

# Orienterende undersøgelser over fordelingen af fosfat i nogle danske jordprofiler.

Af K. Dorph-Petersen.

Medens der her i landet foreligger meget omfattende undersøgelser af fosfatindholdet — specielt fosforsyretalsbestemmelser — i pløjelaget i agerjord, er undersøgelser af de dybere jordlags fosfatindhold meget sjældne. Da planterne utvivlsomt optager fosfat både fra pløjelaget og undergrunden, kan fosfatindholdet i jordprofilens forskellige lag have interesse. For at skaffe lidt orientering i dette spørgsmål er der i 1947—48 indsamlet jordprøver fra forskellige danske jordtyper — dog hovedsagelig fra det sydlige Jylland. I alle prøver er der bestemt reaktionstal og fosfatindhold. Alle analyser er udført af forfatteren på Askov forsøgsstations kemiske laboratorium og arbejdet er udført med støtte af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles kandidatlegat.

## I. Analysemetoder m. v.

a. Udtagningen af jordprøver er hovedsagelig sket på steder, hvor der var foretaget udgravninger til bygnings-, vej-, kloak- eller drænarbejder, men i en del tilfælde er der gravet huller alene til denne prøveudtagning. Almindeligvis er prøverne udtaget i intervaller af 20 cm: 0—20, 20—40 cm, o.s.v. I udgravninger er jordvæggen først skrabet ren med en spade og derpå inddelt i afsnit på 20 cm, hvorpå der indenfor disse er skrabet jord af til prøven i hele afsnittets dybde og i 20—30 cm bredde. Hvor udgravningen ikke havde den fornødne dybde, er der endvidere taget prøver i udgravningens bund. Disse er ligeledes taget i 20 cm's intervaller og er udtaget med et eet meter langt og ca. 3 cm vidt jordbor. For at få jord nok udførtes 2—3 borer tæt ved siden af hinanden, og tæt ved den jordvæg, hvori de øverste prøver blev taget.

b. Findeling af jordprøverne. Efter tørring blev prøverne malede i en kuglemølle af porcelæn i 20—60 min. og derpå sigtet i et ca. 0,5 mm sold. Opbevaringen er sket i papæsker.

c. Reaktionsbestemmelser. 10 g jord blev udrørt i 25 ml destileret vand og henstod en time. Efter fornyet omrøring måltet pH ved hjælp af glaselektrode i forbindelse med rørpotentiometer. Der er udført dobbeltbestemmelser i alle prøver.

d. Fosfatanalyser efter P. Damsgaard-Sørensen. 1—3 g jord (på øjemål efter formodet fosfatindhold) fyldtes i en lille porcelænsdigel, tørredes ved  $100^{\circ}\text{C}$  og vejedes. Efter glødning i  $1\frac{1}{2}$  time ved  $600^{\circ}\text{C}$  i elektrisk ovn overførtes jorden i en 300 ml kolbe og der tilsattes 200 ml 0,2 n svovlsyre. Rystning i 2 timer og filtrering. I filtratet måltet fosfatindholdet kolorimetrisk som molybdænblåt efter Truog og Meyers modifikation af Denigès metode. Målingen af den blå farve blev foretaget med et fotoelektrisk kolorimeter. Som regel er der kun udført enkeltbestemmelse af fosfat i hver jordprøve. — Dog er der foretaget fornyet analyse i de tilfælde, hvor en prøve gav et resultat, som var i dårlig overensstemmelse med fosfatindholdet i de over- og underliggende jordlag. Indledningsvis blev der udført dobbeltbestemmelser i 56 jordprøver og på grundlag af differencerne mellem resultaterne af disse er middelfejlen på een bestemmelse beregnet til 3,4 pct. af den foreliggende mængde. Andre undersøgelser viser, at hovedparten af denne ret store usikkerhed skyldes prøveudtagningen (prøverne er kun 1—3 g) medens målingen af fosfat i filtratet kan udføres med større nøjagtighed — ca. 1 pct. middelfejl.

Analyseresultaterne er beregnet som P i jordtørstof og angives som milliontedele — p.p.m. = mg pr. kg jord. (437 p.p.m. P = 0,1 pct.  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Ved den anvendte analysemetode tilsigtes at bestemme jordens totale fosfatindhold, men det er tvivlsomt, om alt fosfat i apatitkrystaller og i silikatforbindelse vil blive opløst i 0,2 n syre. Da disse forbindelser kun udgør en lille part af det samlede fosfatindhold og dertil er så tungt omsætteligt, at de praktisk taget aldrig bliver tilgængelige for planterne, kan der ses bort derfra.

## II. Analyseresultater.

For at fremme overskueligheden er det forelagte materiale — 40 jordprofiler — inddelt i grupper efter jordtyper. Foruden det forelagte materiale er der udført undersøgelser af enkelte andre profiler, men af forskellige grunde (skovjord, stærkt afvigende jordtyper) er disse udskudt.

