

Planter

## Arealer med overset fosforbehov: Forsøg og baggrund

I artiklen beskrives baggrunden for vejledning om identifikation af arealer med overset fosforbehov. Vejledningen baseres primært på resultater fra 32 nye landsforsøg udført 2020-2022, men også resultater fra tidligere udførte landsforsøg er inddraget.

Viden om

### Hvad er et overset fosforbehov?

Et overset fosforbehov er et behov for fosfor, som ikke forventes ud fra jordens fosfortal. Det vil sige, at tilførsel af fosfor resulterer i merudbytte, selvom der er høje fosfortal i marken. I kornafgrøder vil den anbefalede fosfortilførsel normalt kunne baseres på størrelsen af jordens fosfortal. Men på særlige risikoarealer er fosfortallet ikke retvisende.

Som eksempel kan nævnes en mark i Tylstrup i Vendsyssel med et højt fosfortal på 5,3, hvor et vårbygforsøg i 2020 gav et meget højt merudbytte på 14 hkg pr. ha for tildeling af 60 kg fosfor pr. ha.

Der er lavet et vejledningsmateriale for identifikation og gødskning af arealer med overset fosforbehov. Artiklen beskriver baggrunden for anbefalingerne vedrørende identifikation af arealerne. Se: [Arealer med overset fosforbehov: Vejledning om identifikation og gødskning](#).

### Projekt om arealer med overset fosforbehov 2020-2022

Som følge af en række eksempler fra landsforsøg, hvor der var påvist store merudbytter for fosfortilførsel ved høje fosfortal, blev der i 2020 igangsat et projekt i samarbejde med Aarhus Universitet, som har haft til formål at forbedre identifikation og karakteristik af arealer med overset fosforbehov.

Omdrejningspunktet i projektet har været 32 landsforsøg med fosfor til vårbyg udført i perioden 2020-2022, men der er i projektet også anvendt resultater og erfaringer fra tidligere udførte landsforsøg. Der er desuden i starten af projektet udført et litteraturstudie for at belyse potentielle årsager til overset behov (Pedersen et al. 2020).

### 32 landsforsøg med fosfor til vårbyg 2020-2022

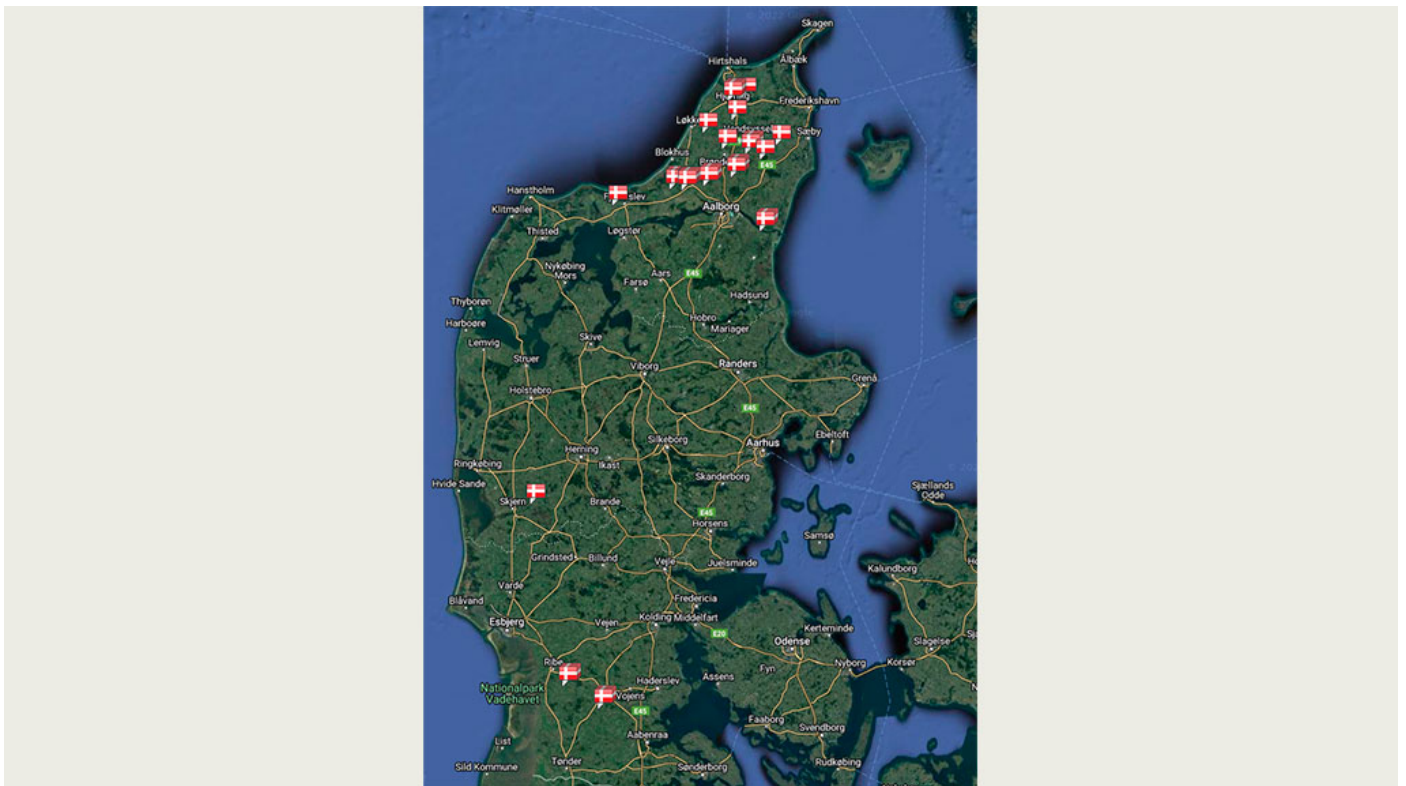
De 32 forsøg er udført som traditionelle landsforsøg, og i alle forsøg er indgået fem behandlinger: én behandling uden fosfortilførsel og fire behandlinger med fosfor placeret i form af tripelsuperfosfat (TSP) i forskellige doseringer: 7,5, 15, 30 og 60 kg fosfor pr. ha. Forsøgene er placeret målrettet på bestemte arealer og arealtyper, og resultater af forsøgene skal derfor ikke anses som repræsentative for landet.



