



Natur og vandmiljø, Planter

Fosforfilter- et muligt fremtidigt drænvirkemiddel?

Det samlede fosfortab fra danske landbrug blev i 2020 estimeret til omtrent 683 ton pr. år af Aarhus Universitet. Samtidig er Landbrugsstyrelsen i 2023 gået i gang med at undersøge, hvordan de fremadrettet kan arbejde med etableringen af fosforvirkemidler.

Viden om

14. december 2021

Opdateret 11. december 2025

Antal sidebesøg: 204



Det forventes, at netop reguleringen af fosfor vil få særlig opmærksomhed i de kommende år.





Fosfor – en kommende udfordring

I 2004 konkluderede Danmarks statistik i rapporten "[Vandmiljøet](#)", at dansk landbrug står for godt **41% af fosforudledningen i Danmark, og derved er den største udleder af fosfor i Danmark**. Yderligere har Aarhus universitet med rapporten "[Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark](#)" estimeret, at dræntransporten af fosfor udgør ca. 24 % af det samlede fosfortab fra landbruget, svarende til 162 ton pr. år.

Fosfor kan ligesom kvælstof bidrage til at skabe dårlig økologisk tilstand i vandmiljøerne, og det er noget andre lande omkring Østersøen begynder at have mere og mere fokus på. Derfor forventes, at der også i Danmark snart vil komme ny regulering af fosforudledningen fra landbruget til recipienter.

I udviklingen af de kollektive virkemidler har fokus hidtil været en reduktion af kvælstof. Det har medført, at nogle af de nuværende drænvirkemidler såsom filtermatricer og afbrudte dræn har en lav tilbageholdelse af fosfor, eller sågar frigiver fosfor. Derfor er det nødvendigt at udvikle nye omkostningseffektive drænvirkemidler, som fokuserer på at reducere landbrugets udledning af fosfor, og et af disse virkemidler kan potentielt være et fosforfilter.

Fosforfiltre er et relativt nyt virkemiddel, som endnu ikke benyttes i Danmark, men da filtrene kun kræver små arealer, på omkring 25 m², er det et virkemiddel, som vil kunne etableres i de fleste oplande. SEGES Innovation samarbejder derfor med Aarhus Universitet og Københavns Universitet samt tre kommercielle partnere: Water

Faktaark: FosLav – P-filterløsninger. Afværgeforanstaltninger mod fosfortab

Indledende resultater med fosforfiltersystemer



Transporten af fosfor via dræn og fra lavbundsarealer kan forgå som opløst fosfor (PO₄-P) samt partikelbundet fosfor, og derfor testes der filterløsninger som kan begrænse begge typer af fosfor.

Partikelbundet fosfor kan tilbageholdes med flere forskellige metoder, der involverer sedimentation eller andre fysiske processer. Opløst fosfor kan derimod være mere udfordrende at tilbageholde, da det kræver kemiske metoder, som ikke findes i de nuværende godkendte virkemidler, som f.eks. minivådområder.

