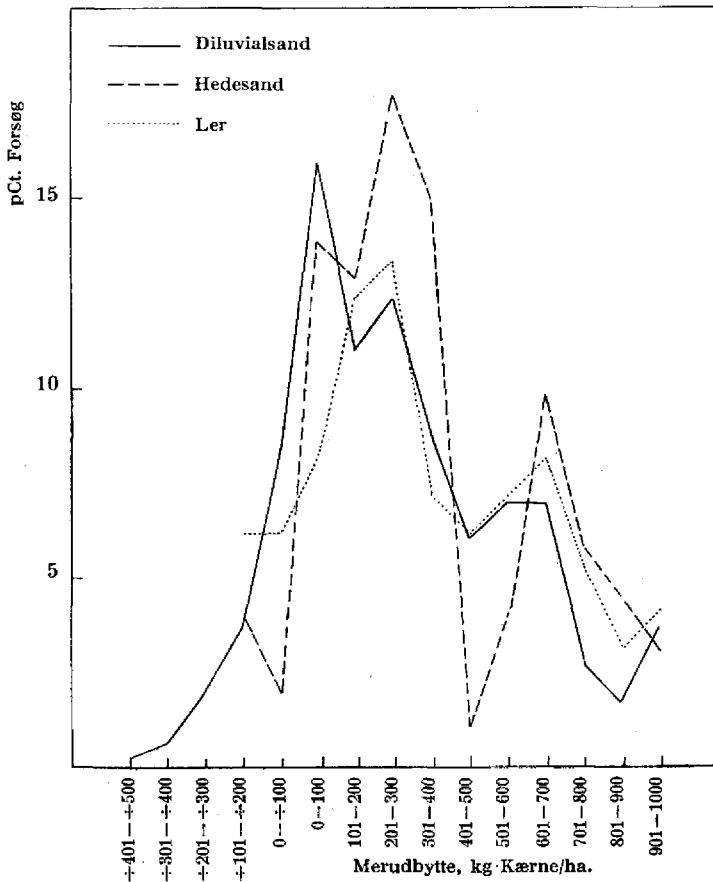


Fig. 14. Merudbyttetallenes Fordeling.

Baade Kobbertal, Fosforsyretal, Kaliumtal m. m. og Merudbyttetal for 50 kg Kobbersulfat pr. ha peger altsaa i samme

Retning; der er ingen paaviselig Forskel paa Kobbertrangen for disse to meget store Grupper af Sandjord.

Af Tabel 21 fremgaar det, at de 91 Forsøg anlagt paa Lerjord har givet et gennemsnitligt Merudbytte (se ogsaa Fig. 14) svarende til Merudbyttet for Diluvialsand og Hedesand. Dette Merudbytte er forbavsende højt. I denne Forbindelse er det af Interesse at se, hvorledes de stedlige Konsulenter har karakteriseret Jorden, hvor disse 91 Forsøg har ligget. Denne Bedømmelse fremgaar af Tabel 22.

Tabel 22. Jordprøvernes Bedømmelse.

Lermuld.....	9	Forsøg	} 22 Forsøg
Lerblandet Sandmuld .	1	»	
Kridtblandet Lermuld .	2	»	
Muldjord.....	10	»	
Sandjord.....	65	»	
Mose.....	4	»	

Hvis der regnes med, at Jorden i de fire første Grupper indeholder betydelige Lermængder, bliver det ialt 22 Lerjorder af 91, d. v. s., at kun ca. 25 pCt. af Lerjorderne efter Bornebusch og Milthers er blevet bedømt som Lerjord af Konsulenterne. Af de 91 Forsøg er der 11, som har givet et Merudbytte paa ca. 1000 kg Kærne pr. ha for 50 kg Kobbersulfat; af disse 11 Forsøg var Jorden for de 8 Tilfældes Vedkommende bedømt som Sandjord af Konsulenterne, i de resterende 3 Tilfælde var Jorden betegnet som Muldjord.

De 22 Forsøg gav et gennemsnitligt Merudbytte paa 425 F. E. pr. ha for 50 kg Kobbersulfat. Der er her Grund til at erindre det forholdsvis lave Kobbertal paa 4,6 i Lerjordsomraadet (Bornebusch og Milthers) i Hjerm-Ginding Herreders Landboforening. Enkelte jyske Lerjorder synes altsaa at forholde sig paa særlig Maade med Hensyn til deres Evne til at forsyne Planterne med Kobber. Det bør dog anføres, at de 9 Forsøg, der laa paa Jord, som baade i Henhold til Afgørelsen paa Grundlag af Jordbunds-kortet og efter Konsulenternes Bedømmelse (Tabel 22) betegnedes som Lermuld, kun gav et gennemsnitligt Merudbytte paa 69 F. E. De 7 Udslag var negative eller meget smaa. I de resterende 2 Forsøg var Udslagene 580 og 306 F. E.

Det er kun for Lerjordernes Vedkommende, der er en nævneværdig Uoverensstemmelse mellem det Resultat, der fremkommer ved Brug af Bornebusch og Milthers' Jordbundskort og den Betegnelse, der er anvendt af Konsulenterne i Planteavlsberetningerne. Drejer det sig om Sandjorder og specielt om de store Sandjordsomraader, der her er Tale om, er Overensstemmelsen mellem Jordbundskortets Jordartsbetegnelse og Konsulenternes Betegnelse i Planteavlsberetningerne god. I Planteavlsberetningerne anvendes mange forskellige Betegnelser for Sandjord, hvoraf nogle af de hyppigst forekommende er anført i nedenstaaende Oversigt. Paa dette Grundlag finder man, at Konsulenternes Betegnelse af Jordarten som Sandjord i 91 pCt. Tilfælde stemmer med det Resultat, man kommer til ved Brug af Jordbundskortet; i 2 pCt. af Tilfældene siger Konsulenterne Ler, hvor Jordbundskortet siger Sand, og i de resterende 7 pCt. af Tilfældene bliver Sand efter Jordbundskortet til forskellige andre Betegnelser.

Jordartsbetegnelse i Planteavlsberetningerne.

Tørveblandet Sandmuld	Sandmuld	Morrig Sandmuld
Morblandet —	Lav sandblandet Morjord	Muldjord
Kærjord	Mørk, løs Sandmuld	Muld
Mørk Sandmuld	Sandblandet Morjord	Mor
Løs Sortsand	Lav Sandmuld	Sandblandet Humus

I nedenstaaende Oversigt er det anført, hvorledes Overensstemmelsen er for hver af de store Sandjordsgrupper efter Jordbundskortet. Som det maatte ventes, er Overensstemmelsen for Hedesand meget god; det vil næsten være umuligt at betegne Hedesand som andet end Sand, hvilken Fremgangsmaade man end benytter ved Bedømmelsen.

Konsulenternes Betegnelse i pCt. af Betegnelsen efter Jordbundskortet.

Jordbundskort	Diluvialsand			Hedesand		
Konsulenter	Sand	Ler	Forsk. Betegnelser	Sand	Ler	Forsk. Betegnelser
	89	3	8	97	0	3

Ved Indsendelse af Jordprøverne i Gruppe II til Bestemmelse af Kobbartal blev Konsulenterne kun anmodet om at anføre Jordens geologiske Oprindelse paa medfølgende særlige Følgesedler, medens der ikke paa disse Følgesedler var afsat Plads til mere subjektive Betegnelser for Jordarten. Det viste sig, at det var vanskeligt for Konsulenterne at skelne mellem Diluvialsand og Hedesand, men at der praktisk taget altid — ligesom for Markforsøgenes Vedkommende — var Overensstemmelse, naar det blot drejede sig om at bedømme, om der forelaa Sandjord. De mere specielle Bedømmelser blev udført af Laboratoriet (se Afsnit 2. Jordtypen. Jordens Humusindhold. Side 394).

Det kan her være paa sin Plads at anføre, for det første, den betydelige Interesse det i sig selv har at opdele et saadant Materiale efter den geologiske Jordtype, idet man ikke paa Forhaand kunde udelukke den Mulighed, at der

fandtes betydende Forskelle. For det andet er det en Nødvendighed at foretage den statistiske Behandling af Markforsøgsmaterialet paa det samme Grundlag, som anvendtes ved den statistiske Behandling af de maaalte Kobbertal saaledes, at der bliver Mulighed for at drage Sammenligning mellem de ved Hjælp af Markforsøgene og Kobbertallene opnaaede Resultater. At det samtidig har vist sig, at Jordartsbedømmelsen for Sandjordernes Vedkommende i store Træk har givet samme Resultat, hvad enten Jordbundskortet eller Konsulenternes Bedømmelse er benyttet, er kun, hvad man maatte vente i Betragtning af de store Sandjordsomraader, det drejer sig om.

Hvad Markforsøgene angaar, kan der til yderligere Oplysning anføres, hvorledes de gennemsnitlige Merudbyttetal blev, hvis Konsulenternes Jordartsbetegnelse benyttedes saaledes, som den har været anført i Planteavlsheritingerne. For disse Gennemsnitstal anføres, skal det dog bemærkes, at en Opdeling paa dette Grundlag er vanskelig, fordi der findes saa mange forskellige Jordartsbetegnelser. Det har derfor været nødvendigt at samle Forsøgene i Grupper, hvor Jordartsbetegnelserne maaske giver Udtryk for Jorder af nogenlunde samme Beskaffenhed. Forsøgene blev opdelt i fire Grupper mærket I—IV og i nedenstaaende Tabel ses det gennemsnitlige Merudbytte for Kornforsøgenes Vedkommende i hver Gruppe.

Udbytte og Merudbytte for 50 kg Kobbersulfat i F.E. pr. ha.

Gruppe	Udbytte	Merudbytte	Antal Forsøg
I.....	2768	425	437
II.....	2752	569	110
III.....	2325	482	32
IV.....	2202	236	10

Da der findes saa faa Forsøg i Rodfrugt, kunde en tilsvarende Opgørelse ikke foretages her.

De Jordartsbetegnelser, som indgaar i de fire Grupper, er følgende:

- I. Sand, Sandmuld, Sandjord, Let Sandmuld,
- II. Løs Sortsand, Mørk løs Sandmuld, Sort Sandjord, Humusholdig Sandjord, Sort Sandmuld, Mørk Sandjord, Lav Muldjord, Lav Sandmuldjord, Sandblandet Humus, Lav Muld, Sort Sand, Mørk Sandmuld, Sort Humus, Humusjord, Muldjord.
- III. Lav sandblandet Morjord, Sandblandet Tørv, Tørveblandet Sandmuld, Sandblandet Mor, Sandblandet Kærjord, Sandblandet Morjord, Løs tør Humus, Sandblandet Mose, Morblandet Sandmuld.
- IV. Kærjord, Lavmose med Tørveundergrund, Kultiveret Højmose, Morjord, Afræsset Lavmose, Mosejord, Mor, Tørv, Lavmose.

Der forekommer altsaa ialt 37 Jordartsbetegnelser i dette Materiale. Gruppeinddelingen er derfor skønsmæssig og maa blive meget usikker, det er et Spørgsmaal, om et saadant Inddelingsgrundlag i det hele taget er anvendeligt. En Inddeling paa Grundlag af Jordbundskortet er derfor foretrukket selv med de Fejl, som dette Inddelingsgrundlag indebærer.

Nedenstaaende Redegørelse fra Statsgeolog, Dr. phil. *Keld Milthers*, Danmarks geologiske Undersøgelse, forklarer Uoverensstemmelsen mellem Geologers og Landøkonomers Bedømmelse af Jordarten for de i Tabel 22 nævnte 91 Forsøg.

Denne tilsyneladende Uoverensstemmelse mellem Konsulenternes Bedømmelse af Jordprøverne og Jordbundskortets Signaturer maa efter vor Opfattelse dels skyldes Kortets Maalestoksforhold og dels dette, at Kortet hovedsagelig viser Undergrundens og ikke Overgrundens Jordart.

Naar man anvender en Maalestok paa 1:160 000 er det nødvendigt at forenkle Kortet i høj Grad. Dels vilde Kortet ellers blive ganske uoverskueligt og dels vilde det rent teknisk være uigennemførligt. Hvis alle Enkeltheder skulde med, maatte man i det mindste anvende et Maalestoksforhold paa 1:20 000 eller med andre Ord et 8 Gange saa stort Kort.

Dernæst kommer den principielle Forskel paa den landøkonomiske og den geologiske Betragtning af Jordbundsforhold. Medens Landbruget langt overvejende er interesseret i selve Muldlaget, betragter en Geolog dette som en mere eller mindre stærkt omdannet Bestanddel af den egentlige Jordart. Paa det geologiske Jordbundskort vil det normalt være Jordlaget mellem en hel og en halv Meter under Overfladen, der er angivet, medens der er taget mindre Hensyn til Laget mellem Nul og en halv Meter under Overfladen.

Naar der derfor i Konsulenternes Betegnelser er fuld Overensstemmelse i Hedesandomraaderne skyldes det, at der paa Hedesletterne vil være Sand saavel i Muldlaget som i Undergrunden overalt.