Tabel 1. Lerjord og lermuld med lerundergrund.

| Dybde i cm                 | Profil m |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                            | 1        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| Fosfatindhold, p. p. m. P. |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0—20.....                  | 416      | 458 | 351 | 371 | 458 | 306 | 368 | 386 | 463 | 328 | 724 | 500 |
| 20—40.....                 | 326      | 306 | 232 | 138 | 371 | 205 | 84  | 46  | 57  | 129 | 491 | 479 |
| 40—60.....                 | 420      | 393 | 194 | 146 | 186 | 135 | 62  | 31  | 35  | 80  | 280 | 459 |
| 60—80.....                 | 437      | 346 | 282 | 246 | 202 | 131 | 75  | 38  | 61  | 87  | 215 | 401 |
| 80—100.....                | 453      | 332 | 331 | 340 | 240 | 105 | 207 | 70  | 96  | 105 | 228 | 306 |
| 100—120.....               | 439      | 313 | 452 | 361 | 302 | 223 | 416 | 140 | 140 | 147 | 247 | 177 |
| 120—140.....               | 428      | 319 | 490 | 363 | 371 | 354 | 310 | 200 | 188 | 157 | 233 | 181 |
| 140—160.....               | 455      | 316 | 433 | 360 | 382 | 384 | 314 | 312 | 262 | 202 | 236 | 291 |
| 160—180.....               | 447      | 309 | 443 | 368 | 407 | 363 | 316 | 324 | 314 | 255 | 189 | 380 |
| 180—200.....               | 438      | 304 | —   | 370 | 413 | 345 | 641 | 375 | 306 | 275 | 298 | 378 |
| Reaktionstal, pH.          |          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0—20.....                  | 7.9      | 7.2 | 5.9 | 6.5 | 7.2 | 6.9 | 7.3 | 7.4 | 5.6 | 7.1 | 6.2 | 7.6 |
| 20—40.....                 | 8.1      | 7.4 | 5.7 | 6.2 | 6.1 | 6.4 | 7.5 | 4.5 | 4.8 | 6.0 | 6.7 | 7.5 |
| 40—60.....                 | 8.0      | 8.1 | 6.5 | 6.8 | 6.9 | 6.5 | 7.5 | 4.5 | 4.8 | 5.2 | 6.8 | 7.6 |
| 60—80.....                 | 7.7      | 8.4 | 6.6 | 7.4 | 7.3 | 6.6 | 7.7 | 4.6 | 4.8 | 5.2 | 6.6 | 7.7 |
| 80—100.....                | 7.7      | 8.4 | 8.1 | 8.2 | 7.6 | 6.9 | 8.1 | 4.7 | 4.7 | 5.0 | 6.0 | 7.7 |
| 100—120.....               | 7.4      | 8.6 | 8.5 | 7.9 | 8.3 | 7.7 | 8.2 | 4.5 | 4.7 | 5.3 | 5.6 | 7.5 |
| 120—140.....               | 7.5      | 8.4 | 8.6 | 7.8 | 8.1 | 7.7 | 8.3 | 4.7 | 6.2 | 5.8 | 5.6 | 7.3 |
| 140—160.....               | 7.5      | 8.4 | 8.7 | 7.9 | 8.4 | 8.2 | 8.4 | 5.2 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | 7.5 |
| 160—180.....               | 7.6      | 8.4 | 8.7 | 8.1 | 8.5 | 8.3 | 8.4 | 6.2 | 6.2 | 6.4 | 6.2 | 8.3 |
| 180—200.....               | 7.7      | 8.4 | —   | 8.3 | 8.6 | 8.2 | 7.9 | 6.4 | 6.0 | 6.5 | 6.3 | 8.3 |

a. Lerjord og lermuld med lerundergrund. I tabel 1 er vist resultaterne af analyser i 12 profiler, der kan betegnes som lerholdige jorder med lerundergrund. Udtagningssted og beskrivelse af disse profiler var følgende: (Hvor intet andet er nævnt, er prøverne taget i agerjord).

1. *Seest teglværk*, 30—40 cm brun, humusfattig lerjord og derunder gråt til hvidligt teglværksler.

2. Mark ved hovedvej 1 ca. 1 km vest for *Nyborg*. Pløjelaget lerjord med noget muldindhold, derunder ca. 40 cm brunligt, sprækkedelt ler. Resten af profilen tæt, gråbrunt ler med noget sandindhold og kalkpartikler.

3. *Borum*. Pløjelaget god lermuld, hvorunder der var 60 cm mørkt, sprækkedelt ler, medens resten af profilen var noget uensartet gråbrunt ler — mergel.

4. *Hvidovre*. 20 cm god lermuld + 20 cm muldholdigt ler hvilende på lyst, brunligt ler med noget sandindhold, enkelte kalkpartikler og sten.

5. *Herlev*. Samme beskrivelse som ovenstående. Begge disse profiler må betegnes som ualmindelig homogene.

6. *Askov forsøgsstation*, mark H. Pløjelaget er let lermuldet jord, derunder 80 cm af en hård, stenet sand- og lerblanding med lidt muld i de øverste 20—30 cm. Fra 1 til 2 m fedt, lysebrunt ler.

7. *Christiansminde ved Horsens*. 20—30 cm lermuld på en undergrund af brunligt ler, med noget sand og sten, samt et med dybden stigende kalkindhold. Fra 160—170 cm lys mergel.

8. Mark ved *Bastrup Skov* nær *Vamdrup*. Pløjelaget let lerjord. Fra 20 til 100 cm noget uensartet ler- og sandblanding og derunder gråligbrunt ler.