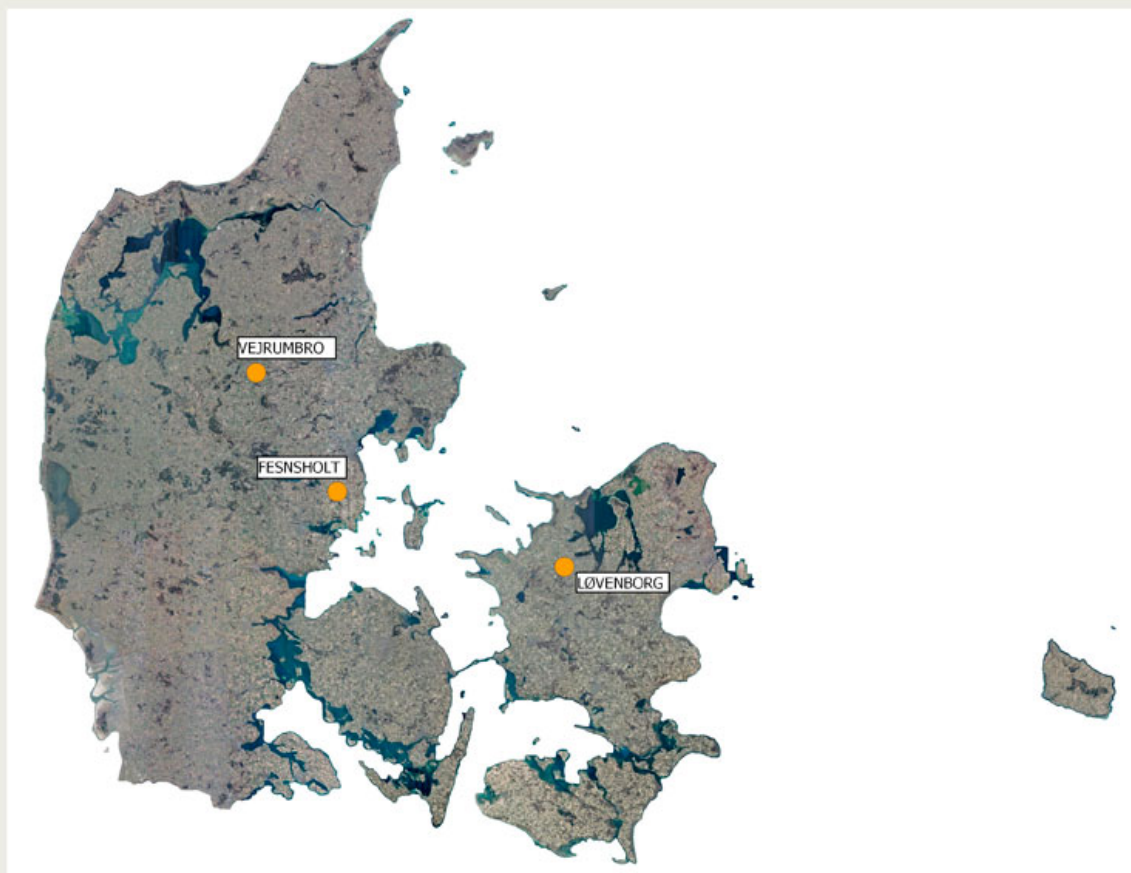
Disse eksisterende virkemidler tilbageholder derfor kun opløst P i begrænset grad. De nye fosforfiltre, derimod, indeholder teknologier der fjerner det opløste fosfor og gør dem derfor oplagte at brugte på arealer med særlig høj udledning af P.

Der blev i Promilleafgiftsfondsprojektet "Videreudvikling og optimering af målrettede dræn- og lavbundsvirkemidler" gennemført forsøg med et indledende filterkoncept. Dette filter bestod af en dobbeltporøs filterenhed (DPF) til tilbageholdelsen af partikulært P fra WaterCare Aps og et aktivt filter til tilbageholdelse af opløst fosfor fra Belgien. Dette forsøg viste en gennemsnitlig månedlig tilbageholdelse af total fosfor på 61 %. Det skal dog påpeges, at det kun var 10 % af vandet, fra det 25 ha store opland, som blev ledt igennem det aktive filter.

På baggrund af de lovende indledende resultater blev arbejdet med fosforfiltersystemer fortsat i GUDP-projektet "Kompakte filtersystemer for fosfor i drænvand fra høj- og lavbundsjord – FosLav" i perioden 2022-2025. Dette projekt har til formål at opskalere filterløsninger for at undersøge, om der kan opnås lige så gode resultater, når fosforfiltrene skal håndtere vand fra et helt drænopland. Dette projekt viste også lovende resultater, som du kan læse mere om herunder.

FosLav projektet - opskalering af filtersystemer

Der indgår tre testlokationer i FosLav projektet. De to lokationer Vejrumbro og Løvenborg (se figur 1) er begge lavbundsarealer, mens filtertest lokationen Fensholt er beliggende på højbundsjord.



