

Sammenligning af fosforvirkemidler

Virkemidler til reduktion af fosforudvaskningen fra både lavbunds- og højbundsjorder.

Biomassehøst og topjordsfjernelse er godkendte virkemidler til lavbundsjorder. Der er endnu ikke nogen landbrugsordninger for fosforvirkemidler til højbundsjorder, men drænvirkemidlerne såsom kompakte fosforfiltre, minivådområder, intelligente bufferzoner, mindre sedimentationsbassiner og okkerbassiner kan mindske udvaskning af fosfor til vandmiljøet.

Omkostningseffektiviteten af det enkelte virkemiddel varierer meget afhængig af de lokale forhold. Det er svært at sammenligne virkemidlerne direkte, idet de ofte anvendes i forskellige typer af terræn. Desuden har

de forskellige virkemidler meget forskellige virkningsmekanismer til fjernelse af fosfor. Forskellene imellem virkemidlerne er vist i Tabel 1, hvor de sammenlignes pba. hvilken type fosfor, de er velegnet til at fjerne.

Tabel 1. Virkemidler i relation til fosfortype i indløbsvand og effekten herpå.

Fosforvirkemidler		
Fosfortyper	Virkemiddel	Effekt
Partikelbundet fosfor Fosfor binder sig ofte komplekst til jern- og aluminiumoxider, calciumforbindelser og mineraler i jorden. Ler-mineralerne og de komplekse forbindelserne følger herefter ofte med drænvandet, især når det regner meget. Det kaldes peak flow i fagsprog.	Minivådområder (godkendt) Vådområde- og lavbundsprojekter (godkendt) Intelligente bufferzoner Mindre drænvirkemidler med sedimentationsbassin Dobbeltporøst filter (DPF)	Sedimentation af fosfor
Vandopløseligt fosfor En del af den vandopløselige fosfor vil blive optaget af plantevæksten i selve miljøtiltagene, men har også mulighed for at blive frigivet igen, hvis plantevæksten ikke fjernes.	Filterløsninger som kan sammenkobles: • Dobbeltporøst filter (DPF) • Diapure sorbent filter	Sedimentation og binding af fosfor
Vandopløseligt fosfor	Okkerbassin (godkendt)	Binding af fosfor
Fosfor i biomasse	Biomassehøst med specialmaskiner på lavbundsjord (godkendt)	Fjernelse af biomasse til f.eks. et biogasanlæg
Fosfor i biomasse og overjord	Topjordsfjernelse på lavbundsjord (godkendt)	Fjernelse af fosfor via afgravning af biomasse og overjord
	Dybdepløjning (kræver særlig godkendelse i Danmark og anvendes sjældent)	Fosfor placeres i dybden, så overjorden evt. bliver mere nærringsfattig

Tabel udarbejdet af SEGES Innovation

FAKTA OM FOSFORVIRKEMIDLER

Kompakte fosforfiltre

Lavbundsområder opstrøms søer vurderes at have den største risiko for en fosforlækage med store negative konsekvenser. Ved anvendelse af kompakte fosforfiltre kan fosfor transporteres væk fra arealet og genanvendes i landbruget. Disse filterløsninger anses for særligt velegnede til at håndtere den fosforpuls, der kan opstå i starten af en vådlægning af lavbundsjord, samt senere hvis jorden indeholder store mængder fosfor. Forsøgsanlæggene har vist høj effektivitet for fjernelse af både partikulært og opløst fosfor.



Kompakt filtersystem til drænet højbundsjord.
Tegning: WaterCare Aps.

Partikelfilter
(indløbsside)

Sorbentfilter
(udløbsside)



Kompakt filtersystem til drænvand fra kulstofrig lavbundsjord. Tegning: WaterCare Aps.

Biomassehøst

Biomassehøst kan fjerne mellem 5,6 og 12,2 kg P/ha/år ved ét slæt årligt. Ved denne metode holdes engene lysåbne, så kravet om rydningspligt i landbrugsordningerne overholdes. Høst med maskiner betragtes som forberedelse til naturpleje, hvor næringsstof-niveauet på arealet sænkes. Når fosforindholdet er sænket tilstrækkeligt, kan biomassehøsten ophøre og græssende dyr kan holde engene lysåbne i relation til biodiversitet, eng- og trækfugle. Biomassehøst kan dog ikke altid

sikre, at der undgås fosforfrigivelse ved vådlægning. Ved biomassehøst er hovedudfordringen at få fjernet det vandopløselige fosfor, som frigives ved den tidlige vådlægning af lavbundsjorder. Derfor kan det være nødvendigt at kombinere biomassehøst med andre virkemidler som f.eks. lokale kompakte fosforfilterløsninger ved dræn- eller grøfteudløb. Alternativt kan lavbundsjordene høstes i en længere årrække.

Hyttel, O. (2022); Bondgaard, F. 2025

Biomassehøst på lavbundsjord.
Foto: Ole Hyttel, skovfoged,
Naturstyrelsen



FAKTA OM FOSFORVIRKEMIDLER



Billede 1+2: Intelligente bufferzoner ved Sillerup ved etablering i 2017 og tilgroningen efter 7 år i 2024. Foto: Frank Bondgaard, SEGES Innovation

Drænvirkemidler

Minivådområder, intelligente bufferzoner og sedimentationsbassiner placeres for enden af dræneløb og kan have en god effekt på sedimentation af fosfor. Den store udfordring for anvendelsen af drænvirkemidler er, at der kun gives støtte til etableringen af minivådområder, hvis disse etableres med henblik på at mindske udledningen af kvælstof. Fosforreduktion er således en afledt bonus og ikke et mål i sig selv.