9. *Askov Teglværk*. Pløjelaget lerblandet sandmuld. 20—40 cm sand og lerblanding med noget muldindhold. 40—120 cm lyst ler med sandindhold og derunder brunligt ler.

10. *Bastrup ved Vamdrup*. Pløjelaget let lermuld og den øvrige profil — udgravet til 3 m — var uensartet farvet, gråbrunt ler med nogle sten.

11. *Gedved*. Profilen gravet i en have. Ca. 40 cm god lermuld med en undergrund af ret uensartet, brunligt ler.

12. Mark ved landevejen til *Næstved* ca. 2 km syd for *Ringsted*. Overjorden var ualmindelig dyb, god lermuld i 40—60 cm dybde. Fra 60—160 cm brunligt ler med kalkpartikler derunder hvid mergel.

I tabellen er profilerne ordnet efter resultaterne af fosfatanalyserne. I de fleste af disse lerjorder er der i 20—100 cm dybde en zone med lavt indhold af fosfat, — og oftest lavt pH. I de to første profiler: 1. Seest og 2. Nyborg er denne minimumzone lille —

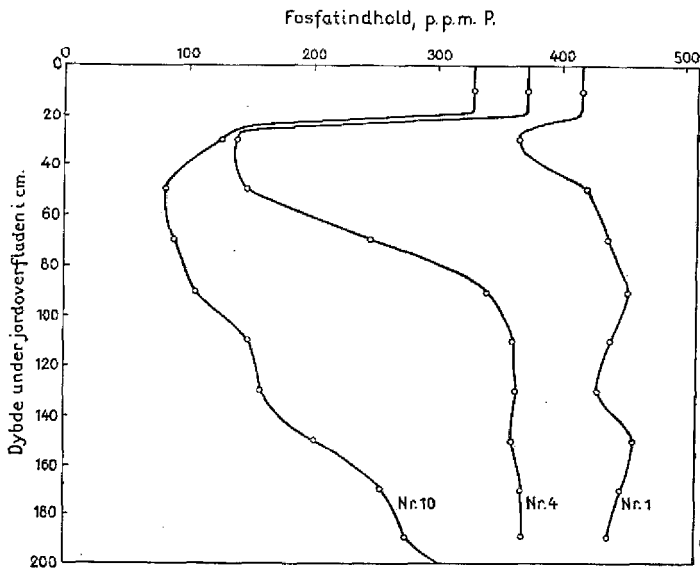


Fig. 1. Variationen i fosfatindhold ned gennem 3 lerjordsprofiler. Med fosfatindholdet som abscisse og dybden under jordoverfladen som ordinat er de fundne analyse-resultater indtegnet midt i det jordlag, som jordprøven repræsenterer. Indenfor hver profil er disse punkter forbundet med en frihåndskurve, idet der er regnet med, at fosfatindholdet er ens gennem hele pløjelaget og ellers jævnt af- eller tiltagende.

omfatter kun intervallet 20—40 cm, — men ned gennem rækken af profiler indtil nr. 10 forøges denne minimumzone. For fosfatindholdets vedkommende er dette søgt demonstreret i fig. 1, der omfatter profilerne nr. 1, 4 og 10. For nr. 10, Bastrup, kan nævnes, at der er foretaget analysering ned til 280 cm med det resultat, at indholdet af fosfat såvel som pH stiger fortsat i dybden — til 366 p.p.m. P. og pH til 8,3. For profil 11, Gedved, ses en sådan minimumzone ikke, fosfatindholdet falder meget stærkt fra overfladen til 60 cm dybde for derefter at være ret konstant. — Profilen svarer i nogen grad til de senere omtalte profiler 14 og 15. Den sidstnævnte profil, 12, Ringsted, er bemærkelsesværdig, fordi der her var et usædvanligt dybt muldholdigt lag og ved at minimumzonen for fosfat ligger meget dybt — 100—140 cm. I pH er der kun et utydeligt minimum i samme dybde.

I flere af profilerne synes der at være et sammenhæng imellem fosfatindhold og pH i de forskellige lag, idet minimumzonen for fosfatindhold ofte falder sammen med minimum i pH. Dette er for

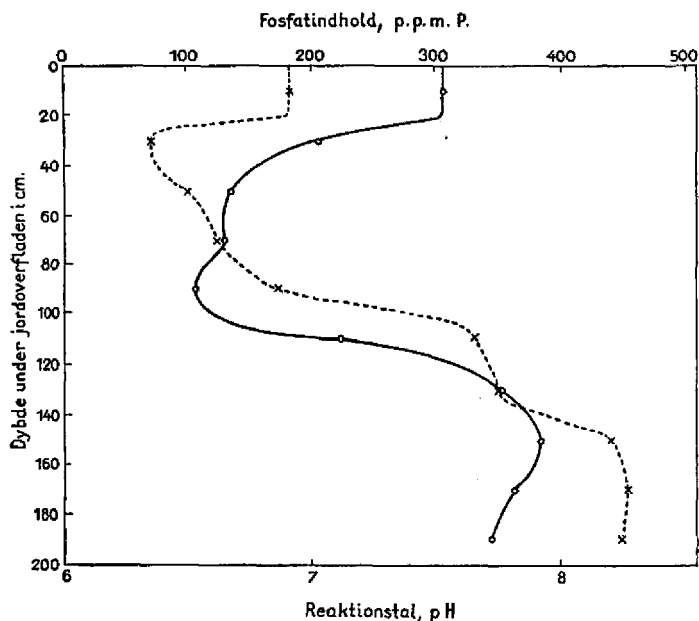


Fig. 2. Fosfatindhold og reaktionstal i de forskellige lag i en lerjordsprofil — nr. 6, Askov forsøgsstation — vist på tilsvarende måde som i fig. 1. Fosfatindhold tegnet med fuld streg, pH med punkteret streg.