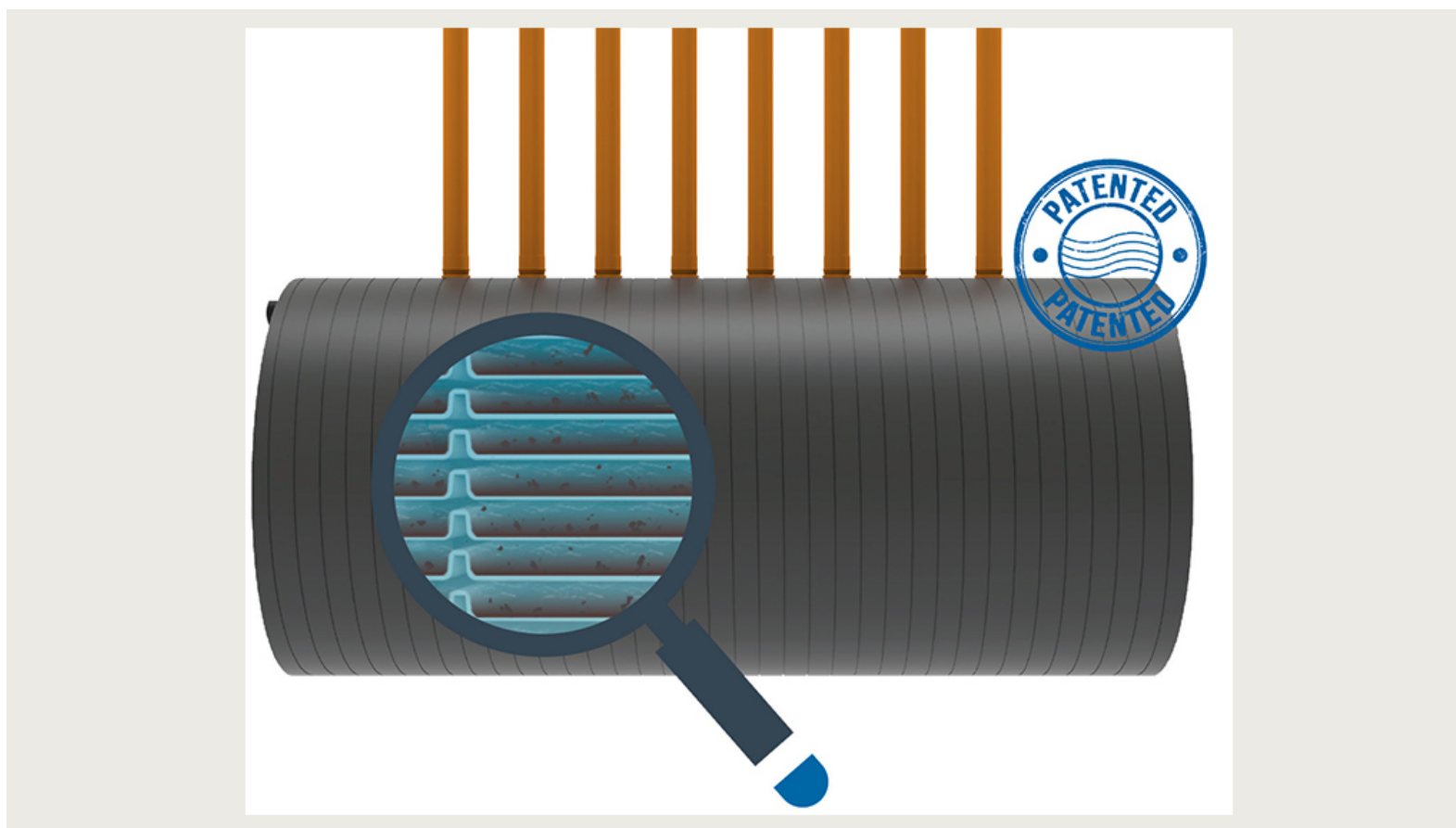
Figur 1. Oversigtskort over Danmark som viser placeringen af de tre feltlokationer som indgår i FosLav projektet.

Filtersystemerne, som indgår i FosLav projektet, består udelukkende af allerede kendte og anvendte teknologier. Disse teknologier er således dobbeltporøse filtre (DPF) fra Watercare Aps, Elektrokoaguleringsenheder fra Bio-Aqua A/S, sorbent filtre fra DiaPure AB.