I Diluvialsandomraaderne er af Konsulenterne i 3 pCt. af Tilfældene angivet Ler i Stedet for Sand. Da der her praktisk talt aldrig vil findes et Dæklag af Ler over Diluvialsandet, maa Uoverensstemmelsen udelukkende søges i Forenklingen af Jordbundskortet, hvorved mindre Lerarealer ikke har kunnet tages med.

Den største Uoverensstemmelse findes i Leromraaderne, hvor Forenklingen virker særlig uheldigt, idet Forsøgene her formentlig netop er henlagt til de mest sandede Pletter inden for de ellers lerede Egne, da det er her Mangelsygdommene findes. Hvis man i Stedet havde anlagt Forsøgene efter et Kvadratnet med f. Eks. en Kilometers Afstand, vilde man sikkert have faaet et helt andet Billede frem, fordi de sunde Lerarealer da vilde have gjort sig mere gældende.

En lige saa væsentlig Grund til Uoverensstemmelse inden for Leromraaderne er den, at der i Vestjylland meget ofte træffes et Dæklag af Sand over Leret i Undergrunden. Denne Forskel i Over- og Undergrund skyldes, at Vestjylland har ligget isfrit under sidste Nedisning ca. 200 000 Aar uden Beskyttelse af Plantedække og udsat for Lerets Udvaskning fra Overfladen under Sommerens Optøning af et forholdsvis tyndt Lag af den ellers stivfrosne Jord. Dette sandede Dæklag er altsaa lige som Muldlaget selv et i geologisk Henseende sekundært Fænomen, som man tildels ser bort fra, naar man taler om Jordbundens geologiske Oprindelse. Hvor Geologen vil sætte Lersignatur paa Jordbundskortet, vil Landøkonomen derfor undertiden hæfte sig mere ved Sandindholdet i Muldlaget.

Medens Betegnelsen Sand paa et geologisk Jordbundskort saaledes altid vil betyde Sand ogsaa i landøkonomisk Forstand, vil Lerbetegnelsen navnlig i Vestjylland i højere Grad være Udtryk for Undergrunden end for Overgrunden.

Man bør indtil videre gaa ud fra, at der paa Forhaand — ved Udtagning af Jordprøver til Analyse eller ved Anlæg af Markforsøg — er sket et bevidst Udvalg af saadanne »Lerjorder«, som man ansaa for at være kobbermanglende. Det maa imidlertid tilraades, at visse vestjydske Lerjordsomraader (efter Bornebusch og Milthers) og selvfølgelig de jydske Sandjorder i Fremtiden gøres til Genstand for yderligere og mere omfattende Undersøgelser.

Det vil være af stor Betydning, hvis der i de kommende Aar kan stilles tilstrækkelige Midler til Raadighed for Gennemførelse af en indgaaende Undersøgelse af de jydske Jorders Kobberindhold; denne Opgave er landøkonomisk set af samme Betydning, som den tilsvarende Opgave for Fosfors Vedkommende; men der har endnu ikke været ofret de samme Midler paa den.

2. Opgørelser af Markforsøg og Kobbertal for større Omraader.

For de Markforsøgs Vedkommende, der har været anlagt paa Diluvialsand, er Materialet saa stort, at det kan lade sig gøre at foretage en Opgørelse af Merudbyttet for enkelte større Omraader.

Ved Betragtning af Bornebusch og Milthers' Jordbundskort (6) falder det umiddelbart i Øjnene, at Størsteparten af Jyllands Diluvialsand findes i store afgrænsede Omraader.

I Tabel 23 er Omraaderne med Diluvialsand Nord for Limfjorden samlet i een Gruppe og betegnet »Thy-Vendsyssel«. Det største sammenhængende Areal med Diluvialsand, der strækker sig fra Aalborg og Limfjorden mod Syd til Viborg og Randers er kaldt for »Himmerland«. Det meste af Halvøen Djursland bestaar af Diluvialsand og er i Tabellen betegnet som »Djursland«. »Skovbjerg Bakkeø« betegner Bakkeøen Sydøst for Nissum Fjord, der mod Nord strækker sig til Holstebro, mod Øst til Herning og mod Syd til Skjern. »Aadum-Varde Bakkeø« er Betegnelse for Bakkeøen, der mod Nordvest grænser til Ringkjøbing Fjord og mod Syd afsluttes lidt Syd for Esbjerg, medens den mod Øst strækker sig sig ind mod Grindsted.

I Tabel 23 er det gennemsnitlige Merudbytte for 50 kg Kobbersulfat pr. ha anført for disse Omraader; Merudbyttet er udtrykt i F.E. I Tabellen findes ogsaa de gennemsnitlige Kobbertal for de samme Omraader, for Jorder, der ikke er gødet med Kobber efter 1935. Tabellen omfatter alle Forsøgsresultater, baade positive og negative Merudbyttetal er taget med.

Tabel 23.

Gennemsnitligt Merudbytte for forskellige Sandjordsomraader.

Omraade	Merudbytte	Antal	Gens.	Antal
	F. E.	Forsøg	Kobbertal	Jordprøver
Thy-Vendsyssel.....	222	22	4.4	32
Himmerland.....	331	148	3.5	82
Djursland.....	765	13	3.2	45
Skovbjerg Bakkeø...	539	39	3.9	305
Aadum-Varde Bakkeø	430	24	3.7	38

Thy-Vendsyssel har det laveste gennemsnitlige Merudbytte 222 F.E. og Djursland det højeste Merudbytte paa 765 F.E. Dette er i Overensstemmelse med de gennemsnitlige Kobbertal, idet det højeste Kobbertal paa 4,4 findes i Thy-Vendsyssel, medens det laveste Kobbertal paa 3,2 findes i Omraadet Djursland. De 13 Markforsøg fra Djursland er et forholdsvis lille Materiale; det kan derfor være af Interesse at undersøge disse 13 Forsøg nøjere. De er alle anlagt i Korn, og Merudbyttetallene fordeler sig, som anført i nedenstaaende Tabel 24. Det ses, at der ingen negative Udslag forekommer, og at over Halvdelen af Forsøgene har givet et Merudbytte paa over 500 F.E. pr. ha.

Tabel 24. Merudbyttetallenes Fordeling. Djursland.

Merudbytte						
F. E. pr. ha.....	0-99	100-199	200-299	300-499	500-999	over 1000
Antal Forsøg....	2	0	2	2	2	5

En særlig Undersøgelse viser, at man næppe gøder stærkere med de øvrige Plantenæringsstoffer i Djursland-Omraadet end i Thy-Vendsyssel-Omraadet. Baade det høje gennemsnitlige Merudbytte for Kobbersulfat og det lave gennemsnitlige Kobbertal i Djursland-Omraadet kunde altsaa tyde paa en relativ stærkere udtalt Kobbermangel her end i andre Omraader i Jylland.

Forsøgsmaterialet er spinkelt og det maa bemærkes, at Kobbertallene i Djursland-Omraadet hovedsagelig er bestemt i Jordprøver udtaget paa Strækningen fra Auning til omkring Nimtofte og Tustrup (se Fig. 4). Af Fig. 13, der gengiver Markforsøgenes Placering, og af Bornebusch og Milthers' originale Jordbundskort (6) ses det endvidere, at kun 3 af de 13 Forsøg paa Diluvialsand ligger uden for dette Omraade. Dette betyder altsaa, at det kun er et forholdsvis lille Omraade af Djursland, der indgaar i Djursland-Omraadet. Resultaterne i Tabel 23 bør af denne Grund vurderes med Forsigtighed, de maa i alt Fald ikke tages som en Rettesnor, men kun som et Fingerpeg.

3. Merudbyttet første Aar for Tilførsel af forskellige Kobbergødninger.

a. Kobbersulfat.

Som tidligere nævnt er der i Aarene 1925 til 1944 udført 640 Markforsøg med Kobbersulfat i Jylland (11). Af disse 640 Forsøg har 84 Forsøg eller 13 pCt. givet negative Udslag.

Spørgsmaalet om de negative Forsøgsresultaters Betydning og Anvendelse fortjener en vis Opmærksomhed. Spørges der, om det er økonomisk forsvarligt at anvende en Gødning, er man naturligvis klar over, at det ikke betaler sig, hvis Jorden ikke giver Merudbytte for Tilførsel af det paagældende Næringsstof. Udelukker man i et Forsøgsmateriale de negative Udslag, som unægtelig kan skyldes Forsøgsfejl, maa man selvfølgelig være klar over, at det gennemsnitlige Merudbytte, der fremkommer, bliver lidt for højt.

Forskellen paa de to Opgørelsesmetoder ses i Tabel 25, hvor det gennemsnitlige Merudbytte i F.E. er anført for en Tilførsel af 50 kg Kobbersulfat pr. ha. For ca. 8 pCt. af Forsøgene er Merudbytallene omregnet fra andre Mængder end 50 kg Kobbersulfat pr. ha. Merudbyttet er anført for de enkelte Aar og for alle Aarene, endvidere er Merudbyttet udregnet baade uden og med negative Udslag. Endelig er Forsøgenes Antal anført for de enkelte Aar, og i sidste Kolonne findes de procentiske Antal negative Udslag i de enkelte Aar.

Tabel 25. Det gennemsnitlige Merudbytte i de enkelte Aar.

Aar	Gens. Mer- udbytte i F.E. negative Udslag ikke taget med	Antal Forsøg	Gens. Mer- udbytte i F.E. negative Udslag taget med	Antal Forsøg	pCt. negative Udslag
1925	1224	1	1224	1	0
1926	738	12	671	13	8
1927	628	19	555	21	10
1928	727	42	692	44	5
1929	498	43	467	45	4
1930	541	66	455	76	13
1931	631	66	554	73	10
1932	592	46	566	48	4
1933	364	42	303	48	13
1934	353	27	217	36	25
1935	423	26	362	30	13
1936	411	17	342	20	15
1937	385	32	346	35	9
1938	428	25	339	30	17
1939	322	20	191	30	33
1940	314	12	205	17	29
1941	184	26	156	29	10
1942	228	13	204	14	7
1943	253	17	135	24	29
1944	129	4	38	6	33
Ialt Gens. . . .	480	556	400	640	13

Som det ses af Tabellen, giver Anvendelsen af 50 kg Kobbersulfat pr. ha et stort Merudbytte. Hvad Rentabiliteten af dette Merudbytte angaar, vil denne afhænge af Forholdet mellem Prisene paa Korn og paa Kobber i den anvendte Kobbergødning; om dette Spørgsmaal henvises til et senere Afsnit. Det maa her bemærkes, at Hovedmængden af Forsøgene er udført med Korn som Afgrøde.

Det fremgaar umiddelbart af Tabellens anden Kolonne, at det aarlige gennemsnitlige Merudbytte er faldende fra 1925 til 1944. Der kan være flere Aarsager hertil.

I Aarenes Løb har kobberholdige Sprøjtevædske saaledes fundet stigende Anvendelse i Landbruget. Hertil kommer, at i 1925 og i de første Aar derefter har Symptomerne paa Kobbermangel

været forholdsvis ukendte af Konsulenterne; ved Anlæg af Forsøg har man derfor søgt Støtte hos Fagfolk ved Statens plantepatologiske Forsøg, som utvivlsomt har udpeget stærkt kobbermanglende Arealer til Forsøgene. I de første 5 Aar er Forsøgene anbragt paa stærkere kobbermanglende Jord end i de sidste 15 Aar, idet der i de første 5 Aar kun er anlagt 5,6 pCt. Forsøg, der har givet negative Udslag, medens 14,9 pCt. af Forsøgene har givet negative Udslag de sidste 15 Aar.

Til Forklaring af Merudbyttetallenes Nedgang i Aarenes Løb er det endvidere naturligt at undersøge, om Nedbøren har nogen Indflydelse paa Merudbyttets Størrelse. De til denne Undersøgelse anvendte meteorologiske Data er taget fra Afdelingsleder H. Han-

Tabel 26. Det gennemsnitlige Udbytte, Merudbytte og Nedbøren.

mm Nedbør i Jylland i Tidsrummet								
Aar	Gens. Ud- bytte F. E. Grundgødet	Gens. Merud- bytte F. E.	Antal Forsøg	Marts + April + Maj + Juni	Maj	Juni	Maj + Juni	Hele Aaret
1925	98	1224	1	157.5	79.2	27.5	106.7	620
1926	2371	738	12	188.8	58.8	68.3	127.1	714
1927	1927	671	17	264.5	33.1	84.9	118.0	910
1928	2433	734	41	140.9	36.3	59.2	95.5	632
1929	3046	493	38	160.8	49.9	64.5	114.4	589
1930	2637	521	61	181.7	57.1	58.4	115.5	778
1931	2595	683	56	181.8	66.8	41.1	107.9	764
1932	2380	634	39	151.4	45.9	20.6	86.0	544
1933	2809	367	39	164.9	39.7	66.9	106.6	630
1934	2543	366	26	159.6	30.1	35.8	65.9	606
1935	2998	412	25	182.6	19.4	92.8	112.2	795
1936	2660	411	17	169.3	27.2	17.5	44.7	773
1937	3130	373	28	246.5	66.8	72.3	138.9	736
1938	3655	462	23	130.3	42.0	55.4	97.4	568
1939	2559	274	17	110.1	16.5	32.8	49.3	780
1940	2965	328	9	159.1	23.0	16.2	39.2	600
1941	2057	180	23	100.5	22.9	23.9	46.8	583
1942	2550	246	12	136.5	42.5	28.6	71.1	634
1943	3004	252	16	145.2	23.1	58.3	81.4	685
1944	3829	157	3	211.3	60.8	86.0	146.8	690
1925	Normalnedbør for Jylland							
-44	2686	490	503	178	44	48	92	680

sens (Meteorologisk Institut) Redegørelse for Aarets Vejrlig i Tidskrift for Landøkonomi (12) og er suppleret med Oplysninger om den jyske Normalnedbør modtaget direkte fra Meteorologisk Institut.