profil 6, Askov, demonstreret i fig. 2, der viser såvel fosfatindhold som pH. Dette spørgsmål vil iøvrigt blive omtalt senere.

b. Sandmuldede jorder med lerundergrund. Af de 6 profiler, som er henført til denne gruppe, stammer de 5 fra Askov og har en del lighedspunkter med forannævnte profiler 6 og 9. Disse 7 profiler er taget indenfor en trekant med 2 km kantlængde.

13. *Askov Dalgaard*, syd for *Askov* har ca. 30 cm lerblandet sandmuld og derunder noget uensartet, magert, lyst ler.

14. *Askov forsøgsstation*, mark G. 40 cm god sandblandet lermuld og fra 40—80 cm sten- og sandblandet ler. I 1—2 m's dybde lyst ler.

15. Mark ved *Forsøgsmøllen*, *Askov*, har 20—30 cm god, mørk sandmuld og derunder ned til 80 cm gulbrunt sand med sten. Fra 80—160 cm stenet sand- og lerblanding.

16. *Forsøgsstationens sandmark* vest for *Askov* by. 20 cm let sandmuld hvilende på ca. 40 cm rødbrunt sand og derunder sand- og lerblanding, med i dybden tiltagende lerindhold.

17. Have i vestsiden af *Askov* by. Overjorden god, mørk sandmuld med undergrund — 20—40 cm — af lys sandmuld. Fra 40—60 cm lyst sand med et 5—10 cm tykt lag af rustfarvet sand — løs al —. Derunder sand- og lerblanding.

Jordtypen omkring Askov by og forsøgsstation kan samlet beskrives således: Fra lerjordsområdet mod øst og nord (profil 6 og 9) går jorden gradvis (profil 13, 14 og 15) over til rene sandjorder (profil 16 og 17) vest og syd for byen, idet laget af sandmuld over leret tiltager i tykkelse fra øst mod vest. Ifølge et kort fra 1793 er profilerne 14, 15, 16 og 17 taget i de fra gammel tid dyrkede bymarker, medens profilerne 6, 9 og 13 er fra marker opdyrket efter 1800.

Tabel 2. Sandmuld og lerbl. sandjord med lerundergrund.

| Dybde i cm   | Fosfatindhold, p. p. m. P. |     |     |     |     |     | Reaktion, pH. |     |     |     |     |     |
|--------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | 13                         | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 13            | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
| 0—20.....    | 398                        | 690 | 765 | 577 | 505 | 280 | 5.7           | 6.2 | 5.8 | 5.9 | 7.1 | 6.2 |
| 20—40.....   | 345                        | 598 | 700 | 450 | 374 | 146 | 5.5           | 6.4 | 6.0 | 5.9 | 7.0 | 5.9 |
| 40—60.....   | 135                        | 393 | 672 | 393 | 439 | 80  | 5.0           | 6.3 | 6.0 | 5.2 | 6.7 | 5.0 |
| 60—80.....   | 65                         | 118 | 401 | 153 | 68  | 57  | 4.7           | 6.1 | 5.8 | 4.1 | 5.5 | 4.8 |
| 80—100.....  | 114                        | 126 | 119 | 122 | 74  | 75  | 4.8           | 5.4 | 5.0 | 4.1 | 4.8 | 4.9 |
| 100—120..... | 128                        | 135 | 107 | 218 | 77  | 151 | 4.7           | 4.4 | 4.8 | 5.1 | 4.4 | 4.9 |
| 120—140..... | 156                        | 153 | 101 | 240 | 102 | 202 | 4.7           | 4.4 | 5.0 | 5.2 | 4.4 | 4.9 |
| 140—160..... | 157                        | 175 | 112 | 140 | 126 | 312 | 4.9           | 4.7 | 5.1 | 5.1 | 4.7 | 4.8 |
| 160—180..... | 185                        | 152 | —   | 131 | 113 | 365 | 4.9           | 4.7 | —   | 5.1 | 4.8 | 5.5 |
| 180—200..... | 232                        | 152 | —   | —   | —   | 364 | 5.1           | 4.7 | —   | —   | —   | 8.1 |

Den sidste profil, nr. 18, er fra *Rebelsig Teglværk* nær *Vejrup*. Under ca. 20 cm mørk sandmuld var der lyst sand i indtil 100 cm dybde. Derunder ca. 40 cm af skiftevis lag af ler og sand og fra ca. 150 cm gråt teglværksler.

Analyseresultaterne er opført i tabel 2, og for profil 14 er resultaterne demonstreret i fig. 3.