Dobbeltporøse filtre (DPF)



WaterCare ApS har udviklet en finpartikeludskiller med den patenteret dobbeltporøs filtrering teknologi (DPF). Dette filter er inspireret af jordens egen renseevne og efterligner de renseprocesser, som forløber, når vand filtreres igennem en porøs morænelerjord. Filteret er designet til at håndtere urenheder og partikler i størrelsesordenen 1-2 μm og op til 100 μm . Filteret er opbygget af renselamelplader, som stables oven på hinanden med 2-4 mm luft imellem sig, hvor vandet kan strømme frit (Figur 2). Grundet den lave stablehøjde og renselamelpladernes design, bliver de helt små partikler tilbageholdt på renseladerne uden risiko for tilstopning og med høj vandledningsevne.



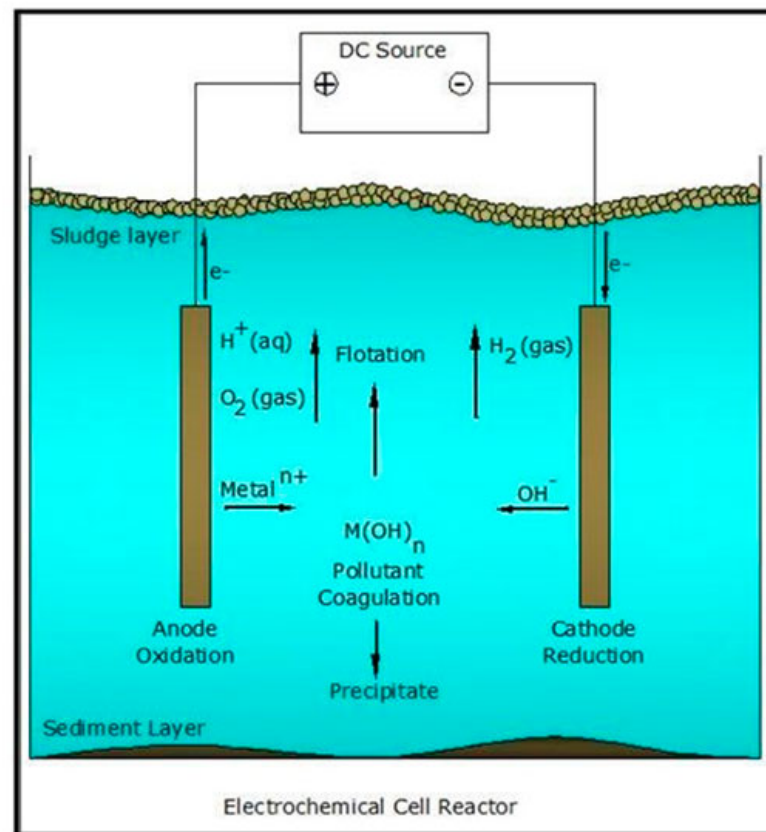


Figur 2. Principskitse af dobbeltporøst filtreringssystem. Skitsen viser, hvordan filteret er opbygget af flere lag af filtermembraner, som stables for at opnå den ønskede effekt. Kilde: WaterCare ApS.

Ønsker du at vide mere om DPF, så se med her: [Dual Porosity Filtration - Københavns Universitets Videoportal \(ku.dk\)](#).

Elektrokoagulering

Ved elektrokoagulering udnyttes det ionbyttepotentiale, som opstår når der nedsænkes to elektroder med strøm i en væske. Når dette indtræffer, bevæger de positivt ladede ioner sig mod den negativt ladede elektrode (katod), hvor de reduceres. Samtidig vil de negativt ladede ioner bevæge sig mod den positivt ladede elektrode (anode) og oxideres. Når de negativt ladede ioner fra vandet oxideres, frigives der positivt ladede metalioner (M^{n+}) fra anoden, mens der samtidig frigives negativladede hydroxidioner (OH^-) fra katoden se figur 3.



Figur 3. Principskitse af den elektrokemiske reaktion som forløber under elektrokoagulering. Kilde: ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389404001657>.

Hvis anoden består af jern (Fe), frigives der jern (III) (Fe^{3+}) fra anoden. De opløste ioner (Fe^{3+} og OH^-) vil herefter reagere med hinanden og danne jernhydroxid ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), som kan binde P og andre stoffer. Når f.eks. P reagerer med jernhydroxider, bindes de i molekyler med en fast form. Herefter vil disse molekyler enten bundfælde sig eller blive transporteret op til overfladen som skum via de gasser, som frigives i forbindelse med ionudbytningen ved elektroderne (se figur 3).