Af de i Tabel 25 anførte 556 Forsøg er de 503 Forsøg anlagt i Korn, kun disse Forsøg — med samme Afgrødeart — er benyttet til Opstilling af Tabel 26. I Tabellen er for hvert Aar anført Nedbøren i Millimeter for Jylland for hele Vækstperioden Marts, April, Maj og Juni, endvidere for Maj og for Juni hver for sig, og for Maj + Juni og endelig for hele Aaret. I Tabellens nederste Linie er anført den tilsvarende normale Nedbør (40 Aar) for Jylland. Det gennemsnitlige Merudbytte for disse Kornforsøg har været 490 F.E. for 50 kg Kobbersulfat pr. ha og det gennemsnitlige Udbytte af grundgødet 2686 F.E. pr. ha.

Den Del af Aarets Nedbør, der falder i Vækstperioden, maa være af størst Betydning for Plantevæksten og dermed for Merudbyttets Størrelse. For at undersøge dette nøjere foretoges der en Opdeling af det i Tabel 26 anførte Materiale saaledes, at Aar med over normal Nedbør i et vist Tidsrum henregnes til een Gruppe og de resterende Aar med under normal Nedbør henregnes til en anden Gruppe for det samme Tidsrum. De valgte Tidsrum fremgaar af Tabel 27, Kolonnen længst til venstre. Derpaa beregnedes det gennemsnitlige Merudbytte for hver Gruppe, og Resultatet blev som anført i Tabel 27.

Tabel 27. Merudbyttet og Nedbørens Størrelse
i forskellige Tidsrum.

Nedbøren for	Over normal Nedbør		Under normal Nedbør		Differens i Merudbyttet F. E.
	Gens. Merud- bytte i F.E.	Antal Forsøg	Gens. Merud- bytte i F.E.	Antal Forsøg	
Hele Aaret.....	504	252	475	251	29
Hele Vækstperioden...	552	202	448	301	104
Maj.....	565	238	423	265	142
Juni.....	499	303	477	200	22
Maj + Juni.....	542	344	377	159	165

Af Tabellen fremgaar det, at Nedbøren er af Betydning for Merudbyttets Størrelse. Merudbyttet er større i Aar med over normal Nedbør end i Aar med under normal Nedbør, og inden for Aaret er, som man maatte vente, Nedbøren i Vækstperioden

af størst Betydning for Merudbyttets Størrelse. Aar med over normal Nedbør i Vækstperioden har givet et Merudbytte, der er 104 F.E. større end Merudbyttet i Aar med under normal Nedbør i Vækstperioden. Indenfor Vækstperioden synes Nedbøren i Maj at være af størst Betydning, idet Aar med over normal Nedbør i Maj har givet 142 F.E. mere end Aar med under normal Nedbør i Maj.

Dette Resultat er tilsyneladende i Modstrid med Erfaringen (13), som gaar ud paa, at Kobbermangelen er mest udtalt i tørre Aar. Iagttagelser i Marken viser saaledes, at Kobbermangelsymptomerne er kraftigere og Afgrøderne mindre paa kobbermanglende Jord i tørre Aar, medens de typiske Mangelsymptomer i Aar med stor Nedbør i Vækstperioden bliver mindre stærkt udtalt og meget ofte helt forsvinder, samtidig med at Afgrødestørrelsen øges. De mindre Afgrøder, som man bemærker paa den samme kobbermanglende Jord i tørre Aar, skyldes imidlertid baade Vand- og Kobbermangel; men man har maaske været tilbøjelig til at lægge særlig Vægt paa de iagttagne Kobbermangelsymptomer, og har anset disse Symptomer for at være den eneste Aarsag til den lille Afgrøde.

En Serie Karforsøg med Kobbergødninger til Byg, der blev gennemført i Aarene 1939 til 1945, støtter Resultaterne i Tabel 27 og de deraf fremførte Overvejelser, idet de viser Nedbørens Indflydelse paa baade Udbytte og Merudbytte.

Et Uddrag af Karforsøgenes Resultater, som delvis er offentliggjort tidligere (2), findes i Tabel 28. Som det fremgaar af Tabel-

Tabel 28. Udbytte af grundgødet og Merudbytte,
g pr. Kar.

Gødskning.	1939		1940		1941		1942		1943		1944	
	Kærne	Halm	Kærne	Halm	Kærne	Halm	Kærne	Halm	Kærne	Halm	Kærne	Halm
Grundgødet.....	0.4	13.3	0	7.5	0	1.3	7.8	91.7	0.1	34.7	0	19.8
0.032 g Kobbersulfat	4.3	36.4	1.5	36.2	1.2	33.8	59.8	2.2	5.6	-3.0	2.0	23.8
0.128 » »	18.4	45.1	43.0	41.5	42.3	40.2	86.9	7.2	30.7	2.8	39.8	19.8
1.020 » »	68.2	41.7	55.8	41.3	39.0	36.8	88.0	3.1	31.8	-0.3	41.2	19.4
Nedbør i April + Maj + Juni	104		78		68		143		93		123	

len, var Nedbøren ved Landbohøjskolen i Aarene 1939, 1940 og 1941 forholdsvis ringe i Vækstperioden saaledes, at den forud fastlagte meget ringe Vandforsyning paa 40 pCt. af Vandkapaciteten kunde opretholdes i Karrene. I 1942 var Nedbøren i Vækstperioden stor, og Karrene modtog derfor meget større Vandmængder end i de foregaaende Aar. Af Tallene ses det, hvorledes Udbyttet af det grundgødede Forsøgsled er steget betydeligt, samtidig forsvandt de typiske Symptomer paa Kobbermangel; men i dette Aar er Merudbyttet af Kærne ogsaa meget større end i de tre foregaaende Aar. I Aarene efter 1942 var det igen muligt saa nogenlunde at regulere Tilførselen af Vand til Karrene (se Nedbørstallene) saaledes, at Jordens Vandindhold kunde holdes i Nærheden af de 40 pCt. af dens vandholdende Evne. Dette bevirkede, at Udbyttet af det ugødede Forsøgsled faldt til samme ringe Størrelse som før 1942, ligesom de typiske kraftige Symptomer paa Kobbermangel igen fremkom; samtidig faldt Merudbyttet for Kobbersulfat.

Resultaterne af Undersøgelserne bliver altsaa, at i vaade Aar, d. v. s. Aar med over normal Nedbør i Vækstperioden, faas et større Udbytte paa den kobbermangelende Jord end i tørre Aar; desuden er Merudbyttet ved Kobbergødskning størst i saadanne Aar. Dette Resultat kunde ikke paa Forhaand ventes, idet man, naar det drejer sig om Kobber, ikke kan se bort fra den Mulighed, at der i vaade Aar vil frigøres en hel Del Kobber i Jorden saaledes, at Merudbyttet formindskes i saadanne Aar. Der foregaar efter visse Iagttagelser at dømme ogsaa en saadan Proces i Jorden; men Stigningen i den Mængde Vand, der staar til Raadighed for Planterne, er altsaa som Regel af større Betydning for Merudbyttet end den Stigning af Jordens tilgængelige Kobberindhold, som sker samtidig med, at Nedbøren øges.

Tabel 29. Gennemsnitligt Udbytte og Merudbytte i Femaarsperioder.

Aar	Gens. Udbytte	Gens. Merud-	Antal	Gens. Nedbør
	F. E. Grundgødet	bytte i F. E. f. 50 kg Kobbersulfat pr. ha		
1925-29.....	2540	645	109	112.8
1930-34.....	2601	537	221	96.4
1935-39.....	3049	391	110	88.6
1940-44.....	2600	231	63	77.1

For at faa bedre Oversigt er Tallene i Tabel 26 omregnet til Femaarsperioder i Tabel 29.

Som det ses i Tabel 29 er saavel det gennemsnitlige Merudbytte som den gennemsnitlige Nedbør i Maj og Juni — altsaa i den mest intensive Vækstperiode — opgjort i Femaarsperioder jævnt aftagende fra 1925—29 til 1940—44.

I det foregaaende er det vist, at aftagende Nedbør i Vækstmaanederne giver aftagende Merudbytte for Kobbersulfat; dette vil i Virkeligheden sige, at en betydelig Del af det gennem Aarene fundne Fald i Merudbyttetallene kan skyldes, at Nedbøren i Vækstmaanederne har været faldende gennem disse Aar; at det forholder sig saaledes ses ogsaa ved at gennemgaa Nedbørsmængderne for de enkelte Aar i Tabel 26. Det kan saaledes ikke med Sikkerhed afgøres, om Kobbermangelen er blevet væsentlig mindre stærkt udtalt i de sidste 20 Aar i Jylland, skønt Merudbyttetallene er blevet mindre.

Der er udført i alt 88 Markforsøg, hvor der er tilført 50 og 100 kg Kobbersulfat pr. ha. Det gennemsnitlige Merudbytte i F. E. for Forsøgene i Korn er anført i nedenstaaende Oversigt. De negative Forsøgsresultater er taget med. Der var kun bestemt Kobbetal i to af disse Forsøg.

Antal Forsøg	Gens. Udbytte F. E. pr. ha	Gens. Merudbytte i F. E. pr. ha for	
		50 kg Kobbersulfat	100 kg Kobbersulfat
74	2519	481	631

b. Svovlkisaske.

Indtil 1940 var Kobbersulfat eller Blaasten den eneste Kobbergødning, der anvendtes. Allerede i 1937 blev der imidlertid paa-begyndt Karforsøg her i Landet for at prøve at finde andre Kobbergødninger. Disse Undersøgelser er fortsat indtil 1945; Arbejdet indtil og med 1941 er beskrevet i to tidligere Afhandlinger, (1) og (2). Der er dels foretaget en Afprøvning af Kobbermineraller (Sulfider, et basisk Karbonat og et Ilte), dels teknisk fremstillede tungtopløselige Forbindelser som f. Eks. Kuprioxyd.

Svovlkisaske er et Affaldsprodukt fra Svovlsyrefabrikationen, fremkommet ved Ristning af Svovlkis; det indeholder mindre Mængder Kuprioxyd. Der var — i Henhold til Karforsøgenes Resultater — god Grund til at prøve det som Gødning, da man i

1940 stod overfor en begyndende Mangel paa Kobbersulfat. Det indeholder i Almindelighed fra 1 til 2 pCt. Kobber. Et Produkt, der indeholdt 1,6 til 1,8 pCt. Kobber, blev leveret af Det danske Gødnings-Kompagni og prøvet ved Markforsøg anlagt i Jylland i Aarene 1940 til 1943 (14). I Forsøgene blev det sammenlignet med 50 kg Kobbersulfat pr. ha, og da Kobbersulfat indeholder omkring 25 pCt. Kobber, maatte der anvendes ret store Mængder Svovlkisaske, fra 700 til 750 kg pr. ha. I Tabel 30 findes Merudbyttetallene for disse Forsøg med Svovlkisaske sammenlignet med Merudbyttetallene for Kobbersulfat i de samme Aar for alle udførte Forsøg. Ved denne Opgørelse er negative Merudbyttetal og Merudbyttetal paa Nul skudt ud. Nederst i Tabellen findes til Sammenligning de af Foreningen af jydsk Landboforeninger foretagne Opgørelser fra de Aar, hvor en saadan er foretaget.

Tabel 30. Kobbersulfat og Svovlkisaske.

Aar	Kobbersulfat		Svovlkisaske	
	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg
1940.....	425	6	481	6
1941.....	220	18	221	18
1942.....	310	1	64	1
1940-42	273	25	277	25

	Gens. Merudbytte		Gens. Merudbytte		Antal Forsøg
	kgKærne	kgHalm	kgKærne	kgHalm	
1940.....	374	168	520	-110	5
1941.....	229	31	216	29	15
1940-41	265	65	292	-6	20

Begge Opgørelser viser, at Svovlkisaske har fuldt ud samme Virkning som Kobbersulfat. Men i Betragtning af de store Vægtmængder, der skal anvendes, bliver Transport- og Udbringningsomkostningerne for store. Det interessante ved disse Forsøg, er imidlertid, at der her ved Markforsøg er vist, at Kuprioxyd er en udmærket Kobbergødning, naar den blot findeles passende. Imidlertid kan man ikke ganske se bort fra den Mulighed, at Svovlkisaske kan have indeholdt ogsaa andre Mikronæringsstoffer, der har været af Betydning under de givne Forsøgsbetingelser. Endelig er

det ikke udelukket, at de 12,5 kg Kobber i 700—750 kg Svovlkisaske er blevet bedre fordelt ved Udstrøningen i Marken end den samme Kobbermængde i blot 50 kg Kobbersulfat; ogsaa dette kan have medvirket til det gunstige Resultat. Desuden findes ca. en Trediedel af Kobberet i Svovlkisaske som Kobbersulfat.

c. Kobberkis (Blandede Sulfider).