## Placering af forsøgene

Størstedelen af de 32 forsøg er placeret i Nordjylland (27 stk.), mens fem forsøg har været placeret i henholdsvis Vest- og Sønderjylland. Se figur 1 for placering af forsøgene. Strategien for placering af forsøgene har overordnet set været fokuseret mod at bekræfte udbredelsen af overset fosforbehov samt at undersøge, om udbredelsen er særligt knyttet til den geologisk oprindelse, herunder specielt marine aflejringer. Strategien for placering har udviklet sig lidt gennem de 3 år:

- **2020:** Alle syv forsøg blev placeret i Nordjylland. Seks forsøg blev placeret så tæt som muligt på arealer, hvor der tidligere havde været observeret respons for fosfortildeling. Et enkelt forsøg blev placeret på et areal, hvor tidligere forsøg ikke viste fosforrespons.
- **2021:** 10 af 13 forsøg blev placeret i Nordjylland. Nogle af forsøgene blev igen placeret tæt på arealer med kendt fosforrespons, men flere forsøg blev også placeret mere "tilfældigt" på marine aflejringer. De sidste tre forsøg blev placeret i Vest- og Sønderjylland så tæt som muligt på arealer, hvor der i tidligere forsøg havde været observeret overset fosforbehov.
- **2022:** 10 forsøg blev placeret i Nordjylland og de to sidste i Sønderjylland. Strategien for placering mindede om 2021, men flere forsøg i Nordjylland blev placeret som par, som var geografiske tætte, men på arealer med forskellige geologisk oprindelse.



Figur 1. Placering af 32 forsøg med fosfor til vårbyg, 2020-2022. Flere flag oveni hinanden viser, at der har været flere forsøg på geografisk tætte arealer.

## Forsøgsomstændigheder

Forsøgene er generelt anlagt på arealer med moderate eller høje fosfortal, som har fået tildelt husdyrgødning gennem en længere årrække. Der er dog ikke tildelt husdyrgødning i forsøgsåret. Alle forsøg i Nordjylland er udført på finsandede jorde (JB 2 og 4), med undtagelse af to forsøg på lerjord (JB 6). Der er sigtet mod at ramme arealer, hvor reaktionstallet har været passende for jordtypen.

Nærmere beskrivelser af forsøg og forsøgsomstændigheder kan findes i Oversigt over Landsforsøgene 2020 samt Landsforsøgene 2021 og 2022.

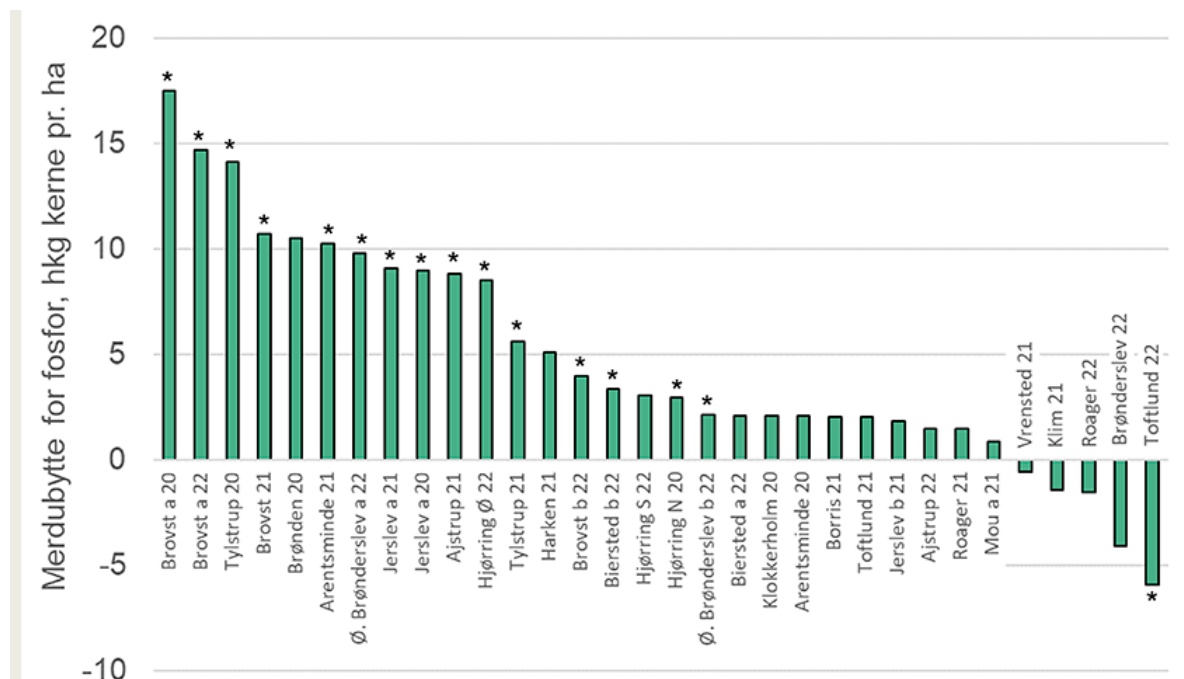
## Detaljerede karakteriseringer

Aarhus Universitet har lavet dybdegående karakteriseringer af jorden i forsøgene. Resultater heraf er afrapporteret i rapport (Pedersen og Rubæk 2022) sammen med mere detaljerede beskrivelser af forsøgene. Rapporten er endnu ikke publiceret, men rapporten indgår som grundlag for de resultater som beskrives i denne artikel.



## Merudbytter i forsøgene

Merudbyttet for 60 kg fosfor pr. ha har i gennemsnit af alle 32 forsøg været signifikant på 4,6 hkg pr. ha. Dette er på trods af et gennemsnitligt fosfortal på 5,4. Der er imidlertid en meget stor variation i merudbytterne mellem forsøgene, og i en stor del af forsøgene er opnået merudbytter på omkring 10 hkg pr. ha eller mere. Se figur 2. Til sammenligning kan nævnes, at det gennemsnitlige merudbytte for 30 kg fosfor pr. ha i 129 vårbygforsøg udført fra 1987-2017 var på 1,6 hkg (se tabel 2). Merudbytterne har altså generelt været på et højt niveau i de 32 forsøg fra 2020-2022.



Figur 2. Merudbytte for 60 kg fosfor pr. ha i 32 forsøg med fosfor til vårbyg. Hver søjle viser resultatet fra ét forsøg. En stjerne ved en søjle viser at merudbyttet er signifikant. Forsøgene 'Brovst a 20' og 'Brovst a 22' er udført på to forskellige steder i samme mark. Det samme gør sig gældende for 'Jerslev a 20' og 'Jerslev a 21'.

## Faktorer af betydning for overset fosforbehov

For at forbedre mulighederne for at identificere arealer med overset fosforbehov, er der lavet en undersøgelse af en lang række faktorer, som potentielt kan have en betydning for eller sammenhæng til overset fosforbehov. En del af dette har været de detaljerede karakteriseringer af forsøgsarealerne, som AU har udført og afrapporteret (Pedersen og Rubæk 2022). I dette afsnit beskrives kort de undersøgte faktorer, og de vigtigste resultater uddybes.