Sorbent filter fra Diapure

Filtermaterialet fra Diapure er udviklet til at tilbageholde opløst P, og består af små lergranulater (2-4 mm), som er blevet overfladebehandlet med et reaktivt stof. Filtermaterialet fungerer ved at fosforen sætter sig på overfladen af lerpartiklerne og herefter bevæger sig ind i materialet, hvor det kan blive bundet til lerpartiklernes porer. Netop det at P kan trænge ind i porerne, medfører at filtermaterialet har en høj P-kapacitet, idet P kan bindes udenpå såvel som inden i materialet.

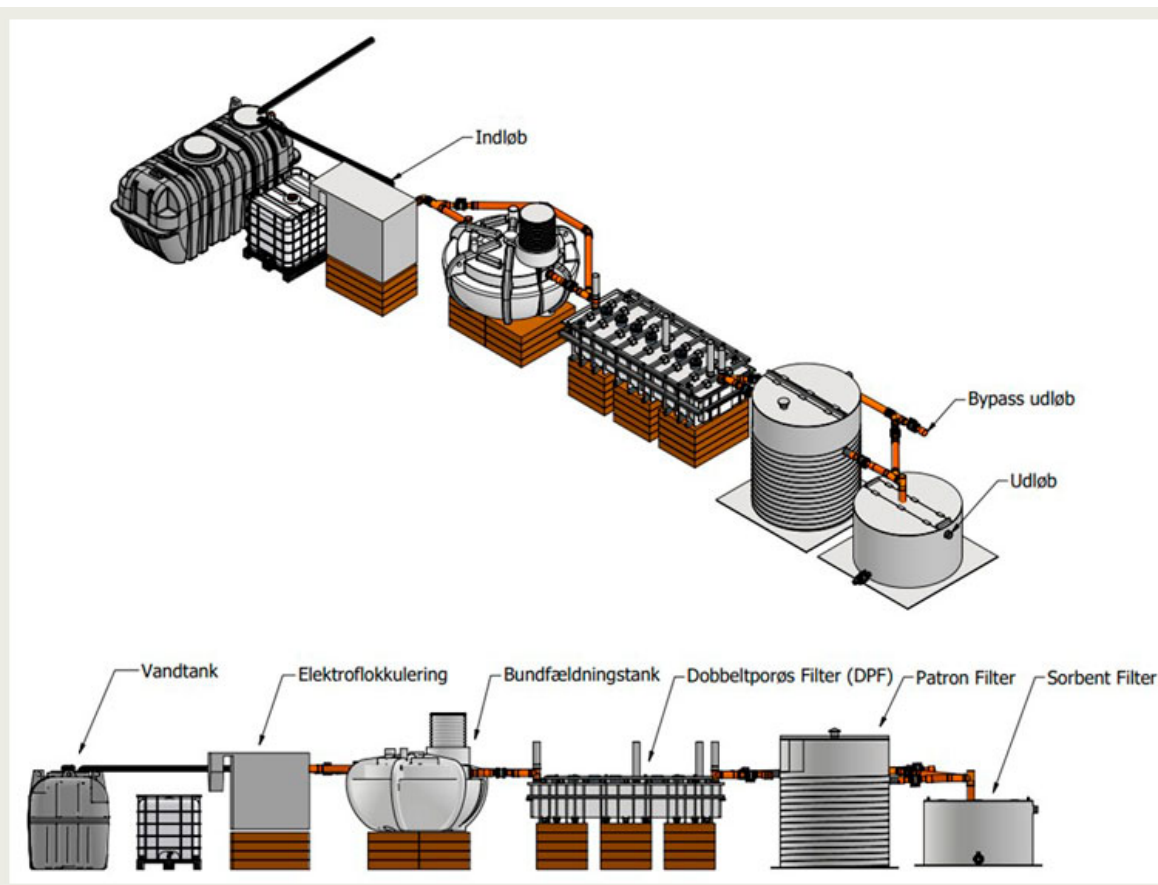
H3 Lokale forhold er styrende for filterkomponenterne

De tre testsites har forskellige karakteristika, som har været afgørende for sammensætningen af filtersystemerne. F.eks. har de to lavbundslokaliteter været præget af høje koncentrationer af organisk materiale i indløbsvandet, mens Fensholt-lokationen er præget af varierende tilstrømning og høj ratio af partikulært P.