Mineralet Kobberkis, der er den virksomme Bestanddel i blandede Sulfider, har ogsaa været prøvet i de senere Aar. I Henhold til Resultaterne fra de tidligere omtalte Karforsøg (1) og (2), er Kobberkis det Mineral, der er mindst velegnet som Kobbergødning. Naar det alligevel blev prøvet i de jydsk Landboforeninger i Aarene 1941 til 1944, var Aarsagen hertil dels, at Kryolit-selskabet Øresund var i Besiddelse af et mindre Parti urent Kobberkis, der indeholdt 12,8 pCt. Cu og ca. 30 pCt. Zinksulfid, heraf Navnet »Blandede Sulfider«, dels, at man ved at udføre Forsøg med dette Mineral kunde faa afgjort, hvorledes det virkede under Markforhold, saaledes at der blev Mulighed for at skønne over, hvor meget bedre de øvrige Kobbermineraller vilde virke. Med Kendskab til Virkningen af Kobberkis i Marken blev der med andre Ord skabt Grundlag for at skønne over, om der var Mulighed for, at de øvrige Kobbermineraller vilde virke lige saa godt som Kobbersulfat, saaledes at der var Grund til at afprøve dem i Marken.

Tabel 31. Kobbersulfat og Kobberkis.

Aar	Kobbersulfat		Kobberkis	
	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg
1941.....	352	5	329	5
1942.....	298	8	258	8
1943.....	268	13	210	13
1941—43	293	26	248	26

Aar	Gens. Merudbytte		Gens. Merudbytte		Antal Forsøg
	kg Kærne	kg Halm	kg Kærne	kg Halm	
1941.....	297	157	237	133	6
1942.....	266	4	215	53	8
1941—42	279	69	224	87	14

I Tabel 31 findes de gennemsnitlige Merudbyttetal for Forsøgene med Kobberkis og Kobbersulfat. Kobberkis blev givet i Mængder paa 94 til 102 kg pr. ha svarende til 50 kg Kobbersulfat pr. ha. Ved Opgørelsen øverst i Tabellen er alle negative Merudbyttetal og Merudbyttetal paa Nul skudt ud. Nederst i Tabel 31 findes til Sammenligning de i de jyske Landboforeningers Planteavlsberetninger foretagne Opgørelser.

Som det ses af Tabellen giver de to Opgørelser noget forskelligt Resultat. Af Tallene fremgaar det dog klart, at findelt Kobberkis kan bruges som Gødning, selv om det har virket noget daarligere end Kobbersulfat efter Opgørelsen fra de jyske Planteavlsberetninger. Det maa her ikke glemmes, at Kobberkis har indeholdt ca. 30 pCt. Zinksulfid, der dog næppe har haft nogen Giftvirkning af Betydning. Ved Vurderingen af disse Resultater maa det iøvrigt erindres, at Kobberkis er overordentlig billigt i Forhold til Kobbersulfat, hvilket betyder, at Kobberkis stilles økonomisk fordelagtigere, end Merudbyttetallene giver Udtryk for. Hertil kommer, at man ved en yderligere Finmaling af det benyttede Kobberkis formentlig vilde have opnaaet, at Kobber i Kobberkis virkede lige saa godt som Kobber i Kobbersulfat.

Disse Forsøgsresultater viser derfor med al Tydelighed det ønskelige i ogsaa at faa prøvet andre Kobbermineraller. Naar et med Zinksulfid iblandet Kobberkis har virket saa godt under Markforhold, som Tallene viser, er det af stor Betydning ogsaa at prøve andre Kobbermineraller, som i Henhold til Karforsøgenes Resultater (1) og (2), er mere velegnede end Kobberkis.

d. Kobberslaggemel.

Et industrielt Affaldsprodukt, Kobberslaggemel, som leveredes fra Tyskland, afprøvedes i Aarene 1941—42. Da det kun indeholdt ca. 1,5 pCt. Kobber, blev det i Forsøgene anvendt i Mængder paa 790—822 kg pr. ha svarende til Kobbermængden i 50 kg Kobbersulfat, som det blev sammenlignet med. Forsøgsresultaterne, der er opgjort paa samme Maade som for Svovlkisaske og Kobberkis, findes i Tabel 32, hvor der ligesom for de foregaaende Tabellers Vedkommende nederst til Sammenligning findes de i de jyske Landboforeningers Planteavlsberetninger foretagne Opgørelser.

Tabel 32. Kobbersulfat og Kobberslaggemel.

Aar	Kobbersulfat		Kobberslaggemel	
	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg	Gens. Merud- bytte, F. E.	Antal Forsøg
1941.....	363	5	286	5
1942.....	227	3	167	3
1941-42	312	8	242	8

	Gens. Merudbytte		Gens. Merudbytte		Antal Forsøg
	kg Kærne	kg Halm	kg Kærne	kg Halm	
1941.....	297	157	210	127	6
1942.....	193	167	127	200	3
1941-42	260	160	180	150	9

Kobberslaggemel har givet et ret godt Merudbytte sammenlignet med Kobbersulfat; men det alt for ringe Kobberindhold i Forbindelse med vort Ukendskab til de Kobberforbindelser, det indeholder, bevirker, at det ingen Interesse har.

4. Kobbergødningernes Eftervirkning.

Eftervirkningen af en Kobbergødskning er af Betydning for dennes Økonomi. At der er en Eftervirkning, som endvidere kan være meget betydelig, foreligger der overordentlig mange Iagttagelser for; men der har indtil de seneste Aar ikke været udført ret mange Markforsøg til Bestemmelse af Eftervirkningens Størrelse. I de seneste Aar — fra omkring 1940 — er der her sket en Ændring, idet man i den lokale Forsøgsvirksomhed prøver at lade det enkelte Forsøg ligge paa Stedet i 4 Aar saaledes, at Eftervirkningen kan maales gennem 3 Aar. Det er dog aabenbart vanskeligt at faa gennemført Forsøgene i 4 Aar; efter to Forsøgsaar er de fleste Forsøg ophørt, og kun et Faatal af Forsøgene videreføres 3. Forsøgsaar. De i det følgende anførte Resultater viser imidlertid, at man bør forlænge Forsøgsperioden yderligere til ialt Fald 6 Aar, idet Eftervirkningen formentlig er meget betydelig ogsaa udover det 3. Aar. Da Kobbergødning er forholdsvis dyr, og da forskellige Forhold taler for, at det for de Mikronæringsstoffer, der interesserer under danske Forhold, netop er Kobber, der har den største Eftervirkning, er en Bestemmelse af denne af særlig Betydning til Belysning af Økonomien ved denne Gødningsanvendelse.

I det følgende er det fra Jylland foreliggende brugbare Materiale samlet. Ved Opgørelserne er der kun anvendt Forsøgsresultater, hvor Forsøgene har ligget i 2, 3 eller 4 Aar. For et Mikronæringsstof som Kobber foregaar der i saa kort en Aarrække næppe nogen Udpining af Betydning af de ugødede Parceller. Da det som nævnt først er i de seneste Aar — efter 1940 — at der er anlagt et nævneværdigt Antal Forsøg til Bestemmelse af Eftervirkningen, er de gennemsnitlige Merudbyttetal for baade 1. Aars Virkning og Eftervirkning forholdsvis lave grundet paa, at Nedbøren gennemgaaende var lav i Forsommermaanederne i Aarene efter 1940, (se Siderne 429—431).

a. *Kobbersulfat.*

I Tabel 33 er Forsøgsresultaterne samlet fra de Forsøg med Kobbersulfat, som har ligget i 2 Aar; der er her i de samme Forsøg maalt baade en Primærvirkning (1. Aars Virkning) og en 1. Aars Eftervirkning. Ved Forsøgenes Anlæg tilførtes 50 kg Kobbersulfat pr. ha. De gennemsnitlige Merudbyttetal findes i Tabel 33.

Tabel 33. Gennemsnitligt Merudbytte i F.E. for 50 kg Kobbersulfat pr. ha.

Primærvirkning	1. Aars Eftervirkning	Ialt 2 Aar	Antal Forsøg
315	260	575	40

1. Aars Eftervirkningen efter Gødskning med 50 kg Kobbersulfat er af betydelig Størrelse og i disse 40 Forsøg gennemsnitlig af samme Størrelsesorden som Primærvirkningen.

Der er kun udført 18 Forsøg, hvor en Sammenligning af 1. Aars og 2. Aars Eftervirkning samt Primærvirkningen kan gennemføres. Enkeltresultaterne er anført i Tabel 34; det er ikke noget særligt stort Materiale til Belysning af 2. Aars Eftervirkning, men det er det eneste, som foreligger, og det har derfor en vis Interesse. Ligesom for Tabel 33, hvor Primærvirkningen blev sammenlignet med 1. Aars Eftervirkningen, ses det ogsaa her, at baade den gennemsnitlige Primærvirkning, 1. Aars Eftervirkning og 2. Aars Eftervirkningen er af samme Størrelsesorden.

Endelig findes der ogsaa i Tabel 34 Resultater fra 3 Forsøg, som har ligget i 4 Aar, hvor der altsaa er Mulighed for at skønne over 3. Aars Eftervirkning. Dette Materiale, kun tre Forsøg, er

Tabel 34. Kobbersulfats Eftervirkning.

Merudbytte for 50 kg Kobbersulfat pr. ha i F. E.					
Aar	1. Aar	1. Aars Ef- tervirk.	2. Aars Ef- tervirk.	3. Aars Ef- tervirk.	Ialt
1930, 1931, 1932.....	720	220	60	—	1000
1938, 1939, 1940.....	÷182	355	11	—	184
1938, 1939, 1940.....	100	396	352	—	848
1938, 1939, 1940.....	176	992	213	—	1371
1942, 1943, 1944.....	736	316	1530	—	2582
1942, 1943, 1944.....	280	248	÷ 10	(kun 1. Slæt)	518
1942, 1943, 1944.....	140	÷185	112	—	67
1942, 1943, 1944.....	÷106	33	88	—	15
1942, 1943, 1944.....	88	415	380	—	883
1943, 1944, 1945.....	99	178	150	—	427
1943, 1944, 1945.....	460	190	200	—	850
1943, 1944, 1945.....	866	545	91	—	1502
1943, 1944, 1945.....	28	86	÷ 68	—	46
1943, 1944, 1945.....	188	55	755	—	998
1943, 1944, 1945.....	176	716	76	—	968
1943, 1944, 1945.....	148	104	160	—	412
1943, 1944, 1945.....	108	÷ 70	÷ 60	—	÷ 22
1943, 1944, 1945.....	50	364	÷ 128	—	286
Gens.....	226	275	217	—	718
Antal Forsøg.....	18	18	18	—	18
1942, 1943, 1944, 1945.	140	÷185	112	÷ 36	31
1942, 1943, 1944, 1945.	÷106	33	88	62	77
1942, 1943, 1944, 1945.	88	415	380	310	1193
Gens.....	41	88	193	112	434
Antal Forsøg.....	3	3	3	3	3

selvfølgelig yderst spinkelt; men det giver dog i Forbindelse med de øvrige Forsøgsresultater et Indtryk af, at Eftervirkningen betyder noget. At Eftervirkningen virkelig er af Betydning, naar det drejer sig om Kobbergødninger, er i Overensstemmelse med Resultaterne af Karforsøg (2), hvor Eftervirkningen det 6. og det 7. Aar (1944 og 1945) efter Tilførsel af Kobbersulfat (i 1939) har vist sig at være af samme Størrelsesorden som Primærvirkningen i 1939 og 1. Aars Eftervirkning i 1940; Resultatet var iøvrigt ganske tilsvarende for de prøvede Kobberminerale.

Der er dog næppe Tvivl om, at Eftervirkningen efterhaanden vil aftage; af hvilken Størrelsesorden den vil blive, kan ikke

afgøres paa Grundlag af de faa Markforsøg, der hidtil er udført til Belysning af Eftervirkningen. Den vil iøvrigt næppe aftage væsentligt paa Grund af de smaa Kobbermængder, Afgrøderne fjerner, heller ikke paa Grund af Kobberudvaskning; men snarere fordi Kobberet efterhaanden bindes i Jorden.

Forsøgene viser altsaa, at Kobbersulfat har en betydelig Eftervirkning, men det forholdsvis ringe Antal Markforsøg, der er udført til Bestemmelse af denne, har ikke med Sikkerhed kunnet afgøre dens Størrelse og Varighed. Der er imidlertid Grund til at antage, at Eftervirkningen i Almindelighed er af en betydelig Størrelse udover det 3. Aar efter Gødningens Udstrøning. Spørgsmaalet er derfor af saa betydelig økonomisk Interesse, at dette Forsøgsarbejde bør tages op i større Udstrækning end hidtil i de kommende Aar, specielt med de nye Kobbergødninger.

b. Svovlkisaske.

Der foreligger kun 6 Forsøg med Svovlkisaske, hvor 1. Aars Eftervirkningen kan maales. Forsøgsmaterialet er saaledes meget spinkelt, men for en Ordens Skyld anføres det alligevel i Tabel 35.