### Tabel 1. Oversigt over de undersøgte faktorer.

| Kategori                 | Undersøgte faktorer  | Kommentar   |
|--------------------------|--|---|
| Georegion                | Georegion Nordjylland vs. øvrige georegioner   |   |
| Jordart og landskabstype | Særligt fokus på at undersøge betydningen af marine aflejringer  |   |
| Jordkemi                 | Fosfortilgængelighedstests: Pt, P-CaCl <sub>2</sub> , P-vand, DGT-P Fosforbinding: Alox, Feox, Pox, bindingskapacitet, mætningsgrad, isotopombytteligt fosfor, indhold af kulstof. | Isotopombytteligt fosfor kun i udvalgte forsøg, resten i alle forsøg. |
| Jordfysik                | Bl.a. volumenvægt, vandholdende evne, penetreringsmodstand   | Undersøgt i udvalgte forsøg   |

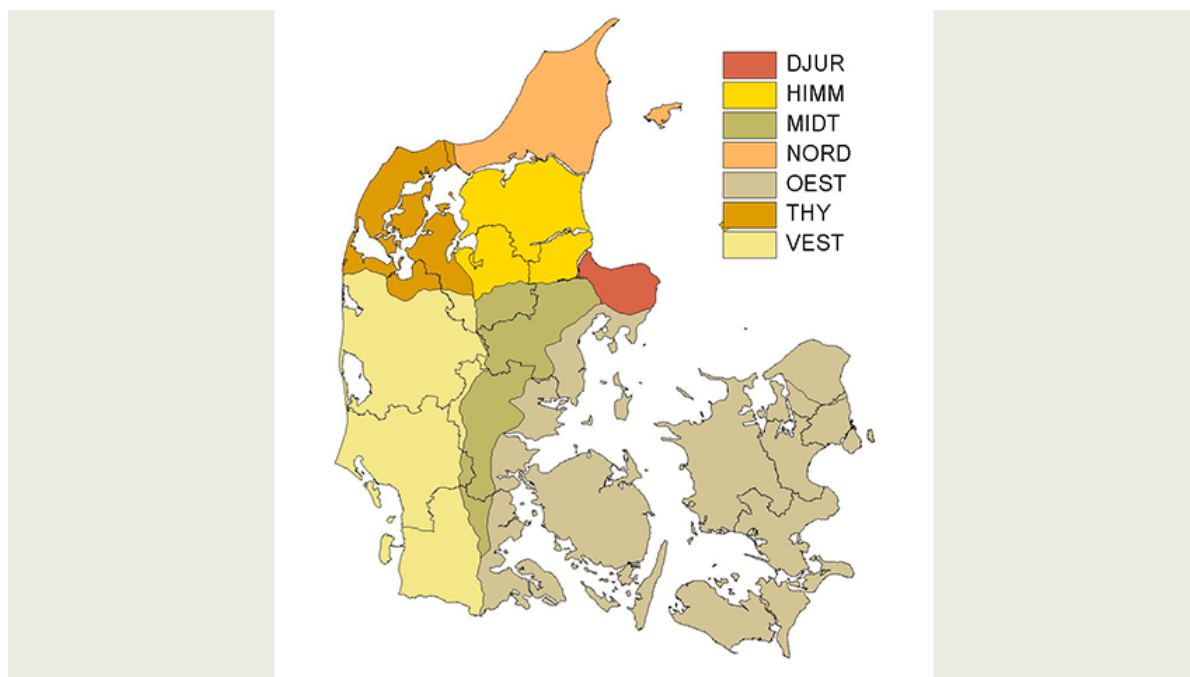


| Kategori           | Undersøgte faktorer   | Kommentar                            |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Tidlig rodvækst    | Rodvægt, total rodlængde, roddiameter ved 2-3-bladstadiet       | Undersøgt i udvalgte forsøg          |
| Klimatiske forhold | Jordtemperatur, variation mellem år, forskelle mellem landsdele | Jordtemperatur kun i udvalgte forsøg |

## Georegion

Georegionskortet (Aarhus Universitet) i figur 3 viser en opdeling af landet i 7 georegioner baseret på jordbund, geologi, landskabstype. Forsøgene har været fordelt på tre georegioner med størstedelen placeret i georegion Nordjylland, som også har klart det største gennemsnitlige merudbytte. Ingen af de seks forsøg uden for georegion Nordjylland har givet merudbytter, og det har således ikke været muligt at bekræfte overset fosforbehov med de relativt få forsøg, der er udført uden for Georegion Nordjylland.

De 32 forsøg udført i 2020-2022 har været begrænset til tre georegioner. En sammenstilling af 129 forsøg med vårbyg (udført 1987-2017, se afsnit længere nede), som er spredt ud over hele landet, viser imidlertid ikke indikationer af overset fosforbehov i øvrige georegioner. Dog er der eksempler ved enten lave eller høje reaktionstal.



| Georegion   | Antal forsøg | Gns. merudbytte for 60 kg P, hkg |
|-------------|--------------|----------------------------------|
| Nordjylland | 24           | 5,4                              |
| Himmerland  | 1            | 0,9                              |
| Vestjylland | 5            | -0,4                             |

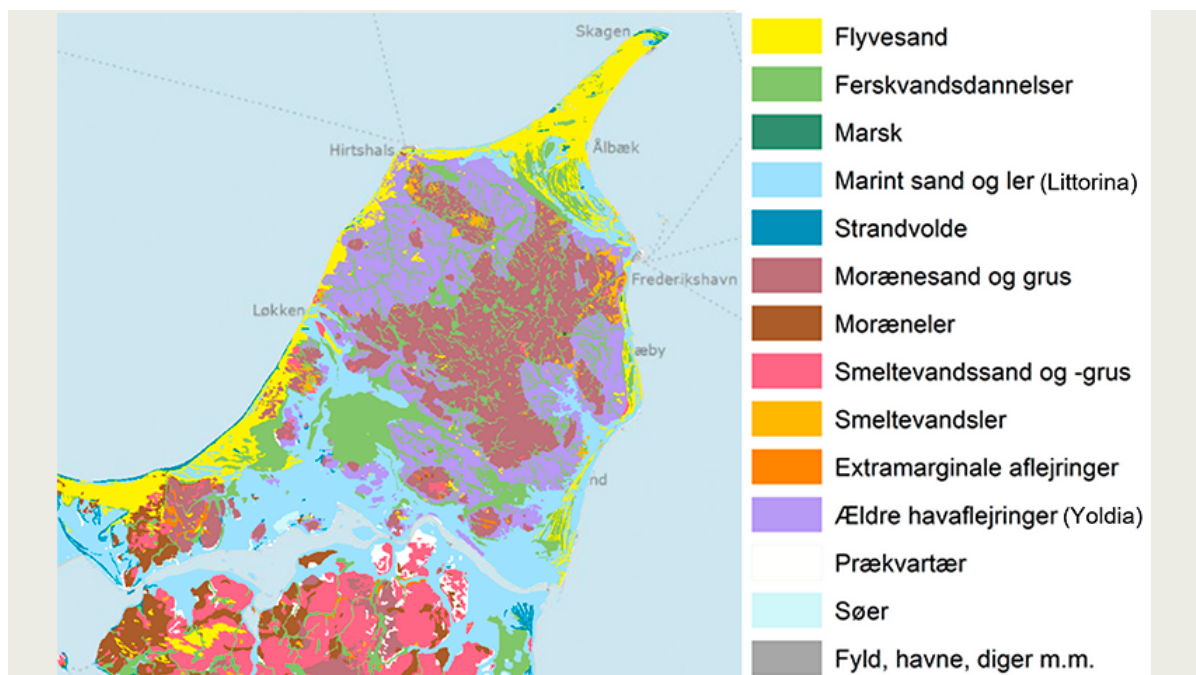
Figur 3. Georegionskort (Aarhus Universitet) (øverst) samt det gennemsnitlige merudbytte i forsøgene i georegionerne (nederst). Forsøg i samme mark indgår kun med resultaterne fra første forsøgsår i marken.