Filtersystem - Vejrumbro

Ved Vejrumbro er fosforbelastningen næsten ligelig fordelt mellem opløselig P og partikel P, og her er desuden også konstateret en høj koncentration af opløseligt organisk carbon (DOC) i indløbsvandet. Den høje koncentration af både partikulært P, men særligt DOC, har haft stor indflydelse på designet af filtersystemet, idet der har været bekymring for, hvorvidt partiklerne og særligt DOC vil kunne opbruge sorbent filters kapacitet, så det ikke binder den opløselige P.

For at mindske belastningen af partikler og DOC på sorbent filteret er der indsat en elektrokoaguleringsenhed i filtersystemet (se figur 4). Det er således tanken, at DOC og partikler fra indløbsvandet vil blive bundet i molekyler med en fast form og bundfælde. DPF- filteret ved Vejrumbro anvendes efterfølgende til at sikre en signifikant effekt af sedimentation i systemet, idet filteret har en forhøjet sedimentationseffekt. Det betyder, at partikler hurtigere bundfældes, og der derved kan filtreres mange partikler fra selv ved et højt flow.



Figur 4. Konceptskitse af filtersystemet som er opsat ved feltlokationen Vejrumbro. Skitsen viser de forskellige filterkomponenter og rækkefølgen af disse. Figuren er udarbejdet af Watercare Aps.

Efter DPF-filteret følger et patronfilter. Dette er dog en backup-løsning, og forventes ikke anvendt. Patronfilteret er særligt egnet til tilbageholdelsen af meget små partikler, idet maskerne i filtermaterialet varierer imellem 1-5 μ m. Filter skal kun anvendes, hvis der er mange små fosforpartikler, som ikke tilbageholdes via enten elektrokoagulering eller DPF-filteret.



Den sidste komponent i filteret ved Vejrumbro er sorbent filteret, som fyldes med filtermateriale fra DiaPure. Hvor de første filterkomponenter i høj grad havde fokus på at mindske transporten af partikulært P, så er sorbent filteret tiltænkt til at mindske udledningen af opløseligt P ved adsorption.

Filtersystem - Fensholt

Tidligere forsøg med P-filtrer ved Fensholt lokationen har vist, at der på denne lokation særligt er en høj andel af partikulært P, som transporteres via drænsystemet. For denne lokation udgør DOC ikke nogen videre problemstilling, og det er derfor vurderet, at det ikke er nødvendigt med en elektrokoaguleringsenhed. Filteret består derfor kun af et meget langt DPF-filter, som efterfølges af 2-3 sorbent filtertanke, se figur 5.



Figur 5. Konceptskitse af filtersystemet som er opsat ved feltlokationen Fensholt. Skitsen viser de forskellige filterkomponenter og rækkefølgen af disse. Figuren er udarbejdet af Watercare Aps.

Filtersystem - Løvenborg

Denne lokation er kendetegnet ved en ratio af opløseligt P samt en høj koncentration af DOC i indløbsvandet. Målet for denne lokation er at teste, hvorvidt det aktive filtermateriale alene er nok til at rense vandet fra lavbundsarealer.



Filtersystemet består af to dele (Figur 6): et partikelfilter og et sorbentfilter. Partikelfilteret er fyldt med et porøst materiale, hvor vandet iltes. Denne proces medfører udfældning af jernoxider (okker) samt fosfor bundet til partikler. Filteret returskylles kortvarigt én gang dagligt, og skyllevandet ledes derefter til et mindre afvandingsbed, hvor den fosforrige okker afsættes. Efter partikelfilteret passerer vandet videre til sorbentfilteret, hvor eventuelle rester af opløst fosfor tilbageholdes. Materialet i sorbentfilteret (Diapure) kan regenereres, når det bliver mættet af fosfor – på den måde kan materialet genbruges, og fosforen kan efterfølgende spredes på landbrugsfladen.