Tabel 35. Eftervirkning af Svovlkisaske.

Merudbyttet for 700–750 kg Svovlkisaske pr. ha i F. E.

Aar	1. Aar	1. Aars Eftervirk.	Ialt 2 Aar
1940, 1941.....	920	50	970
1941, 1942.....	360	30	390
1941, 1942.....	44	327	371
1941, 1942.....	212	190	402
1941, 1942.....	220	130	350
1941, 1942.....	338	÷ 34	304
Gens.....	349	116	465
Antal Forsøg.....	6	6	6

Den gennemsnitlige 1. Aars Eftervirkning er betydelig mindre end Primærvirkningen; men dette er nok nærmest en Tilfældighed foraarsaget af de faa Forsøg. Det er i alt Fald ikke paa Forhaand sandsynligt, at Eftervirkningen for Svovlkisaske (Kuprioxyd) er relativt mindre — i Forhold til 1. Aars Virkningen — end Eftervirkningen af Kobbersulfat. Paa Grundlag af Forsøgsresultaterne i Tabel 35 kan der i Virkeligheden blot siges, at der ogsaa for Svovlkiskaske findes en positiv Eftervirkning.

c. Kobberkis. (Blandede Sulfider).

Til Bestemmelse af 1. Aars Eftervirkning af Kobberkis findes i de jydsk Planteavlsberetninger 17 brugelige Forsøg fra Aarene 1941—44, og til Bestemmelse af 2. Aars Eftervirkning, findes der 11 Forsøg fra Aarene 1942—45. Resultaterne er anført i Tabel 36.

Tabel 36. Eftervirkning af Kobberkis.

Merudbyttet for 94—102 kg Kobberkis (Bl. Sulfider) pr. ha i F. E.

Aar	1. Aar	1. Aars Efter- virkning	2. Aars Efter- virkning	Ialt
1941, 1942.....	48	145	—	193
1942, 1943.....	548	164	—	712
1942, 1943.....	582	251	—	833
1942, 1943.....	286	174	—	460
1942, 1943.....	÷132	197	—	65
1942, 1943.....	78	415	—	493
1943, 1944.....	209	190	—	399
1943, 1944.....	374	140	—	514
1943, 1944.....	756	425	—	1181
1943, 1944.....	178	30	—	208
1943, 1944.....	÷ 30	230	—	200
1943, 1944.....	156	20	—	176
1943, 1944.....	134	110	—	144
1943, 1944.....	158	773	—	931
1943, 1944.....	278	70	—	348
1943, 1944.....	188	804	—	992
1943, 1944.....	50	÷ 64	—	÷ 14
Gens.....	221	240	—	461
Antal Forsøg.....	17	17	—	17
1942, 1943, 1944.....	582	251	1298	2131
1942, 1943, 1944.....	286	174	÷ 10 ^(kun 1. Slæt)	450
1942, 1943, 1944.....	÷132	197	36	101
1942, 1943, 1944.....	78	415	240	733
1943, 1944, 1945.....	209	190	8	407
1943, 1944, 1945.....	374	140	110	624
1943, 1944, 1945.....	756	425	23	1204
1943, 1944, 1945.....	34	110	34	178
1943, 1944, 1945.....	158	773	÷ 91	840
1943, 1944, 1945.....	188	804	100	1092
1943, 1944, 1945.....	50	÷ 64	130	116
Gens.....	235	310	171	716
Antal Forsøg.....	11	11	11	11

Gennemsnitstallene i Tabel 36 viser ved Sammenligning med Tallene i Tabellerne 33 og 34, at Eftervirkningen for Kobberkis og Kobbersulfat er af samme Størrelsesorden.

II. Fremtidig Kobbergødskning.

Indtil 1940 blev der udelukkende anvendt Kobbersulfat eller Blaasten som Kobbergødning. Denne Kobberforbindelse er imidlertid forholdsvis dyr at bruge, selv paa Arealer, hvor Gødningsudslaget er betydeligt.

Som tidligere anført, blev der allerede i 1936—37 planlagt og paabegyndt et Arbejde for at finde andre og billigere Kobbergødninger. Karforsøg viste (1), (2), at Mineraler som Malakit, Cuprit og enkelte Sulfider samt endvidere fabriksmæssigt fremstillet Kuprioxyd formentlig vilde være velegnede ogsaa i Marken, der krævedes blot en vis Finmaling, en Proces som er forholdsvis billig. Kobbermineraller kan fremskaffes i nogenlunde ren Tilstand ved en Floteringsproces. Ved Malmens Flotering faas et saakaldt Kobberkoncentrat, som til Gødningsbrug blot behøver at finmales til en passende lille Kornstørrelse.

De forskellige Kobbermineraller indeholder meget betydelige Kobbermængder; i nogenlunde ren Tilstand indeholder flere af dem mere Kobber end Kobbersulfat, som det ses i nedenstaaende Sammenstilling.

Kobbersulfat ($\text{CuSO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}$)	25,0 pCt. Kobber
Kuprioxyd (CuO)	79,9 » »
Cuprit (Cu_2O)	88,8 » »
Kobberkis (CuFeS_2)	34,6 » »
Kobberglans (Cu_2S)	79,9 » »
Bornit (Cu_5FeS_4)	63,3 » »
Malakit ($\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$)	57,5 » »

De her anførte Mineraler indeholder allesammen mere Kobber end Kobbersulfat, gennemgaaende 2 til 3 Gange saa meget. Dette betyder, at selv forholdsvis urene Kobberkoncentrater vil indeholde betydelig mere Kobber end Kobbersulfat.

Et Kobbermineral, der gødskningsmæssigt set staar fuldt paa Højde med Kobbersulfat, er Malakit. Malakitlejer findes forskel-

lige Steder i Verden; en Fremskaffelse og Finmaling af dette Mineral til Gødningsbrug vil betyde en overordentlig Besparelse samtidig med, at Anvendelsen af Kobbergødning paa meget store Arealer, hvor Merudbyttet ikke er allerstørst, vil være rentabel. Ogsaa *Kobberglass* og *Bornit* samt *Cuprit* kan anvendes efter passende Finmaling.

Kobberkis er det mest almindeligt forekommende Kobbermineral, og det der for Tiden er lettest at fremskaffe. I Henhold til Resultaterne af de foran nævnte Karforsøg er det imidlertid mindre velegnet end de andre Mineraler til direkte Brug som Kobbergødning. Ved de foran refererede Resultater fra Markforsøg med *Kobberkis* (Bl. Sulfider) viste det sig — ved Tilførsel af samme Kobbermængder — at virke lidt daarligere end Kobbersulfat; Forskellen var imidlertid ikke stor, saaledes at en yderligere Finmaling utvivlsomt vil bringe Virkningen af *Kobberkis* helt paa Højde med Kobbersulfatvirkningen. Da Formalingsprocesser er relativt billige, vil en yderligere Finmaling ikke hæve Prisen paa en saadan Gødning i nævneværdig Grad.

Kuprioxyd har som nævnt været prøvet ved Karforsøg og derefter ogsaa ved Markforsøg, det virker fortrinligt. Ved Karforsøgene benyttedes det i ren Tilstand; ved Markforsøgene er det benyttet, dels i Form af Svovlkisaske, dels som *Kobberkisaske*. Ved den Ristning af Svovlkis, som foregaar ved Fremstilling af Svovlsyre, og ved Ristning af *Kobberkis* til Udvinning af Kobber og Svovlsyre omdannes en varierende Del, som Regel Størsteparten af det i Svovlkis og i *Kobberkis* tilstedeværende Kobber til *Kuprioxyd*. Der er altsaa her en Mulighed for Fremstilling af *Kuprioxyd* af *Kobberkis*; dette har Betydning, indtil man kan fremskaffe de Kobbermineraler, som ved direkte Anvendelse til Gødningsbrug er lige saa velegnede som Kobbersulfat. Denne Mulighed er forsøgsvis taget op af Det danske Gødnings-Kompagni, som ved Ristning af *Kobberkis* fremstiller Svovlsyre, medens Asken — *Kobberkisasken* — finmales og anvendes som Kobbergødning. En Del af det Parti Gødning, der paa denne Maade fremstilledes i Forsommeren 1946, er anvendt til orienterende Forsøg, med særdeles godt Resultat, idet Virkningen af *Kobberkisaske* — *Kuprioxyd* — ligesom for Svovlkisaske var omtrent paa Højde med Virkningen af Kobbersulfat (se den jydsk Planteavlsberetning 1946, Side 440).

Under Ristningen af Kobberkis dannes der, alt efter Temperaturen, varierende Mængder Kobbersulfat, hvilket ikke behøver at være en Fordel, idet de hidtil udførte Forsøg med Kuprioxyd i Svovlkisaske og Kobberkisaske har antydet, at Kobber i Kuprioxyd virker bedre end Kobber i Kobbersulfat. Forsøgene med disse tungtopløselige Gødninger blev netop i sin Tid udført blandt andet ud fra den Tankegang, at man ved at tilføre Jorden tungtopløselige Kobbergødninger kunde forhale Omsætningen mellem Jordens Bestanddele og Kobberet i Gødningen saaledes, at Planterne kunde optage mest muligt af de yderst smaa nødvendige Kobbermængder direkte fra disse Kobbergødninger og i mindst mulig Grad fra de mellem Kupriionerne og Jordens Bestanddele dannede ofte yderst tungtopløselige og utilgængelige Forbindelser.

Resultaterne af de hidtil udførte Forsøg med de nye Kobbergødninger viser altsaa, at der ved passende Valg af Kobbermineral og en Finmaling eller ved en Ristning af Sulfidminerallerne med paafølgende Finmaling er Mulighed for at faa Kobbergødninger, der staar paa Højde med Kobbersulfat, og som maaske — paa Grund af deres Tungtopløselighed — virker bedre end Kobbersulfat.

En Gødnings Anvendelighed afhænger imidlertid ikke blot af dens Virkning, men ogsaa af dens Pris. Det er indlysende, at et forædlet Industriprodukt som Kobbersulfat er betydelig dyrere end det Raaproduct — et eller andet Kobbermineral — som danner Basis for Fabrikationen. Ved Anvendelse af passende Kobbermineraller som Gødning vil Prisen pr. kg Kobber blive meget lav, formentlig omkring $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ af Prisen for Kobber i Blaasten. Ved Fremstilling af Kuprioxyd (Kobberkisaske) af Kobberkis faas desuden Svovlsyre, hvorfor Prisen selv efter en eventuel Formaling, som er en relativ billig Proces, ogsaa her bliver meget lav pr. kg Kobber.

Den store Prisforskel mellem Kobber i Blaasten og i f. Eks. Kobberkis muliggør en noget større Kobberanvendelse i Kobberkis, det eneste Mineral, der virker lidt daarligere end Kobbersulfat. I Henhold til Tabel 31 har det gennemsnitlige Merudbytte for Kobberkis (Bl. Sulfider) og Kobbersulfat været henholdsvis 224 og 279 kg Kærne ved den ugunstigste Opgørelse. Ved Anvendelse af $1\frac{1}{2}$ Gang saa meget Kobber i Kobberkis vil Merudbyttet for-

mentlig blive det samme som for Kobbersulfat, men det direkte Pengeudlæg til Gødning vil kun være $\frac{1}{3} \times \frac{3}{2}$ d.v.s. $\frac{1}{2}$ af Pengeudlægget til Indkøb af den samme Kobbervirkning i Kobbersulfat. En yderligere Finmaling af det anvendte Kobberkis vil dog formentlig bevirke, at Merudbyttet bliver som for Kobbersulfat, uden at Produktets Pris øges nævneværdigt, og man bør muligvis vælge denne Løsning fremfor at anvende større Kobbermængder pr. Arealenhed.

En lav Pris pr. kg Kobber i de nye Gødninger betyder en stærkt forbedret Rentabilitet og Mulighed for en øget Anvendelse af billige Kobbergødninger paa den jyske Sandjord. Desuden vil det i flere Tilfælde f. Eks. ved Hedeopdyrkning være naturligt at betragte en Kobbertilførsel som en Grundforbedring; baade de lave Priser paa disse Kobbergødninger og Hedejordernes lave Kobberindhold gør et saadant Synspunkt naturligt. Dette Spørgsmaal behandles i et følgende Afsnit, hvor der desuden gøres et Forsøg paa en Vurdering af den økonomiske Betydning af Kobbermangelen i Jylland.

Bortset fra dette sidste meget interessante Spørgsmaal kan det imidlertid paa Grundlag af det til Dato foreliggende Materiale siges, at det dyre Kobbersulfat bør udgaa til Gødningsbrug til Fordel for de nye billige Kobbergødninger. Samtidig maa Forsøgsarbejdet med disse Gødninger øges betydeligt i de kommende Aar.

III. Kobbermangelens Udbredelse og Betydning i Jylland.

Diskussion af Resultaterne.