## Jordart og landskabstype

Som tidligere nævnt, har der været særligt fokus på at undersøge om overset fosforbehov er særligt knyttet til marine aflejringer. Det skyldes bl.a. en tidligere undersøgelse af 74 forsøg med efterårsgødskning af vinterhvede se: [Sammenstilling af 74 forsøg med efterårsgødskning af vintersæd](#), som viste at forsøg på marine aflejringer gav højere merudbytter for efterårstildelt fosfor end forsøg på andre arealer.

De nye forsøg viser imidlertid ikke gennemsnitligt højere merudbytter på marine aflejringer end på andre arealer i Nordjylland (morænesand og -grus). Se figur 4. Der er kun relativt få forsøg i gruppen af 'morænesand og -grus', men også et eksempel fra et par af forsøg anlagt i samme mark, peger på, at overset fosforbehov ikke nødvendigvis direkte er knyttet til marine aflejringer (se eksempel længere nede).

Forsøgene på den marine aflejringstype 'littorina' inkluderer tre forsøg i et inddæmmet område nordøst for Brovst, som har givet meget store merudbytter på gennemsnitligt 14 hkg pr. ha. Øvrige fem forsøg på littorina-aflejringer har givet et gennemsnitligt merudbytte på 3,2 hkg. Dette inkluderer et forsøg med et lavt reaktionstal på 5,2, som gav et højt merudbytte på 10 hkg. Merudbyttet var størst i den del af forsøget, som havde lavest Rt, og det vurderes, at lav Rt kan være årsagen til høje målte Pt/høje merudbytter. Uden dette forsøg og forsøgene i det inddæmmede område var det gennemsnitlige merudbytte på 1,8 hkg.



| Jordart  | Antal forsøg | Gns. merudbytte for 60 kg P, hkg |
|--|--------------|----------------------------------|
| Marine aflejringer · Yoldia · Littorina        | 20 12 8      | 4,8 4,1 5,9                      |
| Morænesand og -grus                            | 5            | 6,6                              |
| Andre sandjorde (alle i georegion Vestjylland) | 5            | -0,4                             |

Figur 4. Jordartskort for georegion Nordjylland (GEUS, 1:200.000) (øverst) og gennemsnitlige merudbytter ved forskellige jordarter (nederst). Marine aflejringer udgøres af de lilla områder (Yoldia) og de lyseblå områder (littorina).

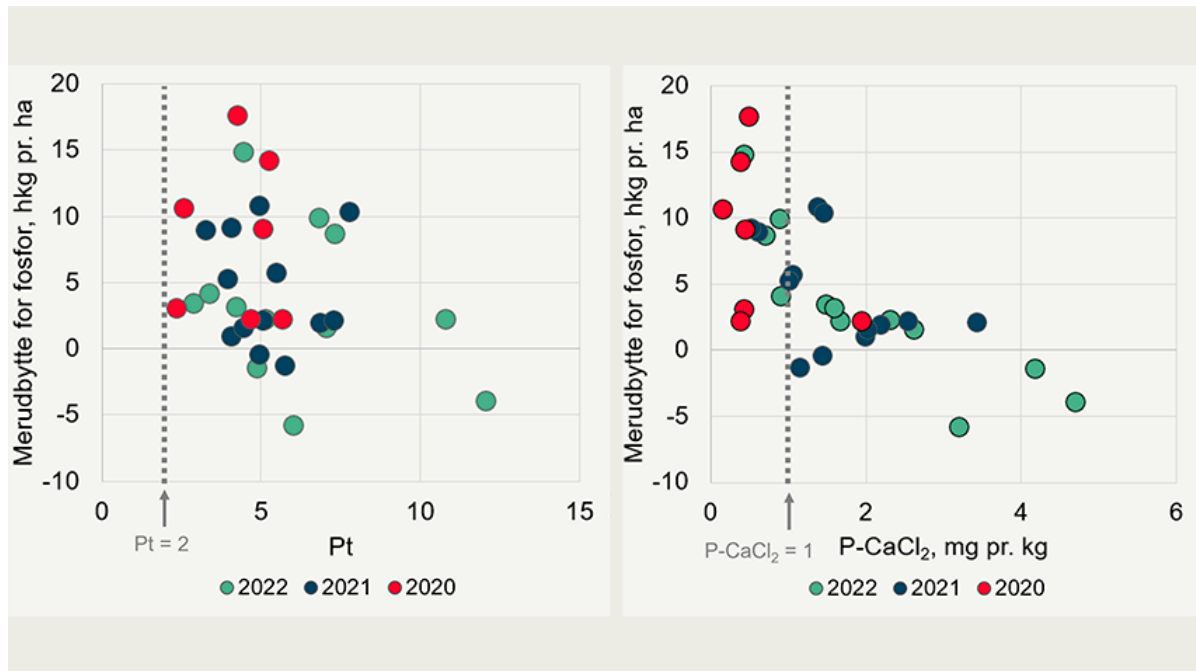
## Jordkemi: Jordanalyse til bestemmelse af jordens fosforstatus

Det er undersøgt, om andre jordanalyser end fosfortallet, vil være bedre til at forudsige fosforbehov på disse arealer. De undersøgte alternative jordanalyser er DGT-P, P-CaCl<sub>2</sub> og P-vand. DGT-P er en relativt avanceret og dyr metode, som består af en plasticenhed med en jernoxid-gel indeni, der optager fosfor fra jorden på en måde som efter sigende skulle efterligne en planterod. P-CaCl<sub>2</sub> og P-vand er begge meget simple metoder, hvor jorden ekstraheres med henholdsvis en calciumchlorid-opløsning og vand.



Som forventet, er der ikke nogen sammenhæng mellem fosfortallet, og med metoden ville man ikke have fanget nogle af de merudbytter, der er opnået (se figur 5, venstre). Både DGT-P ( $R^2 = 0,30$ ), P-vand ( $R^2 = 0,34$ ) og P-CaCl<sub>2</sub> ( $R^2 = 0,39$ ) giver rimeligt gode sammenhænge og de fanger størstedelen af forsøgene med merudbytter.