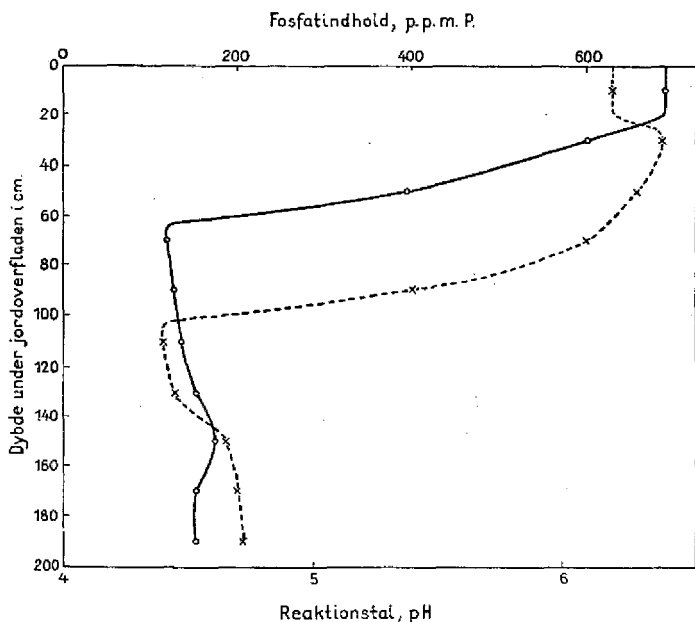


Fig. 3. Fosfatindholdets og reaktionstallenes variation i en sandmullet jord med lerundergrund, profil 14, Askov forsøgsstation. Fosfatindhold fuld streg, pH punkteret.

I profilerne 13 og 18 finder man i nogen grad den for mange lerjorde karakteristiske minimumzone i fosfatindhold og pH i 40—100 cm dybde. Nogen sådan er derimod ikke tydelig i de 4 profiler omkring Askov by — nr. 14—17. Her er et dybt lag (60—80 cm) med højt fosfatindhold og pH omkring 6 og derunder ret lavt fosfatindhold og lav reaktion. Da overgangen fra højt fosfatindhold til lavt indhold ikke falder helt sammen med overgangen fra sand til ler (i et par andre profiler end de her anførte fra forsøgsstationens sandmark er der 20—40 cm fosfatfattigt sand mellem det øvre fosfatrige sand og det underliggende lerlag), kan forskellen i

fosfatindhold ikke henføres til geologisk forskel. Det fosfatrige overlag skyldes antagelig, at disse 4 profiler er taget i arealer tæt om en gammel landsby.

c. Profiler med uregelmæssig fordeling af ler, sand og grus. I tabel 3 er opført analyseresultaterne fra 6 profiler, der med undtagelse af nr. 19, Brørup, er taget i det østjydske bakkeområde og skulle tjene til at vise fosfatindholdet i de ofte meget uregelmæssige profiler i endemorænen.

Tabel 3. Profiler med uregelmæssig fordeling af ler, sand og grus.

| Dybde i cm   | Fosfatindhold, p. p. m. P. |     |     |     |     |     | Reaktion, pH. |     |     |     |     |     |
|--------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | 19                         | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 19            | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 0—20.....    | 551                        | 396 | 533 | 190 | 556 | 381 | 7.4           | 7.1 | 6.9 | 5.5 | 7.1 | 6.8 |
| 20—40.....   | 180                        | 74  | 303 | 161 | 505 | 350 | 7.2           | 5.8 | 7.2 | 5.7 | 6.9 | 6.9 |
| 40—60.....   | 146                        | 80  | 304 | 153 | 394 | 260 | 6.6           | 4.8 | 6.6 | 6.1 | 6.2 | 8.2 |
| 60—80.....   | 186                        | 81  | 271 | 206 | 206 | 238 | 5.1           | 4.9 | 6.8 | 5.9 | 5.3 | 7.2 |
| 80—100.....  | 198                        | 102 | 259 | 138 | 170 | 140 | 4.7           | 5.0 | 6.8 | 6.1 | 5.2 | 8.1 |
| 100—120..... | 219                        | 92  | 204 | 85  | 183 | 119 | 4.5           | 5.1 | 6.5 | 6.3 | 5.5 | 7.9 |
| 120—140..... | 276                        | 91  | 296 | 51  | 119 | 101 | 4.4           | 5.1 | 6.6 | 6.4 | 5.9 | 7.8 |
| 140—160..... | 215                        | 130 | 287 | 63  | 119 | 100 | 4.4           | 5.4 | 6.3 | 6.4 | 5.7 | 8.0 |
| 160—180..... | 252                        | 134 | 161 | 62  | —   | 97  | 4.5           | 5.7 | 4.9 | 6.3 | —   | 8.0 |
| 180—200..... | 345                        | 164 | 202 | 81  | —   | 100 | 4.9           | 5.8 | 5.4 | 5.5 | —   | 7.9 |

I tabellen er profilerne ordnet efter lerindhold, således at nr. 19 og 20 nærmer sig lerjord, medens nr. 24 nærmest er en sandjord. Profilerne blev beskrevet således.