Ved Forsøg paa at vurdere Kobbermangelens Udbredelse og Betydning i Jylland er der forskellige Forhold, som gør en Vurdering usikker. For det første er der til Dato kun udført godt 600 Markforsøg med Kobbergødninger, hvortil kommer, at Afgrøderne i disse Forsøg i de fleste Tilfælde er Korn, kun 50 til 60 Forsøg er gennemført med Rodfrugt som Afgrøde, medens Græs eller Kløver-Græs praktisk talt ikke er repræsenteret. Endvidere er disse Forsøg som Regel anlagt paa udpræget kobbermangelende Jord, saaledes at det opnaaede Merudbytte er særlig stort. Paa den anden Side er Kobbertilførselen til disse Forsøg ofte sket sent om Foraaret, idet mange af Forsøgene, rimeligvis de allerfleste,

først er anlagt, naar de typiske Symptomer paa Kobbermangel har vist sig først i Juni Maaned; dette skulde i Henhold til de almindelige Regler betyde, at man ved en tidligere Udbringning af Kobbergødningen vilde have faaet et større Merudbytte. Hertil kommer endelig Muligheden for, at Jorden i en Del Tilfælde har haft en saa betydelig Bindingsevne overfor Kobber, at dette har bevirket, at det opnaaede Merudbytte ikke er noget Udtryk for Kobberman-gelen paa vedkommende Jord, akkurat paa samme Maade som for Fosforsyrens Vedkommende, hvor det i flere Tilfælde har vist sig at være nødvendigt med meget store Tilførsler af Superfosfat, før en tilstedeværende meget betydelig Fosforsyremangel kunde afsløres (16).

Det foreliggende Materiale af Kobbertal kunde ønskes mere omfattende; der er f. Eks. for Jordprøverne i Gruppe II kun indsendt og undersøgt Prøver fra 22 af de ca. 80 jyske Landboforeninger, hvor Sandjordsomraaderne er saa store, at Kobberspørgsmaalet maa antages at være af Interesse. Paa den anden Side viser det sig, for de tre tilfældige Landboforeninger (se Hovedtabel B: Hjerm-Ginding Herreders Landboforening, Hedeboernes samvirkende landøkonomiske Foreninger og Rougsø-Sønderhald Herreders Landboforening), hvor Jordprøverne er udtaget systematisk, at der er en paafaldende indbyrdes Overensstemmelse mellem Kobbertallenes Fordelingskurver, og at denne Overensstemmelse endvidere udstrækker sig til den øvrige Del af Materialet, der omfatter Bestemmelser af Kobbertal i Jordprøver, der ikke er udtaget efter et Kvadratnet. Dette giver et sikkert Fingerpeg om, at det foreliggende Analysemateriale ikke rammer helt ved Siden af de faktiske Forhold. Det havde selvfølgelig været ønskeligt at alle Jordprøverne var blevet udtaget efter et Kvadratnet, men det var ikke praktisk gennemførligt under de givne Forhold. Den fundne Overensstemmelse mellem Kobbertallenes Fordelingskurver for de tre Landboforeninger er iøvrigt forstaaelig, naar man erindrer, at de jyske Sandjorder i store Træk har samme geologiske Oprindelse, hvilket bevirker, at de langs den jyske Højderyg og i det vestlige Jylland forekommende Jordtyper fordeler sig nogenlunde ens over hele Omraadet.

Paa Grundlag af det foreliggende Talmateriale, som er det største, der hidtil er fremskaffet, kan der, uanset de Usikkerheds-

momenter, som Materialet utvivlsomt er behæftet med, foretages en grov Vurdering af Kobbermangelen i Jylland.

Den jyske Sandjord udgør ca. tre Fjerdedele af Jyllands samlede Areal (se Fig. 5) paa ca. 2,2 Millioner ha; dette svarer til ca. 1,7 Millioner ha Sandjord. Selv om Størstedelen af dette Areal er Sandjord forekommer der selvfølgelig ogsaa Mose-, Kær- og Engarealer indenfor Omraadet. For alle de undersøgte Overgrundsprøver, hvori der er bestemt Kobbertal — og dette gælder altsaa baade de strengt systematisk udtagne og de efter andre Regler udtagne Jordprøver — viser det sig, at ca. 65 pCt. af Prøverne har Kobbertal under 4 og saaledes maalt med Kobbertallet er mere eller mindre kobbermanglende; dette svarer til, at 1,1 Million ha Sandjord (65 pCt. af 1,7 Mill. ha Sandjord) skulde være mere eller mindre kobbermanglende.

De i Jylland gennem Aarene udførte Markforsøg med 50 kg Kobbersulfat pr. ha har rundt regnet givet et gennemsnitligt Merudbytte paa 400 F.E. pr. ha; hertil kommer Eftervirkningen, hvis Størrelse der kan skønnes over paa Grundlag af Værdierne i Tabellerne 33 og 34. Eftervirkningen i første Aar er gennemsnitlig 260 F.E. pr. ha; men den indskrænker sig ikke til det første Aar efter Gødningstilførselen; tredje Aars Virkningen er saaledes i Henhold til 18 Forsøg 217 F.E. pr. ha. Det er givet, der er en Eftervirkning ogsaa udover det tredje Aar, men der foreligger ikke Resultater fra Markforsøg til Bestemmelse heraf.

Til Orientering over de Muligheder, som hele Problemet om Kobbermangelen i Jylland indebærer, kan der nu opstilles følgende Eksempel: I Henhold til det foreliggende Analysemateriale er der Mulighed for, at ca. 1 Million ha Sandjord er mere eller mindre kobbermanglende; regnes der med et gennemsnitligt Merudbytte for 2 Aar paa ialt 650 F. E. for en Tilførsel af 50 kg Kobbersulfat pr. ha (400 F. E. det første Aar, 250 F.E. det andet Aar), ses der helt bort fra Eftervirkningen de følgende Aar. Gram (13) anser det for muligt, at $\frac{1}{3}$ af Jylland d. v. s. 700.000 ha er mere eller mindre tilbøjelig til at blive kobbermanglende. For yderligere at være paa den sikre Side vil vi derfor reducere det kobbermanglende Areal til 500.000 ha. Gødes dette Areal med 50 kg Kobbersulfat pr. ha, vil der efter 2 Aars Forløb være opnaaet et samlet Merudbytte paa 325 Millioner F. E. ved Anvendelse af 25 Millio-

ner kg Kobbersulfat. Ved en Beregning med Førkrigspriser kan 1 kg Kobbersulfat sættes til 75 Øre og 1 F. E. til 15 Øre; med disse Priser bliver Gødningsudgiften ca. 19 Millioner Kroner, medens Bruttoindtægten bliver ca. 49 Mill. Kroner i Løbet af 2 Aar. I de nye Kobbergødninger vil Kobberprisen blive betydelig lavere end i Kobbersulfat, saaledes at den ovenfor anslaaede Gødningsudgift maaske kan halveres; med saadanne Gødningsudgifter vilde der selv med et betydeligt mindre Merudbytte alligevel blive et godt Overskud.

Hvorvidt de Muligheder, der er antydnet i dette Eksempel, fuldt ud kan realiseres, er det vanskeligt at udtale sig om med Sikkerhed, dertil er der endnu ofret for faa Midler paa hele denne Opgaves Løsning. Det er imidlertid vor Opfattelse, at en yderligere Undersøgelse af Kobbermangelens Omfang og Styrke i Jylland, samt dens Afhjælpning, er en Opgave hvis rationelle Løsning har Udsigt til at give et betydeligt økonomisk Udbytte.

Resumé.

Undersøgelsen omfatter 2245 Jordprøver fra Overgrund og 595 Jordprøver fra Undergrund udtaget i Jylland i Aarene 1941–44 til Bestemmelse af Kobbertal efter en i 1940 lidt ændret Metode.

Prøverne er for tre Landboforeningers Vedkommende udtaget systematisk. Prøverne fordeler sig i tre Grupper:

- I. Ikke systematisk udtagne Jordprøver, Hovedtabel A.
- II. Jordprøver udtaget efter særlige Regler, 1942–44, Hovedtabel B.
- III. Systematisk udtagne Jordprøver fra Hjerm-Ginding Herreders Landboforening, Hovedtabel B.

I Fig. 1 og 2 er det vist, at de tre Grupper Kobbertal fordeler sig paa samme Maade.

Det undersøgte, om Kobbertallet var afhængigt af Jordens geologiske Oprindelse. Herved viste det sig, at de gennemsnitlige Kobbertal i Diluvialsand og Hedesand var identiske, og at Kobbertallene i Mose- og Kærjorder var lave, rimeligvis paa Grund af det store Humusindhold. Undersøgelsen omfattede kun eet større sammenhængende Lerjordsomraade beliggende i Hjerm-Ginding Herreders Landboforening, som havde et for Lerjord ret lavt gennemsnitligt Kobbertal.

Humusindholdets Betydning for Kobbertallet undersøgte nærmere, og af Tabel 3 ses det, at Kobbertallet falder med stigende Humusindhold i Jorden, og at »Sortsand« og »Graasand« er de særlig farlige Typer indenfor Sandjorderne.

Kobbertal i sammenhørende Overgrunds- og Undergrundsprøver viser, at man ikke altid kan bedømme en Jords Kobbermangel ved kun at analysere Overgrunden.

Kobbertallet er lavere i raa Hedejorder end i opdyrkede Jorder, og det er højere i Hedeplantager (Afgrøder med lang Voksetid) end i de tilsvarende geologiske Jordtyper dyrket med almindelige Landbrugsafgrøder.

Ved Tilførsel af Kobbergødning til de forskellige Jordarter stiger Kobbertallet mindst, hvor der er mest Humus i Jorden. Hvis der tilføres Jorden 12,7 kg Kobber pr. ha, skulde Kobbertallet teoretisk stige med 125 Enheder. Udførte Markforsøg med denne Kobbermængde viser, naar Kobber er tilført i Kobbersulfat paa Sandmuld, en Stigning paa 8,2 Enheder og for Kobber tilført i Kobberkis 2,7 Enheder. Tilført Kobber fastlægges altsaa meget stærkt. Kobbertallets Stigning efter en Kobbertilførsel aftager i Aarenes Løb.

Det gennemsnitlige Kobbertal synes at være ret konstant uanset Tidspunktet for Opdyrkning.

I en Del af de udtagne Jordprøver (i Gruppe II) er der bestemt Reaktionstal, Fosforsyretal og Kaliumtal; disse Tal var gennemsnitlig ens i Diluvial- og Hedesand; en eventuel Forskel i Udslaget for Kobbergødning paa disse Arealer kan altsaa ikke skyldes Forskelle i disses Kalk- og Gødningstilstand.

I de Forsøg med Kobbergødninger, hvor der har været bestemt Kobbertal, er der foretaget en Sammenligning mellem Kobbertallet og Merudbyttets Størrelse. Materialet er spinkelt, men viser dog, at Merudbyttet falder for stigende Kobbertal. Det forholdsvis lave Merudbytte i Gruppen med de mindste Kobbertal skyldes antagelig, at ved Gødskning med Kobbermængder, der svarer til 50 kg Kobbersulfat pr. ha, bindes Kobberet i mange Tilfælde saaledes, at det bliver utilgængeligt for Planterne. Derfor foreslaas det at udføre Kobberforsøg med stigende og store Mængder Kobbergødning i de kommende Aar.

I Aarene 1925-44 er der ialt i Jylland gennemført 640 Markforsøg med Kobbergødning. Forsøgenes Placering ses af Fig. 13. For de 517 Forsøgs Vedkommende har den geologiske Jordart kunnet bestemmes efter Bornebusch og Milthers' Jordbundskort, og det gennemsnitlige Merudbytte for 50 kg Kobbersulfat pr. ha er henholdsvis 392 og 399 F.E. for Diluvialsand og Hedesand, i god Overensstemmelse med de gennemsnitlige Kobbertal paa 3,77 og 3,74 for disse to Jordarter.

Nogen Indvirkning af den geologiske Forskel har i det hele taget ikke kunnet eftervises for de her undersøgte opdyrkede Jorder, hverken ved Hjælp af de udførte Analyser (Reaktionstal, Fosforsyretal, Kaliumtal og Kobbertal) eller ved Hjælp af Markforsøg med Kobbersulfat.

Det lave gennemsnitlige Kobbertal (4,6) i Lerjordsomraadet i Hjerm-Ginding Herreders Landboforening og i Lerjordsomraadet Vest herfor opfordrer til en Undersøgelse af visse jyske Lerjorders Kobbertrang.

I Tabel 23 er anført det gennemsnitlige Merudbytte for 50 kg Kobbersulfat og det gennemsnitlige Kobbertal for forskellige naturligt afgrænsede Diluvialsandomraader i Jylland. Det store gennemsnitlige Merudbytte og det lave Kobbertal for Omraadet »Djursland« antyder, at Kobbermangelen her manifesterer sig særlig stærkt.

De i Aarene 1925-44 udførte 640 Markforsøg med Kobber har givet et gennemsnitligt Merudbytte paa 400 F.E. for 50 kg Kobbersulfat pr. ha. Af disse

640 Forsøg har 84 Forsøg eller 13 pCt. givet et negativt Udslag, de resterende 556 Forsøg har givet et gennemsnitligt Merudbytte paa 480 F.E.