I figur 5, højre, er vist resultater for P-CaCl<sub>2</sub> som eksempel. Pedersen og Rubæk (2022) vurderer, at P-CaCl<sub>2</sub> er den bedste af de 'nye' metoder, og at der opnås en lidt bedre sammenhæng ( $R^2 = 0,41$ ) med målt udbytterespons og forudsigelse af forsøg med fosforrespons, hvis P-CaCl<sub>2</sub> kombineres med det målte fosfortal i forholdet P-CaCl<sub>2</sub>/Pt.



Figur 5. Sammenhæng mellem merudbytter for 60 kg fosfor pr. ha og henholdsvis fosfortallet (Pt, venstre) og P-CaCl<sub>2</sub> (højre). De stiplede linjer viser den øvre grænse for, hvornår der kan forventes merudbytte. For P-CaCl<sub>2</sub> er der tale om en foreløbig grænse vurderet af Pedersen og Rubæk 2022.

## Jordkemi: Fosforbinding i jorden

Af de undersøgte fosforbindingsparametre, er der specielt fundet en interessant sammenhæng til Alox (oxalatekstraherbart aluminium). Alox siger noget om indholdet af det fosforbindende aluminium i jorden. For forsøg uden for littorinafladen er der således fundet en rimelig god sammenhæng ( $R^2 = 0,42$ ) mellem indholdet af Alox og merudbytter for fosfor. Der ser ud til at være et sammenfald mellem forsøg med høje indhold af Alox (> ca. 75) og merudbytter for fosfor (se figur 6). Det gennemsnitlige indhold af Alox i danske landbrugsjorde ligger omkring 38 mmol pr. kg (Rubæk et al. 2013).

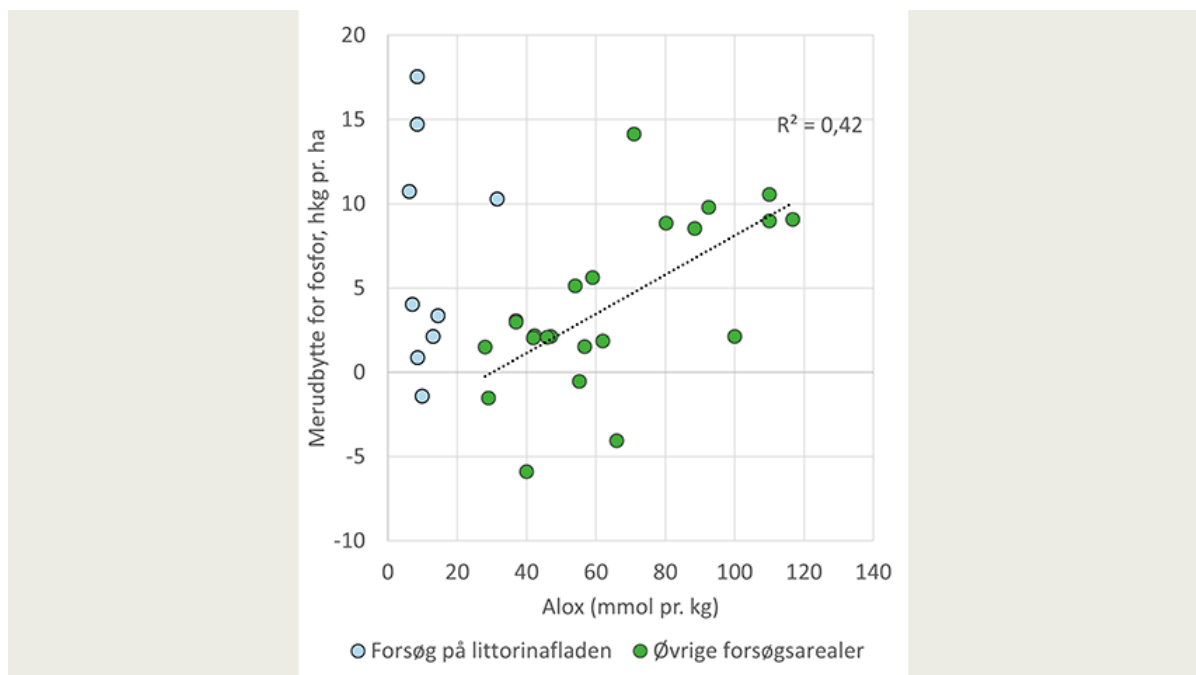
Littorinafladen er kendetegnet ved meget lave indhold af Alox (se kortet i figur 7 sammenlignet med kortet i figur 4). Gennemsnittet i forsøgene på littorinafladen ligger således lavt på kun 14 mmol pr. kg, og det vurderes således, at andre mekanismer er mere betydende for fosforbindingen her. På kortet i figur 7, fremgår også, at der er et større område i det centrale Vendsyssel, hvor der er prædikeret høje Alox-værdier (det gule område).

Forsøgene med høje Alox-indhold og høje merudbytter er placeret i dette område. Af kortet fremgår også, at også andre dele af Jylland er gule, dvs. med Alox værdier i den højeste klasse. De gule områder dækker imidlertid over et stort interval af Alox-værdier (fra 44 til 146 mmol pr. kg), og det er således ikke muligt ud fra det viste kort, at identificere, om der er områder udenfor Georegion Nordjylland, hvor der også er høje værdier over ca. 75 mmol pr. kg. Dette bør undersøges ud fra det bagvedliggende kortdata.

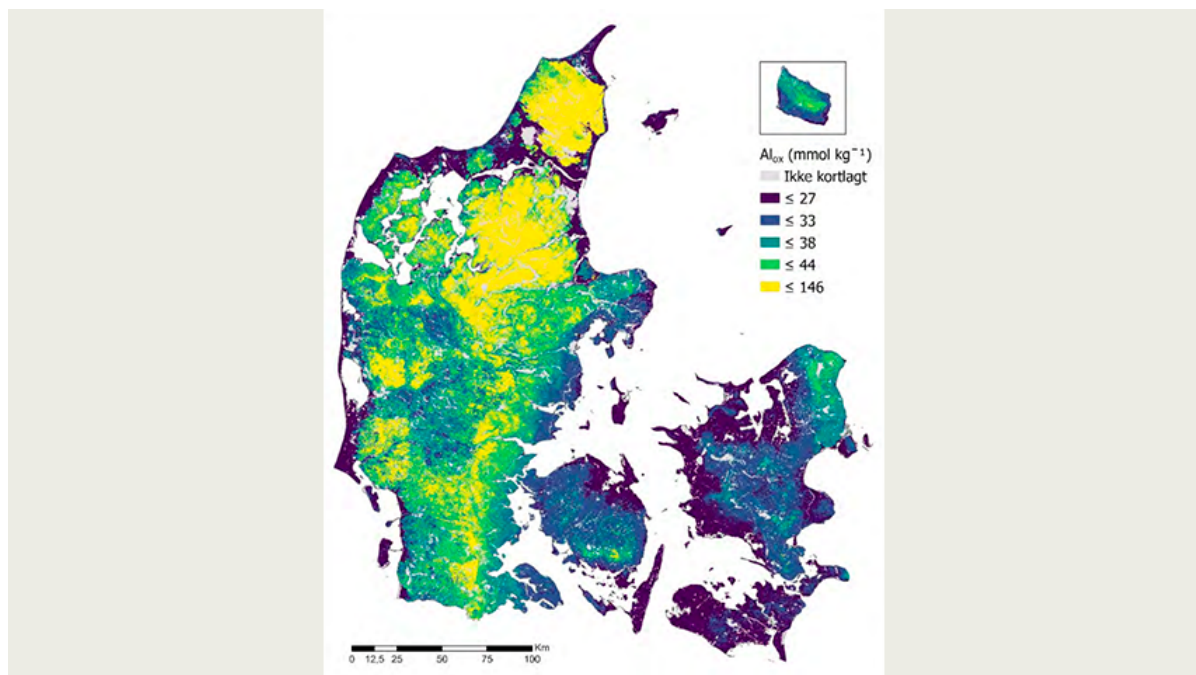
Pedersen og Rubæk (2022) har også undersøgt sammenhænge mellem jordernes fosformætningsgrad og merudbytter for fosfortilførsel. Fosformætningsgraden beregnes som  $(Alox + Feox)/Pox \times 100\%$ , og indholdet af Alox har således også væsentlig betydning for mætningsgraden.