Partikelfilter (DFP)
(indløbsside)



Sorbentfilter
(udløbsside)



Figur 6. Konceptskitse af filtersystemet som er opsat ved feltlokationen Løvenborg. Skitsen viser de forskellige filterkomponenter og rækkefølgen af disse. Figuren er udarbejdet af Watercare Aps.

Hidtidige effekt af fosforfiltre

FosLav opstartede i 2022, hvor både elektrokoaguleringsenhederne og DPF-filtrene afprøvet i efteråret/vinteren 2022/2023.

Ved Vejrumbro blev der opnået en tilbageholdelse på 33% for partikulært fosfor og en tilbageholdelse på 21% for total P. Disse tal er noget lavere end de indledende resultater, og det menes især at skyldes udfordringer med elektrokoaguleringsenheden, som nu er blevet opdateret til drænsæsonen 2023/2024.

Ved Fensholt lokationen blev DPF-filteret testet imellem februar-maj 2023. I denne periode behandlede systemet kontinuert 4.000-6.000 L vand i timen, og der blev opnået en gennemsnitlig tilbageholdelse af total P på 52% og en tilbageholdelse af partikulært bundet P på 67%.

De bedste resultater er opnået ved testsystemet ved Løvenborg Gods. Her modtager filtersystemet iltfattigt vand, hvor alt fosforen er på opløst form. Vand iltet i forfilteret (DFP), hvilken gør at fosforen konverteres til partikulært P og gør det muligt at skille denne pulje fosfor fra. Den lille mængde opløst P, der stadig måtte være tilbage efter denne iltning, bliver efterfølgende fanget i sorbentfilteret fra Diapure. Dermed opnår filtersystemet ved Løvenborg faktisk en fosforeffekt på >95 %.

Med udgangspunkt i resultaterne fra Løvenborg Gods, har disse kompakte filtersystemer en omkostningseffektivitet, der er sammenlignelig med andre drænvirkemidler. Omkostningseffektiviteten ligger mellem 665 og 16.300 kr. per kg fjernet P. Den store variation relaterer sig til om filtrene skal behandle vand med høj eller lav koncentration af fosfor (jo mere P, jo billigere), samt om arealet kan afvande til et enkelt system eller om terrænet gør det nødvendigt at etablere to eller flere decentrale anlæg.



Så hvis der skulle komme ny regulering af landbrugets P-udledninger til vandmiljøet, kan disse filtre være et udmærket bud på et nyt virkemiddel til værktøjskassen.

Se mere om fosforfiltrenes funktion og effekt på hhv. højbundjord og lavbundsjord, samt en sammenligning af filtrenes effekt og omkostningseffektivitet med andre virkemidler i disse faktaark.

- [Faktaark: Kompakte fosforfiltre på lavbundsjorder](#)
- [Faktaark: Kompakte fosforfiltre på leret højbundsjord](#)
- [Faktaark: Sammenligning af fosforvirkemidler](#)

Læs også flere detaljer om filtrene i rapporten: [Kompakte fosforfilterløsninger – Funktion, omkostningseffektivitet og potentiale](#).

Vil du vide mere om FosLav?

Er du interesseret i at besøge et af FosLavs tre forsøgsfiltre, eller er du interesseret i at høre nærmere om projektets resultater, er du meget velkommen til at kontakte SEGES Innovation.

Du kan herudover også følge projektet på projektets LinkedIn: [FosLav - Kompakte filterløsninger til minimering af fosfortab til vandmiljøet](#).

Emneord

Drænvirkemidler

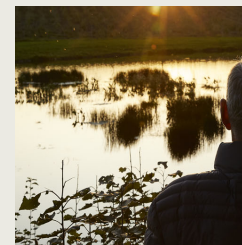
Fosfor (P)



Natur og vandmiljø

Tema: Drænvirkemidler

Find inspiration, juridisk vejledning og viden om brugen af kollektive drænvirkemidler, og lær af andre landmænds erfaringer med etablering og drift af bl.a. minivådområder og bufferzoner til tilbageholdelsen af kvælstof og fosfor.



Publiceret: 14. december 2021

Opdateret: 11. december 2025

Vil du vide mere?



Majken Meldorf Deichmann

Specialkonsulent

SEGES Innovation

mamd@seges.dk

+4530256808



Ditte Olsen

Konsulent

SEGES Innovation

deon@seges.dk

+4524767320

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