Det fremgaar af Tabel 25, at det aarlige gennemsnitlige Merudbytte er faldende fra 1925 til 1944. Dette Fald forklares, dels ved den stigende Anvendelse af kobberholdige Sprøjtevædske i Landbruget og dels ved, at Forsøgene med Kobbersulfat er placeret paa mere kobbertrængende Arealer i de første Aar end i de senere Aar. Desuden fremgaar det af Tabel 26, at det med Aarene faldende Merudbytte staar i Relation til Nedbøren, idet denne for den afgørende Del af Vækstperioden er stærkt faldende gennem disse Aar. Dette Synspunkt støttes af Resultaterne i Tabel 27, hvor det ses, at det gennemsnitlige Merudbytte er større i Aar med over normal Nedbør end i Aar med under normal Nedbør i Vækstperioden. Indenfor Vækstperioden er Nedbøren i Maj afgørende for Merudbyttet. Endvidere vises det ved Karforsøg, at man i vaade Aar ogsaa faar et større Udbytte paa kobbermanglende Jord end i tørre Aar ligesaa vel som et større Merudbytte.

Et Affaldsprodukt fra Svovlsyrefabrikationen, Svovlkisaske, der indeholder betydelige Mængder Kuprioxyd, har vist sig i Markforsøgene at virke lige saa godt som Kobbersulfat.

Kobberkis i blandede Sulfider vil virke lige saa godt som den samme Mængde Kobber i Kobbersulfat, forudsat at det er passende findelt.

For de forskellige Kobbergødningers Vedkommende er der gjort et Forsøg paa at gøre Eftervirkningens Størrelse op. I de 40 Forsøg med 50 kg Kobbersulfat pr. ha var 1. Aars Virkningen gennemsnitlig 315 F.E. pr. ha og 1. Aars Eftervirkningen 260 F.E. pr. ha. I 18 lignende Forsøg var 1. Aars Virkningen gennemsnitlig 226 F.E., 1. Aars Eftervirkningen 275 F.E. og 2. Aars Eftervirkningen 217 F.E. pr. ha.

For Svovlkisasakens Vedkommende findes der ogsaa en Eftervirkning.

I 17 Forsøg med Kobberkis fandtes for en Tilførsel af 12,5 kg Kobber pr. ha, svarende til 50 kg Kobbersulfat, et gennemsnitligt Merudbytte paa 221 F.E. pr. ha det første Aar, 1. Aars Eftervirkningen var 240 F.E. pr. ha. I 11 lignende Forsøg fandtes en 1. Aars Virkning paa 235 F.E. pr. ha, en 1. Aars Eftervirkning paa 310 F.E. pr. ha og en 2. Aars Eftervirkning paa 171 F.E. pr. ha.

Paa Grundlag af disse Forsøg og andre Undersøgelser sluttes, at det dyre Kobbersulfat bør udgaa som Kobbergødning og erstattes med de langt billigere mineralske Kobbergødninger, der virker lige saa godt eller bedre end Kobbersulfat. Saafremt Malakit kan fremskaffes, maa det foretrækkes.

Paa Grundlag af det foreliggende Materiale (Resultater fra Markforsøg med Kobbergødninger og de gennemførte Bestemmelser af Kobbertal) er der gjort et Forsøg paa at vurdere, hvilken økonomisk Betydning Kobbermangelen har for jydsk Landbrug.

Summary.

The investigation comprises 2245 soil samples from surface soil and 595 soil samples from subsoil taken in Jutland during the years 1941—44 for the purpose of determining the "copper-value" (the result of a chemical analysis of the available copper of the soil).

By three agricultural societies the samples were taken systematically. The samples divide themselves into three groups:

- I. Soil samples not taken systematically, main table A.
- II. Soil samples taken according to certain precepts, 1942—44, main table B.
- III. Soil samples taken systematically in the district of the Hjerm-Ginding agricultural society, main table B.

In fig. 1 and 2 it is shown that the copper-values from the three groups arrange themselves in the same way as shown by the curves of distribution.

It was investigated whether the copper-value depended on the geological origin of the soil. It was hereby shown that the average copper-values in diluvial sand and heath sand were identical, and that the copper-values in peat moors and sandy peat moors were low, probably on account of the high humus content. The investigation included only one larger area of clay soil, situated in the district of the Hjerm-Ginding agricultural society; for clay soils it had a rather low average copper-value.

The influence of the humus content on the copper-value was investigated more closely; in table 3 it will be seen that the copper-values fall as the humus content of the soil rises, and that "black-sand" (rich in humus) and "grey-sand" (rather rich in humus) are especially "dangerous" types of sandy soils.

Copper-values in corresponding surface soil and subsoil samples show that one cannot always estimate the copper deficiency of a soil by analysing the surface soil only.

The copper-value is lower in raw heath soils than in cultivated soils, and it is higher in heath plantations (heath soils planted with fir and spruce) than in the geologically corresponding types of soil where ordinary farm crops are grown.

On the application of copper fertilizer to the different types of soil, the copper-value increases least where the humus content is highest. If 12.7 kg. Cu per ha is applied to the soil, the copper-value should theoretically rise by 125 units; field experiments carried out with this amount of copper on sandy soils show an average rise of 8.2 units when applied in the form of copper sulphate and 2.7 units in the form of copper pyrites. Applied copper must consequently be fixed rather strongly. The rise in the copper-value just after an application of copper decreases with the years.

The average copper-value seems to be fairly constant irrespective of the time at which the soil has been brought into cultivation.

In a part of the soil samples (in group II) pH-values, phosphorus-values and potassium-values have been determined; these values were on an average the same in diluvial sand and heath sand; hence a possible difference in the return for copper fertilizing in these areas can hardly as a whole be due to differences in their general state of liming and fertilizing.

In the experiments on copper fertilizers, where copper-values have been determined, a comparison has been made between the copper-value and the increase in yield. The experimental data are scanty, but indicate that the increase in yield falls as the copper-value rises. The comparatively small increase in yield

in the group with lowest copper-values is presumably due to the fact that on artificial fertilizing with copper corresponding to 50 kg. of copper sulphate per ha the copper in several cases is fixed in such a way as to be unavailable to the plants. It is therefore suggested that future experiments with copper are carried out both with increasing amounts and with large quantities of copper fertilizer.

During the years 1925—44 altogether 640 field experiments with copper fertilizers have been performed in Jutland. The location of the experiments can be seen in fig. 13. In 517 experiments it has been possible to ascertain the geological character of the soil from the soil map of Bornebusch and Milthers; the average increase in yield for 50 kg. of copper sulphate per ha is 392 and 399 feed units (1 feed unit being equal to the feeding value of 1 kg. of barley) for diluvial sand and heath sand, respectively, which agrees well with the average copper-values of 3.8 and 3.7 for these two soil types.

It is not possible to demonstrate the geological difference between heath sand and diluvial sand, either by the analyses carried out (pH-values, phosphorus-values, potassium-values, copper-values) or by the aid of the field experiments with copper sulphate.

The low average copper-value (4.6) in the clay soil area in the district of the Hjerm-Ginding agricultural society and the clay soil area west of it calls for investigations in the lack of copper in certain Jutland clay soils.

In table 23 the average return for 50 kg. of copper sulphate is given, as well as the average copper-values of various naturally demarcated areas of diluvial sand in Jutland. The large average return together with the low copper-value in the district of Djursland indicates that copper deficiency manifests itself specially strongly here.

The 640 field experiments with copper carried out during the years 1925—44 have shown an average increase in yield of 400 feed units for 50 kg. of copper sulphate per ha. Out of these 640 experiments, 84, or 13 per cent, have shown a negative return; the remaining 556 experiments have given an average increase in yield of 480 feed units.

It appears from table 25 that the annual average increase in yield falls from 1925 to 1944. This fall may be explained, partly by the increasing use in agriculture of fungicides containing copper, and partly by the fact that field experiments with copper sulphate were performed in more copper deficient areas during the first years than in the later years. Besides, it also appears from table 26 that the decreasing return through the years is correlated with the rainfall, as the latter during the vital part of the period of growth diminishes strongly during these years. This outlook obtains support from the results in table 27, where it will be seen that the average return is larger in years when the rainfall is above normal than in years with subnormal rainfall during the growth period. During the period of growth the rainfall in May is of decisive importance for the return in yield. It has moreover been shown by pot experiments that in wet years a greater yield is obtained from copper deficient soils than in dry years, as well as a greater increase in yield.

A by-product from the sulphuric acid factories, ashes of sulphur pyrites containing considerable quantities of cupric oxide, has in the field experiments proved just as good as copper sulphate, when equal amounts of copper are applied.

Copper pyrites will be just as efficient as the same amount of copper in copper sulphate provided that it is sufficiently finely ground.

An attempt has been made to compute the size of the residual effects of the different copper fertilizers. In 40 experiments with 50 kg. of copper sulphate per ha the effect in the first year averaged 315 feed units per ha while the first year's residual effect averaged 260 feed units per ha. In 18 similar experiments the effect of the first year averaged 226 feed units, the first year's residual effect 275 feed units and the second year's residual effect 217 feed units per ha.

In the case of ashes of sulphur pyrites a residual effect is also found.

In 17 experiments with copper pyrites an application of 12.5 kg of copper per ha, corresponding to 50 kg of copper sulphate, gave an average increase in yield of 221 feed units in the first year; the first year's residual effect was 240 feed units per ha. In 11 similar experiments a first year effect of 235 feed units per ha was found, a first year's residual effect of 310 and a second year's residual effect of 171 feed units per ha.

On the basis of these experiments and other investigations it is concluded that the expensive copper sulphate should be avoided as a copper fertilizer and ought to be substituted by the much cheaper copper ore fertilizers which can be just as efficient. If malachite can be obtained, it is to be preferred.

On the basis of the available data (results from the field experiments with copper fertilizers and the copper-value determinations accomplished) an attempt has been made to evaluate the economic significance of the copper deficiency to agriculture in Jutland.

Litteratur.

1. *Steenbjerg, F.*: Kobber i Jord og Kulturplanter. Med særligt Henblik paa Gulspidssyge. Tidsskr. f. Planteavl 45, S. 259, 1940.
2. *Steenbjerg, F.*: Kobber i Jord og Kulturplanter II. Undersøgelser over Kobbermineralers Gødningsværdi. Tidsskr. f. Planteavl 47, S. 557, 1943.
3. *Chilean Nitrate Educational Bureau*: Bibliography of references to the literature of the minor elements and their relation to plant and animal nutrition. Third Ed. 1939. Suppl. 1—6. 1940—45. New York.
4. *Grendel, F.*: Over het Koppergehalte van eenige Voedingsmiddelen. De Koperverontreiniging van eenige Ijzerpraeparaten. Een Micro-Koperbepaling in Bloed. Pharm. Weekbl. 67, S. 913, 1050 og 1345. 1930.
5. *Steenbjerg, F.*: Kobberundersøgelser i Jylland 1942—44. 45. Beretning om Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Jylland ved H. Land Jensen. S. 341.
6. *Bornebusch, C. H. og Milthers, Keld*: Jordbundskort over Danmark. Danmarks geologiske Undersøgelse. III. Rk. Nr. 24.
7. *Schollenberger, C. J.*: A rapid approximate method for determining soil organic matter. Soil. Sc. 24, S. 65. 1927.
8. *Bondorff, K. A.*: Om Humusbestemmelse i Jord. Tidsskr. f. Planteavl 50, S. 138. 1946.
9. *Jørgensen, C. A.*: Gulspidssygen. Dens Udbredelse, Aarsager og Bekæmpelse. Tidsskr. f. Planteavl 34, S. 76. 1928.

10. *Overgaard, P. O.*: 43. Beretning om Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Jylland, ved H. Land Jensen. S. 230.
11. *Landboforeningernes og Husmandsforeningernes* Planteavlsberetninger 1925—44.
12. *Hansen, H.*: Vejrforholdene i Landbrugsaaarene 1925—44. Tidsskr. f. Landøkonomi 1925—44.
13. *Gram, Ernst*: Bormangel og nogle andre Mangelsygdomme. Tidsskr. f. Planteavl 41, S. 439. 1936.
14. *Land Jensen, H.*: 40., 41., 42. og 43. Beretning om Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Jylland.
15. *Ødelien, M.*: Jernmangel på myrjord og koppersulfatets virkning på planternes jern- og manganforsyning. Særtryk af Tidsskr. f. Det norske Landbruk. Nr. 3—4. 1945.
16. *Iversen, Karsten*: Kontrolforsøg med Fosforsyre og Kali. 1935—42. II. Tidsskr. f. Planteavl 48. 91. (114). 1943.

Hovedtabel A. Gruppe I.