På tværs af alle forsøgsarealer ses ikke nogen sammenhæng mellem mætningsgrad og udbytterespons for fosfor. Udelades arealerne på littorinafladen fra sammenstillingen af mætningsgrad og udbytterespons fås en relativt god sammenhæng ( $R^2 = 0,42$ ). Dette er med stor sandsynlighed knyttet til Alox-indholdet. Der ses ikke nogen sammenhæng mellem Feox og udbytterespons, heller ikke ved udeladelse af forsøg på littorinafladen.





Figur 6. Sammenhæng mellem merudbytter for 60 kg P pr. ha og indholdet af Alox (oxalatekstraherbart aluminium) i jorden, målt i 0-25 cm.



Figur 7. Prædikeret indhold af Alox i jorden (0-25 cm). Fra Andersen og Heckrath (2020).

## Jordfysik

Der er ikke noget, der tyder på, at de målte jordfysiske parametre har afgørende betydning for forekomsten af overset fosforbehov. Det bør dog understreges, at målingerne kun er udført i udvalgte forsøg, og det kan ikke udelukkes, at man havde kunne finde nogen sammenhænge, hvis de var målt i alle forsøg.

## Rodvækst

Der er ikke noget, der tyder på, at de målte rodvækstparametre har afgørende sammenhæng til forekomsten af overset fosforbehov. Det bør dog understreges, at målingerne kun er udført i udvalgte forsøg, og det kan ikke udelukkes, at man havde kunne finde nogen sammenhænge, hvis de var målt i alle forsøg.



## Klimatiske forhold: Jordtemperatur

Det er undersøgt i udvalgte forsøg, om forskelle i jordtemperaturen, specielt i den tidlige vækst har betydning de forskelle i merudbytter, der observeres mellem geografisk tætliggende arealer i georegion Nordjylland.

Der er imidlertid kun målt små forskelle i jordtemperaturene mellem arealerne, og der er ikke noget, der tyder på, at jordtemperaturen har afgørende betydning for forekomsten af overset fosforbehov. Det bør dog understreges, at målingerne kun er udført i udvalgte forsøg, og det kan ikke udelukkes, at man havde kunne finde nogen sammenhænge, hvis de var lavet i alle forsøg.

## Klimatiske forhold: Variation mellem år

Klimatiske forskelle mellem årene, specielt forhold gennem den tidlige vækst, kunne potentielt betyde forskellige i fosforresponset mellem år. Overordnet set var de tre forår (april og maj) i Nordjylland (klimastation Tylstrup) karakteriseret ved:

- **2020:** Tørt forår. Kølig maj.
- **2021:** Køligt forår. Tør april, våd maj.
- **2022:** Tørt forår. Kølig april.

Gennemgående for de tre år var tørre forhold og temperaturer som var under normalen.

De gennemsnitlige merudbytter for tildeling af 60 kg fosfor pr. ha har været på henholdsvis 8,3, 4,3 og 3,1 hkg pr. ha for 2020, 2021 og 2022. Disse forskelle kunne tyde på en årsvariation forårsaget af forskellige vejrforhold. Det vurderes imidlertid, at det faldende merudbytte gennem de tre år, skyldes at placeringen af forsøgene over årene blev mindre målrettet arealer med kendt fosforrespons.

Dette underbygges af resultater fra de forsøg, hvor der blev udført forsøg i samme mark i to forskellige år, dvs. Brovst\_a (forsøg i 2020 og 2022) og Jerslev\_a (forsøg i 2020 og 2021). Resultaterne viste relativt ens merudbytter mellem de to år i samme mark (se figur 2).

## Klimatiske forhold: Forskelle mellem landsdele

Nordjylland er generelt kendetegnet ved køligere forhold end resten af landet. I projektet findes ikke data til at kunne sige, om de klimatiske forhold i Nordjylland har betydning for den udbredte forekomst af overset fosforbehov. Det kan dog afvises, at det udelukkende af de koldere forhold i Nordjylland, der betyder noget, idet langt fra alle forsøgsarealerne i Nordjylland giver merudbytter for fosfortilførsel. Det kan imidlertid ikke afvises, at de klimatiske forhold i Nordjylland medvirker til at forstærke andre forhold, der kan føre til overset fosforbehov (f.eks. øget Alox i jorden).

## Eksempel på resultater fra to forsøg i samme mark

I 2022 blev udført to forsøg i hver sin ende af samme mark ved Øster Brønderslev. Begge forsøg havde høje fosfortal. Forsøget i den sydlige ende af marken (003: Ø. Brønderslev\_22\_a) var placeret på jordarten 'morænesand og -grus', mens forsøget i den nordlige ende (004: Ø. Brønderslev\_22\_b) var placeret på marin aflejring (Yoldia). Se figur 8.

Forsøget på morænesand og -grus viste et højt merudbytte på 9,7 hkg pr. ha, mens forsøget på marin aflejring viste et væsentligt mindre merudbytte på 2,2 hkg pr. ha. Dette indikerer, sammen med tidligere nævnte gennemsnitlige merudbytter, at det ikke er selve jordarten, der er afgørende for forekomsten af overset fosforbehov.

De jordkemiske analyser har derimod vist tydelige forskelle i P-CaCl<sub>2</sub> mellem de to forsøg, med en værdi under den foreløbige grænse for forventet respons i forsøg 003 og en værdi væsentligt over den forventede grænse i forsøg 004. Dermed ville en analyse af P-CaCl<sub>2</sub>-indholdet i jorden have været velegnet til at forudsige fosforresponset i de to forsøg.