19. Have ved *Brørup*. Overjorden god, lerblandet sandmuld og derunder fra 20 til 40 cm gråt, lerblandet sand. Fra 40 til 280 cm bestod profilen af uregelmæssig farvet ler, med sand og gruspartier — eller striber.

20. *Gudse*. Under 20—30 cm lermuld var undergrunden brunligt, magert ler med sten og striber af sand.

21. *Stokkerhoved*. 0—20 cm sandblandet lermuld, derunder ler- og sandblanding, hvori sandindholdet steg med dybden. Fra 160 cm sand og grus.

22. *Bølling*. Tyndt lag af sandmuld og derunder brunligt, fint sand med noget lerindhold. Fra 1 m jævn overgang til gulligt, groft sand.

23. *Haldum*. 20 cm mørk, lerblandet sandmuld. Fra 20—100 cm mørkt, lerblandet sand med sten. Under 1 m gulrødt grus.

24. *Hvilested*. 10—15 cm sandmuld og derunder til 80 cm mørkebrunt grus med sten. 80—140 cm groft, gulbrunt sand og derunder fint, gulligt sand, med lidt lerindblanding. Profil 22 og 24 er taget i permanente græsgange, som sandsynligvis aldrig har været dyrkede — intet skel mellem pløjelaget og undergrund og arealerne er overordentligt bakkede.

Indholdet af fosfat og delvis også reaktionstallene viser ret uregelmæssige forløb gennem profilerne. Dog er fosfatindholdet i prøver betegnet som sand og grus ofte lavt — nr. 21 dog undtaget. I profil 19 er der et minimum i fosfat, men ikke i pH i 40—60 cm dybde. Prøven taget i 180—200 cm dybde har højt fosfatindhold — 345 p.p.m. P., men prøver taget fra 200—280 cm havde følgende Indhold: 278, 270, 252 og 245 med pH fra 5,0—5,3.

Tabel 4. Midtjydske sandjorde.

| Dybde i cm   | Fosfatindhold, p. p. m. P. |     |     |     |     |     | Reaktion, pH. |     |     |     |     |     |
|--------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | 25                         | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 25            | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| 0—20.....    | 403                        | 262 | 218 | 105 | 177 | 164 | 6.9           | 4.9 | 5.7 | 6.3 | 6.3 | 5.4 |
| 20—40.....   | 311                        | 122 | 205 | 323 | 181 | 74  | 6.9           | 5.2 | 4.9 | 5.7 | 5.1 | 4.9 |
| 40—60.....   | 205                        | 127 | 122 | 61  | 114 | 39  | 6.9           | 5.4 | 5.1 | 5.6 | 5.5 | 4.9 |
| 60—80.....   | 170                        | 105 | 95  | 44  | 105 | 114 | 6.9           | 5.3 | 5.6 | 5.7 | 5.5 | 5.2 |
| 80—100.....  | 187                        | 96  | 90  | 44  | 85  | 87  | 6.7           | 5.4 | 5.8 | 5.7 | 6.1 | 5.8 |
| 100—120..... | 135                        | 74  | 102 | 39  | 84  | 63  | 6.7           | 5.5 | 5.8 | 5.9 | 5.9 | 5.9 |
| 120—140..... | 114                        | 79  | 63  | 35  | —   | 90  | 6.7           | 5.4 | 6.0 | 6.0 | —   | 5.8 |
| 140—160..... | 134                        | 66  | 90  | 31  | —   | 127 | 6.5           | 5.7 | 6.2 | 5.9 | —   | 5.9 |
| 160—180..... | 96                         | 87  | 68  | 22  | —   | —   | 6.7           | 5.9 | 6.3 | 5.8 | —   | —   |

d. Sandjorde fra flade midtjydske arealer. I tabel 4 er der vist analyseresultater fra 6 profiler fra dyrkede sandjordsarealer i Midtjylland. Beskrivelsen af disse var:

25. *Lundgaard forsøgsstation*. 20 cm let sandmuld og derunder rødbrunt, groft sand.

26. Mark ved *Vejen*. Pløjelaget let, lys sandmuld og derunder rødligt, groft sand, der blev noget grovere med dybden — fra 150 cm betegnet som grus.

27. *Jyndeved forsøgsstation*. 0—20 cm mørk sandmuld, 20—40 cm rødbrunt sand, 40—80 cm lidt grovere, rødgult sand og derunder gulligt sand.

28. *Læborg*. Under pløjelaget af meget let, lys sandjord fandtes et 10—20 cm løst allag, der dog på enkelte steder dannede fast sammenhængende, flade klumper. Under dette lag bestod profilen af lysegult, vandret, stribet sand med lag af forskellig kornstørrelse — tydeligt afsat i vand. Fra 2—3 m var fosfatindholdet kun 13 p. p. m. P og pH 6,1.

29. Mark syd for *Grindsted* (ca. 100 m derfra er profil 36 taget i hede). Ca. 30 cm sortsand og derunder 5—8 cm mørk al. Under allaget groft, gulligt sand.

30. *Firehuse ved Frederiks*. Mark omgivet af hede. 20 cm lys sandjord. Fra 20—40 cm brunrødt sand — igen tydelig aldannelse — og derunder rødligt sand.