Landboforening eller Husmandsforening	Diluvial- sand		Hede- sand		Mose		Kær		Ler		Postgl. marint Sand		Sen- glacialt overvej. Sand		Ialt Prover
	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	
Hjørring Amts l. S.	—	—	—	—	3.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Frederikshavn og Omegn ...	1.9	7	—	—	2.5	6	—	—	—	—	4.4	7	3.2	3	23
Han Herred.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2	1	—	—	1
Kær Herred.	—	—	—	—	2.5	2	—	—	—	—	6.1	4	—	—	6
Det Thylandske l. S.	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	1	—	—	—	—	1
Himmerlands samv.	5.5	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28
Aalborg Amt.	3.8	18	—	—	1.9	4	1.8	1	—	—	6.1	4	2.1	1	28
De smsl. H. i Aalborg Amt ..	10.5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Sammensl. L. Nord f. Randers	3.1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Skodborg-Vandfuld Herreder	6.5	3	5.2	12	2.4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	20
Strueregnens.	10.4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Hjerm-Ginding Herreder.	4.1	22	3.8	27	2.8	10	—	—	9.9	9	—	—	—	—	68
Viborg Amts l. F.	4.2	8	15.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Salling.	3.6	7	—	—	—	—	—	—	2.6	1	—	—	—	—	8
Hobro og Omegn.	7.5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Hammerum Herred H.	—	—	8.9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Hammershøj Omegn.	3.4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Randers Amts H.	5.3	2	—	—	—	—	—	—	2.4	3	—	—	—	—	5
Rougø-Sønderhald Herred. .	3.0	1	—	—	—	—	3.6	1	—	—	—	—	—	—	2
Ulfborg og Omegn.	4.1	9	6.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Hedeboernes samv.	4.7	27	6.3	4	3.4	14	—	—	—	—	—	—	—	—	45
Høver og Omegn.	4.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Ulfborg-Hind Herreders	4.5	7	—	—	3.7	1	—	—	21.7	1	—	—	—	—	9
Hammerum Herred.	14.0	6	2.8	12	5.2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	22
Brande-Thyregod.	—	—	5.6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Thyrsting-Vrads Herred.	—	—	7.2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Aarhus Amts l. S.	3.9	2	—	—	1.5	1	—	—	7.5	7	—	—	—	—	10
Hads Herred.	7.6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4	1	—	—	5
Bølling Nr. Herreder.	4.1	18	4.8	6	2.2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	27
De smsl. H. i Skanderb. Amt	4.4	2	—	—	—	—	—	—	2.8	1	—	—	—	—	3
Ribe Amts Vestre.	6.4	44	—	—	6.8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	46
Sdr. Omme og Omegn.	3.6	2	4.5	19	3.4	17	—	—	—	—	—	—	—	—	38
Vejle Amt.	4.7	2	3.3	2	5.7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Kolding H., Omegn, Vesteregn	2.9	3	7.8	2	0.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Skærbæk og Omegn.	6.8	5	5.4	1	2.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Nørre Rangstrup Herred.	2.7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Haderslev Amt.	8.4	5	3.9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Vis Herred.	—	—	2.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Den nordslesvigske.	9.6	28	6.3	3	3.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	35
Løgumkloster og Omegn.	3.0	2	6.8	7	4.8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Sønderborg Amt.	3.1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Aabenraa.	3.5	2	10.5	2	1.0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Studsgaard Forsøgsstation. .	4.1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Alle Prover, Gens.	5.55	299	4.71	112	3.08	82	2.70	2	7.76	23	5.21	17	2.95	4	539

Hovedtabel B. Grupperne II og III (fortsættes).

Landboforening	1. Uden Kobber												2. Gødet med Kobber efter 1935																					
	Diluvial-sand		Hede-sand		Mose		Kær		Ler		Uopd. Hede		Postgl. marint Sand		Postgl. marint Ler		Sengl. overvej. Sand		Flyve-sand		Diluvial-sand		Hede-sand		Mose		Kær		Ler		Sengl. overvej. Sand			
	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal	T _{Cu} Gens.	Antal		
Frederikshavn o. O.	—	—	—	—	4.4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	4.9	2	4.1	4	13.5	3	—	—	—	—	—	—	2.5	1	—	—	—	—	6.9	5
Hjørring Amts l. S.	4.3	8	—	—	2.4	3	7.6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	15	2.2	5	—	—	—	—	—	—	6.6	1	—	—	—	—	—	
Han Herred	4.2	17	4.2	3	3.5	3	4.0	34	—	—	0.9	1	4.2	8	—	—	—	—	4.8	4	4.5	2	—	—	—	—	2.8	3	1.7	2	—	—	—	
»Northy«	5.6	7	—	—	3.1	1	5.2	1	7.4	1	—	—	1.0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Morsø	4.3	16	—	—	—	—	3.6	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.2	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Aalborg Amts.	4.0	39	—	—	5.5	1	—	—	0.8	1	—	—	2.6	14	—	—	—	—	6.3	2	9.4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Himmerlands samv.	2.2	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.6	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rougø-Søndh. H. . .	3.2	45	4.5	26	2.6	11	3.7	46	—	—	—	—	4.7	9	—	—	—	—	—	—	5.0	26	9.5	23	0.2	1	3.1	3	—	—	—	—	—	
Bjerringbro o. O. . .	3.9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Samv. l. F. i Ringk. A.	—	—	7.7	7	7.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.4	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hedeboernes s. l. F.	4.4	61	3.2	31	1.5	4	1.5	4	2.4	1	3.9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	5.8	9	5.8	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ulfborg, Brejning-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hover-Nr. Omme	5.3	7	—	—	3.1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Bølling-Nr. Herr. . .	2.7	1	1.7	7	3.5	1	2.5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2	6	3.7	2	2.2	1	1.9	2	—	—	—	—	—	
Hjerm-Ginding H. . .	3.4	206	3.4	172	2.8	7	—	—	4.6	166	3.3	15	15.3	1	4.1	3	—	—	—	—	9.5	1	9.8	20	10.3	31	1.2	1	—	—	11.3	1	—	—
Skodborg-Vandf. . .	5.9	1	4.8	66	—	—	—	—	—	—	3.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.2	11	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tørring o. O.	0.3	1	2.2	13	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Brande-Thyregod. . .	3.5	2	4.5	14	—	—	5.2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	7	—	—	—	4.0	2	—	—	—	—	
Ribe Amts vestre. . .	3.8	37	2.6	8	—	—	—	—	7.7	1	4.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	5.2	10	8.2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sdr. Omme o. O. . . .	—	—	2.9	18	1.6	1	3.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7	18	3.2	2	—	—	—	—	—	—	—	
Løgumkloster o. O. .	6.1	1	5.2	2	—	—	5.5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.4	2	—	—	—	5.9	1	—	—	—	—	
Nr. Rangstrup H. . .	5.3	1	2.6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Vis Herreds	4.2	3	4.8	8	1.1	1	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	31	6.2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Studsgaard Fors. st.	5.3	31	—	—	2.9	1	3.0	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.0	4	5.6	3	2.1	1	—	—	—	—	—	—	—	
Alle Prøver, Gens. . .	3.77	511	3.74	376	3.04	44	3.87	126	4.6	170	3.44	27	4.12	34	4.42	5	4.04	19	6.15	15	6.33	151	7.91	145	2.68	11	3.03	10	11.30	1	6.92	5	—	

Hovedtabel B. Grupperne II og III (fortsat).

Landboforening	Alle Prøver																													
	Diluvial-sand			Hede-sand			Mose			Kær			Ler			Uop-dyrket Hede			Postgl. marint Sand			Postgl. marint Ler			Senglac. overvej. Sand			Flyve-sand		
	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal	T _{Ca}	Gens.	Antal
Frederikshavn o. O.	—	—	—	—	—	—	4.2	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hjørring Amts l. S.	4.3	8	—	—	—	—	3.4	4	7.6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Han Herred.	4.3	19	4.2	3	3.1	6	3.2	36	—	—	—	—	0.9	1	4.2	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»Nordthy«.....	5.0	7	—	—	3.1	1	5.2	1	7.4	1	—	—	—	—	1.0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Morsø.	5.7	25	—	—	—	—	—	—	—	3.6	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aalborg Amts.	4.8	46	—	—	—	—	5.5	1	—	—	—	—	0.8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Himmerlands samv.	3.7	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rougø-Søndh. H.	3.8	71	6.8	49	2.4	12	3.6	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bjerringbro o. O.	3.8	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Samv. l. F. i Ringk. A.	—	—	9.1	36	7.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hedeboernes s. l. F.	4.5	70	3.8	40	1.5	4	1.5	4	2.4	1	3.9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ulfborg, Brejning-Høver-Nr. Omme	7.0	13	—	—	3.1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bølling Nr. Herr.	3.9	7	2.1	9	2.9	2	2.3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hjerm-Ginding H.	4.0	226	4.4	203	2.6	8	—	—	4.7	167	3.3	15	15.3	1	4.1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.5	1
Skodborg-Vandf.	5.9	1	5.3	77	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tørring o. O.	0.3	1	2.5	14	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brande-Thyregod.	3.5	2	4.7	21	—	—	4.4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ribe Amts vestre.	4.1	47	4.7	13	—	—	—	—	7.7	1	4.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sdr. Omme o. O.	—	—	2.8	36	2.6	3	3.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Løgumkloster o. O.	6.1	1	7.3	4	—	—	5.6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nr. Rangstrup H.	5.1	32	5.4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vis Herreds.	5.8	7	5.0	11	1.6	2	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Studsgaard Forsøgsstation.	5.3	31	—	—	2.9	1	3.0	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alle Prøver, Gens.	4.36	662	4.90	521	2.97	55	3.81	136	4.65	171	3.44	27	3.66	36	4.10	3	4.64	24	6.15	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hovedtabel C. Alle Prøver.

Landbo- eller Husmandsforening	Diluvial-sand			Hede-sand			Mose			Kær			Ler			Uopdyrket Hede			Postgl. marint Sand			Postgl. marint Ler			Senglac. overvej. Sand			Flyve-sand			Prøver
	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	T _{Cu}	Gens.	Antal	
Hjørring Amts l. S.	4.3	8	—	—	3.3	5	7.6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
Frederikshavn og Omegn.	1.9	7	—	—	3.4	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45
Han Herred.	4.3	19	4.2	3	3.1	6	3.9	36	—	—	—	—	0.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78
Kær Herred.	—	—	—	—	2.5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
»Nordthy«.	5.0	7	—	—	3.1	1	5.2	1	7.4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
Det thylandske l. S.	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Himmerlands samv.	4.4	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71
Aalborg Amt.	4.5	64	—	—	2.6	5	1.8	1	0.6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92
Se sml. H. i Aalborg Amt.	10.5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Sammensl. L. Nord f. Randers.	3.1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Skodborg-Vandfuld Herred.	6.4	4	5.3	89	2.4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102
Struerregnen.	10.4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Morsø.	5.7	25	—	—	—	—	3.6	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36
Hjerm-Ginding Herred.	4.0	248	4.4	230	2.7	18	—	—	4.9	176	3.3	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	692
Viborg Amts l. F.	4.2	8	15.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Salling.	3.6	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Hobro og Omegn.	7.5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Bjerringbro og Omegn.	3.8	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Hammerum Herred H.	—	—	8.9	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Hammershøj og Omegn.	3.4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6

Randers Amts H.....	5.3	2	—	—	—	—	—	—	2.4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	5		
Rougso-Sønderhald Herred.....	3.9	72	6.8	49	2.4	12	3.6	50	—	—	—	—	4.7	9	—	—	—	—	192		
Ulfborg og Omegn.....	5.8	22	6.9	1	3.1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24		
Hedeboernes samv.....	4.6	97	4.1	44	3.0	18	1.5	4	2.4	1	3.9	3	—	—	—	—	—	—	167		
Høver og Omegn.....	4.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		
Ulfborg Hind Herreder.....	4.5	7	—	—	3.7	1	—	—	21.7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	9		
Hammerum Herred.....	14.0	6	7.5	48	5.8	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59		
Brandø-Thyregod.....	3.5	2	4.9	27	—	—	4.4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32		
Tørring og Omegn.....	0.3	1	2.5	14	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16		
Thyrsting-Vrads Herreder.....	—	—	7.2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		
Aarhus Amts l. S.....	3.9	2	—	—	1.5	1	—	—	7.5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	10		
Hads Herred.....	7.6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.4	1	—	—	—	—	5		
Bølling Nr. Herred.....	4.0	25	3.2	15	2.5	5	2.3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52		
De saml. H. i Skanderborg Amt..	4.4	2	—	—	—	—	—	—	2.8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3		
Ribe Amts vestre.....	5.2	91	4.7	13	1.8	2	—	—	7.7	1	4.4	4	—	—	—	—	—	—	111		
Sdr. Omme og Omegn.....	3.6	2	3.4	55	3.3	20	3.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78		
Vejle Amt.....	4.7	2	3.3	2	5.7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6		
Kolding H. Omegn, Vesteregnet...	2.9	3	7.8	2	0.9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6		
Skærbæk og Omegn.....	6.8	5	5.4	1	2.0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7		
Nørre Rangstrup Herred.....	4.8	35	5.4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40		
Haderslev Amt.....	8.4	5	3.9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8		
Vis Herred.....	5.8	7	4.9	12	1.6	2	2.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22		
Den nordslesvigske.....	9.6	28	2.1	3	3.4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35		
Løgumkloster og Omegn.....	4.0	3	7.0	11	4.8	1	5.6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20		
Sønderborg Amt.....	3.1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2		
Aabenraa.....	3.5	2	10.5	2	1.0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7		
Studsgaard Forsøgsstation.....	5.1	37	—	—	2.9	1	3.0	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49		
Alle Prøver, Gens.....	4.73	961	4.87	633	3.01	137	3.79	138	5.02	194	3.44	27	4.29	53	4.10	3	4.40	28	6.15	15	2189