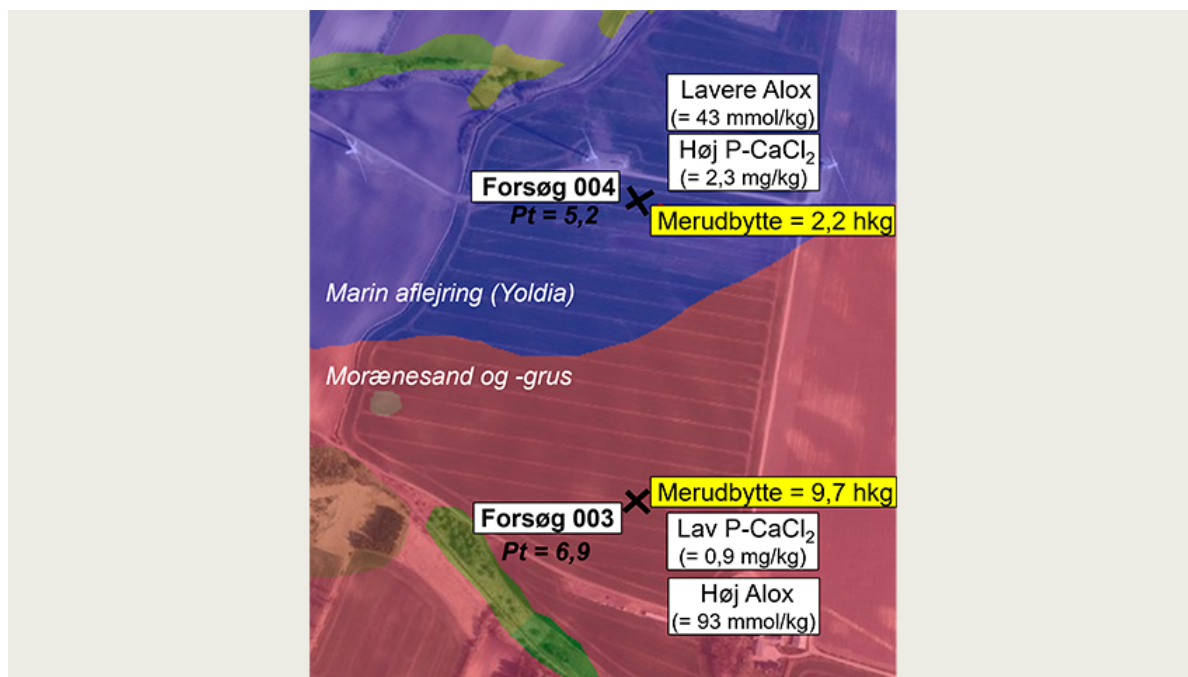
Indholdet af Alox var også væsentligt forskelligt mellem de to forsøg med et meget højt indhold på 93 mmol pr. kg i forsøg 003 og en værdi på 43 mmol pr. kg i forsøg 004, dvs. svarende til det gennemsnitlige indhold af Alox i danske landbrugsjorder. Det højere indhold af Alox i forsøget med størst merudbytte er i tråd med det generelle mønster vist i figur 6. Samtidigt synes forskelle i Alox-indhold også at være sammenfaldende med forskelle i merudbytter mellem andre geografisk tætte forsøg, f.eks. forsøgene ved Hjørring, forsøgene ved Jerslev og forsøgene ved Ajstrup (se figur 2 for merudbytter i disse forsøg).





En yderligere forskel mellem de to forsøg var indholdet af plantetilgængeligt vand i 8-12 cm dybde, som var større i forsøg 004 (resultater ikke vist). Det kan ikke afvises også at have haft en betydning for forskellene i fosforrespons mellem de to forsøg, idet foråret 2022 var tørt. Det er kendt viden, at tørkestress kan fremme effekt af placeret fosfor. Der har dog ikke været noget generelt billede i andre 'forsøgs-par', at indholdet af plantetilgængeligt vand har været af afgørende betydning for forskelle i fosforrespons.

I de to forsøg blev også målt jordtemperatur gennem hele foråret, men der var ikke betydelige forskelle mellem de to forsøg, hverken for hele perioden eller i delperioder. Indhold af P-CaCl<sub>2</sub> og Alox samt indhold af plantetilgængeligt vand synes at være de væsentligste forskelle mellem de to forsøg.



Figur 8. Placering af forsøg 004 (Ø. Brønderslev 22\_b) og 003 (Ø. Brønderslev 22\_a) i samme mark, samt resultater er merudbytte for 60 kg fosfor pr. ha, P-CaCl<sub>2</sub> og Alox. Den lilla farve viser marine aflejringer (Yoldia) og den røde farve viser morænesand og -grus baseret på GEUS' jordartskort 1:25.000.

## Resultater fra 129 landsforsøg med vårbyg 1987-2017

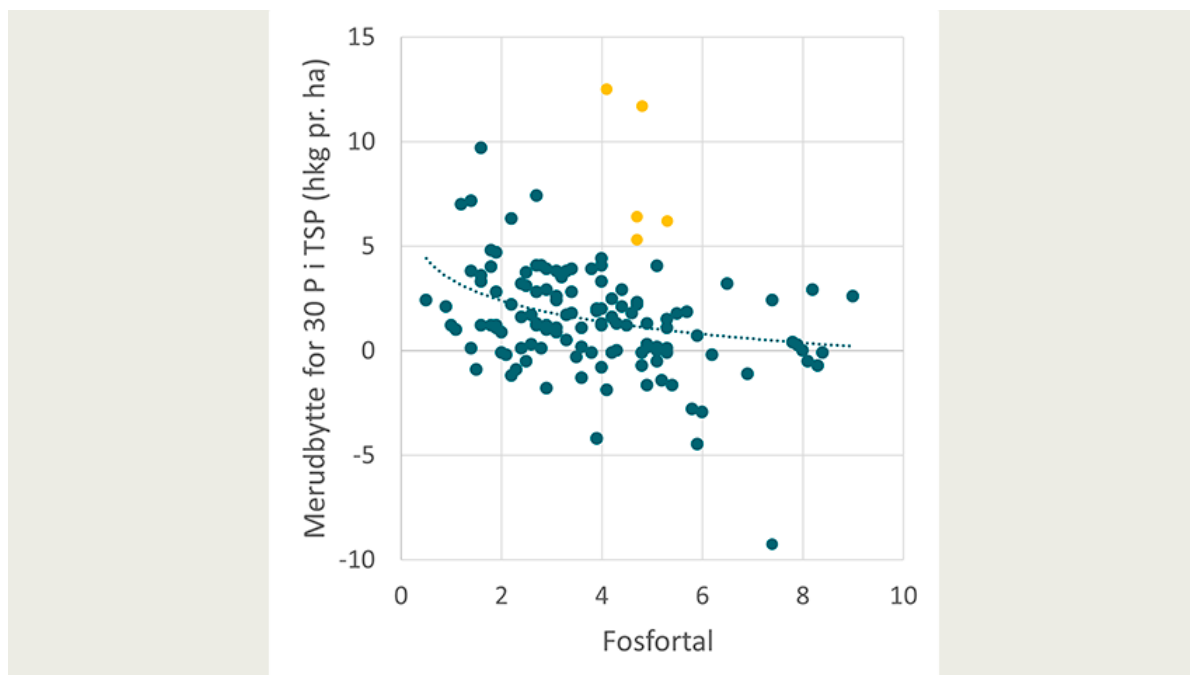
I figur 9 er vist resultater af 129 landsforsøg med fosfor til vårbyg. Forsøgene er udført i årene 1987-1989, 2013-2014 og 2016-2017 og repræsenterer et bredt udsnit af landet. De viste resultater er baseret på behandlinger med ingen fosfor og 30 i kg fosfor pr. ha, i enkelte af de nyeste forsøg dog kun 22 kg fosfor pr. ha. I de ældste forsøg er fosfor bredspredt. I de nyeste er fosfor placeret ved såning. Resultater fra forsøgene er gennem årene afrapporteret i Oversigt over Landsforsøgene. Derudover er resultater fra 33 af forsøgene, udført fra 2013 til 2016, i denne selvstændige publikation, hvor fosfortalsmetoden sammenlignes med DGT-metoden (Christensen et al. 2018): [Can the DGT and Olsen P soil analyses predict phosphorus fertilisation requirement on Danish soils?](#)