Efter C. H. Bornebusch og K. Milther's jordbundskort over Danmark, 1935, må disse arealer undtagen 28, Læborg, henføres til hedesand og de er også efter udseende og beliggenhed tydelige hedesletter.

I profil 25, Lundgaard, er der et ret højt fosfatindhold i pløjelaget og dette aftager jævnt ned gennem profilen — samtidig aftager pH fra 6,9—6,5. I de øvrige 5 profiler er fosfatindholdet meget moderat i pløjelaget og oftest meget lavt under 40—60 cm.

For profil 28 og 29, hvor der var et tydeligt allag, er fosfatindholdet højest i dette lag.

Tabel 5. Hedeprofiler.

| Dybde i cm                 | Diluvialsand |     |     |     |     | Hedesand |     |     |     |     |
|----------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|
|                            | 31           | 32  | 33  | 34  | 35  | 36       | 37  | 38  | 39  | 40  |
| Fosfatindhold, p. p. m. P. |              |     |     |     |     |          |     |     |     |     |
| 0—20.....                  | 101          | 249 | 68  | 87  | 121 | 103      | 93  | 79  | 120 | 58  |
|                            |              | 28  |     |     | 31  |          |     |     |     | 12  |
| 20—40.....                 | 96           | 172 | 89  | 104 | 113 | 207      | 97  | 102 | 175 | 85  |
| 40—60.....                 | 84           | 77  | 44  | 74  | 186 | 81       | 50  | 61  | 55  | 58  |
| 60—80.....                 | 83           | 65  | 36  | 67  | 33  | 67       | 48  | 52  | 50  | 48  |
| 80—100.....                | 98           | 60  | 91  | 54  | 26  | 66       | 61  | 46  | 49  | 50  |
| 100—120.....               | 96           | 37  | —   | 39  | 26  | 69       | 47  | 42  | —   | 32  |
| Reaktion, pH.              |              |     |     |     |     |          |     |     |     |     |
| 0—20.....                  | 4.0          | 4.2 | 4.4 | 4.7 | 3.9 | 4.2      | 5.0 | 4.3 | 4.3 | 3.7 |
|                            |              | 4.5 |     |     | 4.1 |          |     |     |     | 4.8 |
| 20—40.....                 | 4.3          | 4.4 | 4.8 | 4.9 | 4.0 | 4.4      | 5.1 | 4.5 | 4.4 | 4.2 |
| 40—60.....                 | 4.8          | 5.0 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 5.2      | 5.7 | 5.4 | 5.8 | 5.5 |
| 60—80.....                 | 5.3          | 5.3 | 5.6 | 5.2 | 5.7 | 5.2      | 6.1 | 6.0 | 5.8 | 6.0 |
| 80—100.....                | 5.9          | 5.3 | 5.5 | 5.3 | 5.5 | 5.3      | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 6.0 |
| 100—120.....               | 5.9          | 5.3 | —   | 5.4 | 5.4 | 5.3      | 6.2 | 6.3 | —   | 6.3 |

e. Hedeprofiler. I tabel 5 er meddelt analyseresultaterne fra 10 profiler, gravede i dyrkede heder på følgende steder:

Nr. 31 *Borris Nørrehede*, nr. 32 *Tiim*, nord for Ringkøbing, nr. 33 *Lem Østerhede*, nr. 34 *Kelderbakker* ved *Lem*, nr. 35 *Risbøl Hede* mellem *Hegnsvig* og *Holsted*, alle 5 beliggende på diluvialsandsområder, hvorimod de 5 følgende alle er taget i hedesletter. Nr. 36 syd for *Grindsted*, nr. 37 nord for *Grindsted*, ved *Hedebrugets* opdykningsforsøg. Nr. 38 *Sdr. Omme*, nr. 39 *Dyrvig Hede* ved *Hoven* og nr. 40 *Tarm Østerhede*.

I profil 32, 35 og 40 var podsoleringen meget tydelig, og der blev i de øverste 40 cm taget 3 prøver, henholdsvis af lyngtørven, blegsandet og allaget. For profil 36, 37, 38 og 39 omfatter den øverste prøve — 0—20 cm — lyngtørv + blegsand og prøven 20—40 cm indeholder allaget. 3 profiler på diluvialsand, nr. 31, 33 og

35 havde ikke noget tydeligt allag. I tabel 4 og 5 er fosfatanalyser fra prøver indeholdende tydeligt allag sat med kursiv.

Kun i profil 31, Borris, og 33, Lem, fandtes der sten, i de øvrige profiler var der under allaget stenfrit sand af forskellig farve.

Med undtagelse af 32, Tiim, er fosfatindholdet i lyngtørven meget ringe, men denne og Risbøl Hede har også en særdeles kraftig lyngvegetation. I modsætning hertil er Tarm Østerhede — profil 40 — en usædvanlig fattig hede at dømme efter vegetationen, og fosfatindholdet i lyngtørven og blegsandet er også meget lavt.

I de profiler, hvor der er et tydeligt allag, er fosfatindholdet i dette fremtrædende højt. Under allaget er fosfatindholdet oftest meget lavt.

Reaktionen er lavest i lyngtørven og stiger ned gennem profilen.