På tværs af alle 129 forsøg ses en relativt svag sammenhæng mellem Pt og merudbytte for fosfor, men der er dog en rimelig klar tendens til at de højeste merudbytter findes ved de laveste fosfortal. Dette fremgår også af tabel 2, hvor der er beregnet gennemsnitlige merudbytter for forskellige fosfortalsklasser.

I figur 9 er fem punkter (forsøg) farvet orange. Disse forsøg afviger ved at give store merudbytter (> 5 hkg pr. ha) på trods af høje fosfortal, og arealerne kan derfor betragtes som arealer med overset fosforbehov. De fire af forsøgene er på grovsandet jord, og for alle fire forsøg viser resultater af en anden fosforjordanalyse, enten DGT-P eller fosforsyretil (metode benyttet i Danmark før indførelsen af fosfortallet), en lav fosforstatus i jorden.

Det sidste forsøg er på en lerjord, hvor den væsentligste afvigende karakteristik er et meget højt reaktionstal (7,4). Udover de meget afvigende forsøg med meget store merudbytter, som er markeret i figur 9, findes også eksempler, hvor forsøg med høje fosfortal har givet moderate merudbytter på 3-5 hkg pr. ha. Disse forsøg kan karakteriseret ved enten at være i georegion Nordjylland, på grovsand i Vestjylland eller have høje reaktionstal.





Figur 9. Sammenhæng mellem Pt og merudbytte for 30 kg P (i enkelte tilfælde 22 kg P) for 129 forsøg med fosfor til vårbyg. Tendenslinjen er lavet for alle punkter.

**Tabel 2. Resultater af 129 forsøg med undersøgelse af merudbytte for 22-30 kg P pr. ha**

| Pt-klasse | Antal forsøg | Gns. Pt | Gns. merudbytte for fosfor, hkg pr. ha |
|-----------|--------------|---------|--|
| 0-1,9     | 20           | 1,5     | 3,1                                    |
| 2,0-2,9   | 27           | 2,5     | 1,8                                    |
| 3,0-3,9   | 22           | 3,5     | 1,3                                    |
| 4,0-9,9   | 60           | 5,4     | 1,2                                    |
| Alle      | 129          | 3,9     | 1,6                                    |

## Opsamling

Risikoen for overset fosforbehov vurderes størst i georegion Nordjylland. For den del af arealerne i georegion Nordjylland, der ligger uden for littorinafladen, synes årsagen at være meget kraftig fosforbinding relateret til forhøjede Alox-koncentrationer (> 75 mmol pr. kg) i jorden. For arealerne på littorinafladen synes det oversete fosforbehov at være mere begrænset og primært på arealer indenfor et særligt inddæmmet areal nordøst for Brovst. Derudover er overset fosforbehov på littorinafladen også observeret i et forsøg med meget lave reaktionstal.

I resten af landet vurderes risikoen for overset fosforbehov på basis af både nye og gamle landsforsøg at være lav, dog med undtagelse af arealer med lave reaktionstal (< 5,5) eller høje reaktionstal (> 7,1), hvor der er en risiko for at det målte fosfortal overestimerer mængden af tilgængeligt fosfor. Derudover kan der også være grund til ekstra opmærksomhed på grovsandede jorder, selvom nye forsøg ikke har kunnet bekræfte overset fosforbehov her. Det bør undersøges, om der er høje koncentrationer af Alox som kan forårsage overset fosforbehov i andre dele af landet end georegion Nordjylland.

En alternativ jordanalysemetode, hvor fosfor ekstraheres fra jorden med calciumchlorid (P-CaCl<sub>2</sub>), har vist sig velegnet til at forudsige merudbytter på arealer i risiko for overset fosforbehov, eventuelt i kombination med fosfortallet. Det vil have stor betydning at implementere brugen af P-CaCl<sub>2</sub>-analysen, da man med denne analyse som supplement i fremtiden, langt bedre vil kunne identificere arealer med behov for fosfortilførsel.



## Referencer

Andersen, H.E. og Heckrath, G. (red) (2020): Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, nr. 397.

Christensen, J.T., Pedersen, I.F. og Rubæk, G.H (2018): Can the DGT and Olsen P soil analyses predict phosphorus fertilization requirements in Danish soils? Department of Agroecology, Aarhus University. [Can the DGT and Olsen P soil analyses predict phosphorus fertilisation requirement on Danish soils?](#)

Pedersen, I.F. Rubæk, G.H., og Munkholm, L.J. (2020): Rapport over litteraturstudie i projektet "Arealer med overset fosforbehov". Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. [Rapport over litteraturstudie i projektet "Arealer med overset fosforbehov"](#).

Pedersen, I.F. og Rubæk, G.H. (2022): Vurdering af sandjorders evne til at sikre afgrøders fosforbehov med fokus på arealer i Nordjylland med moderate og høje fosfortal. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Rapporten er endnu ikke publiceret.

Rubæk, G., Kristensen, K., Olesen, S., Østergaard, H.S., Heckrath, G. (2013): Phosphorus accumulation and spatial distribution in agricultural soils in Denmark. Geoderma 209-210, s. 241-250.

## Emneord

Fosfor (P)

Gødningsstrategier

Næringsstofoptagelse

+1

Publiceret: 20. december 2022

Opdateret: 20. december 2022

## Vil du vide mere?



### Camilla Lemming

Specialkonsulent, Gødning

SEGES

[cal@seges.dk](mailto:cal@seges.dk)

+45 6126 2169

## Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug



---

SEGES Innovation P/S    Tlf.    8740 5000  
Agro Food Park 15    Fax.    8740 5010  
8200 Aarhus N    Email    [info@seges.dk](mailto:info@seges.dk)