### III. Sammendrag og diskussion.

På grundlag af samtlige 40 profiler kan man fremdrage følgende forhold. Indholdet af fosfat varierer ofte stærkt ned gennem jordlagene, således at det er umuligt ud fra pløjelagets indhold at slutte nogetsomhelst om de nærmest underliggende eller de dybere-liggende lags indhold. Det samme gælder jordlagenes reaktion.

Derfor vil der i mange tilfælde ved fosfat- eller kalkforsøg være grund til ikke alene at foretage jordbundsanalyser i pløjelaget, men også i undergrunden ned til 60—80 cm dybde, idet undergrundens indhold af fosfat eller kalk muligvis kan påvirke afgrødernes udbytte og derved give uklarhed i forholdet mellem forsøgsresultater og jordbundsanalyserne fra pløjelaget.

Ligeledes vil det ved systematiske jordbundsundersøgelser over store samlede arealer være på sin plads at foretage analyser i enkelte prøver fra undergrunden ned til 80 cm, idet ekstrem rig eller fattig undergrund kan foranledige, at der må anvendes en nogen anden gødskningsplan, end man ville angive efter overgrundsanalyser alene.

Selvfølgelig er det foreliggende materiale alt for lille til at sige noget generelt om de forskellige jordtypers fosfatindhold. Dog kan siges, at der på lerjord kan være et anseeligt fosfatindhold i undergrunden, medens der ikke er truffet på jyske sandjorder

med betydeligt fosfatindhold ned gennem profilen. De undersøgte hedejorder, må med en enkelt undtagelse betegnes som meget fosfatfattige.

Årsagerne til det forskellige fosfatindhold fra jordtype til jordtype og ned gennem jordlagene i de enkelte profiler kan være: 1. jordens oprindelige indhold, 2. udvaskningen med gennemsivningsvand, 3. afgrødernes fjernelse af fosfat, 4. tilførsel i gødning.

Når man i mange lerjorder finder ret højt fosfatindhold i undergrunden, tør man vist gå ud fra, at der her ofte har været et betydeligt fosfatindhold fra naturens side. Analyser af ler og mergel fra nogle dybe teglgrave og mergellejer har givet følgende resultater:

|                                 |                     |   |
|---------------------------------|---------------------|---|
| Mergel fra Københoved.....      | 280—400 p. p. m. P. |   |
| » » Søvind.....                 | 668                 | » |
| » » Klaabygaard.....            | 319                 | » |
| » » Filskov.....                | 320                 | » |
| » » Damhuså.....                | 410                 | » |
| Yoldialer fra Kinderup.....     | 320                 | » |
| Teglværksler fra Knabstrup..... | 550 og 600          | » |

På baggrund af, at de eruptive bjergarter indeholder betydelige fosfatmængder — 1200 p.p.m. P. i gens. —, er det overordentlig sandsynligt, at kalkrige forvittringsjorder, der ikke har været udsat for stærk udvaskning, er relativt fosfatrige.

Derimod tyder det meget lave indhold af fosfat i undergrunden fra de midtjydske sand- og hede profiler på, at disse jorder ved deres aflejring har været fosfatfattige.

Som tidligere nævnt, er der i flere af lerjordsprofilerne en vis overensstemmelse mellem fosfatindhold og reaktion, idet minimum i fosfatindhold og pH er sammenfaldende. Hvis man betragter det samlede analysemateriale under et, finder man et vist sammenhæng mellem fosfatindhold og pH. Ved lav reaktion — under 5 — forekommer der ikke noget tilfælde med højt fosfatindhold. Alle prøver med denne reaktion har lavt eller middelhøjt fosfatindhold. Med stigende reaktionstal stiger den øvre grænse for fosfatindholdet, men selv ved høje reaktionstal forekommer jorder med lavt fosfatindhold. Grunden til dette forhold må antages at være, at fosfatet udvaskes lettere af jord med sur reaktion end ved neutral reaktion, således at en reaktion over 6 er en nødvendig betingelse for, at jorden kan bevare et højt fosfatindhold. Dette gælder specielt for undergrunden. I humusrig

overfladejord, hvor en stor part ( $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ) af fosfatet findes som organiske fosfater, er forholdet noget anderledes. I hedejord med stærk podsolering er fosfatet for en del udvasket fra den sure lyngtørv og blegsandet, men udfældet igen i allaget. (Se Sante Mattson's publikationer herom).

Da mange af de dyrkede planter har rødder ned i 50—60 cm dybde, må man antage, at der stadig føres fosfat op fra undergrunden og at det enten fjernes fra jorden eller som planterester forbliver i pløjelaget.

Når der i flere lerjorde ses et tydeligt minimum i fosfatindhold i 40—100 cm dybde, skyldes dette antagelig både udvaskning og planternes optagelse af fosfat.

Endelig har gødskningen utvivlsomt medvirket til en forøgelse af fosfatindholdet i pløjelaget. Da 200 kg superfosfat pr. ha kun svarer til 6 p. p. m. P i pløjelaget og da tilførsel af staldgødning oftest kun er en erstatning for fjernelse af afgrøder, forstås det, at det kun er på arealer, der enten er gødet gennem århundrede eller også meget intensivt, at gødskningen kan have foranlediget en tydelig ændring af fosfatets fordeling i jordprofilen.

---