Okkerbassiner

Okkerbassiner kan kun anvendes i begrænset omfang på grund af de nødvendige geokemiske forhold. Risikoen for fosforfrigivelse ved anoxiske forhold i okkerdeponiet grundet tilførsel af kulstof fra lavbundsområdet, mindsker den langsigtede effektivitet af fosfortilbageholdelsen.



Billede 3+4: Okkerbassin med okkerfældning. Foto: Ditte Forsmann

FAKTA OM FOSFORVIRKEMIDLER

Sammenligning af omkostningseffektivitet

Ved en umiddelbar sammenligning af tallene i tabel 2, så vurderes kompakte fosforfiltre som omkostningseffektive og på niveau med andre fosforvirkemidler.

Det er afgørende at vælge det fosforvirkemiddel, som er mest velegnet til den udfordring, der er på den aktuelle lokalitet. Tallene i tabel 2 er kun retningsgivende og forbundet med usikkerhed.

Tabel 2: Sammenligning af fosforvirkemidlers omkostningseffektivitet.

Miljøtiltag	Omkostning/indtægt i kr. pr. kg fjernet fosfor	Fosforeffekt	Referencer
Fosforfiltre ved en indløbskoncentration på 5 mg P/l og udløbskoncentration på 0,1 mg/l	647 - 1.330 kr. (omkostning).	Fosforeffekt >98 %	Notat: Kompakte fosforfiltre. Projektgruppen GUDP-projekt FosLav.
Fosforfiltre ved en indløbskoncentration på 0,5 mg P/l og udløbskoncentration på 0,1 mg/l	7.920 - 16.300 kr. (omkostning)	Fosforeffekt >80 %	Notat: Kompakte fosforfiltre. Projektgruppen GUDP-projekt FosLav
Minivådområder på 1 hektar uden pumpe Godkendt virkemiddel	775 – 20.156 kr. (omkostning)	Fosfortilbageholdelse på 45 %	Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet. SEGES anslået vurdering ud fra rapport
Sedimentationsbassin. Beregnet ud fra omkostningerne til kun et sedimentationsbassin i et minivådområde	78 – 2.016 kr. (omkostning)	Se trend i minivådområde på 1,0 hektar	SEGES Anslået vurdering ved kun at etablere et sedimentationsbassin
Intelligente bufferzoner IBZ ved etabl. omkostning på 100.000 kr./ha Ikke godkendt virkemiddel	2.500 – 5.000 kr. (omkostning)	Fosfortilbageholdelse på ca. 40-50 %	SEGES-vurdering baseret på: Intelligente bufferzoner. Hvordan virker Intelligente BufferZoner? Tabel 2 side 114
Intelligente bufferzoner IBZ. Ikke godkendt virkemiddel	397 – 12.633 kr. (omkostn.) 2.268 – 42.109 kr. (omkostn.) 1.134 – 42.109 kr. (omkostn.)	Erosion: 0,1- 2 kg P/ha Matrixudvaskning: 0,03- 0,35 kg P/ha Makroporetub: 0,03-0,7 kg P/ha 0,16-3,05 kg P/ha	Intelligente bufferzoner Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet. (side 9)
Biomassehøst i 2025 Fjernelse af 5,6 kg fosfor pr. ha, biomassepris på 1,26 kr. pr. kg tørstof og et udbytneniveau ved 3.000 kg tørstof.	620 kr. (omkostning). Tilskud ikke indregnet. Tallene er forbundet med meget stor usikkerhed, da priser, transportafstande og arealstørrelser varierer.	Beregnet på bortførsel i kg. Fosforeffekt i % ukendt	SEGES-rapport: Biomassehøst på lavbundsjord Baseret på erfaringer fra projekterne Life IP Natureman og Høsttek
Biomassehøst i 2025 Fjernelse af 12,2 kg fosfor pr. ha, biomassepris på 1,26 kr. pr. kg tørstof og et udbytneniveau ved 6.000 kg tørstof pr. ha	25 kr. (indtægt). Tilskud ikke indregnet Tallene er forbundet med meget stor usikkerhed da priser, transportafstande og arealstørrelser varierer.	Beregnet på bortførsel i kg. Fosforeffekt i % ukendt	SEGES-rapport: Biomassehøst på lavbundsjord Baseret på erfaringer fra projekterne Life IP Natureman og Høsttek
Okkerbassiner	868 kr. (omkostning)	Fosfortilbageholdelse på 39,5 %	Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet. (side 10)
Topjordsfjernelse	Ca. 800 kr.	Fosforfjernelse på 62-68 %	SEGES-rapport: Omkostningseffektivitet for kompakte P-filterløsninger (2025).

FAKTA OM FOSFORVIRKEMIDLER

Referencer

Andersen, H. E. & Heckrath, G. (redaktører). 2020. Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 338 s. - Videnskabelig rapport nr. 397. <http://dce2.au.dk/pub/SR397.pdf>

Andersen, H. E., Rubæk G.H., Hasler, B.E., Jacobsen, B.H. Virkemidler til reduktion af Fosforbelastningen af Vandmiljøet. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 379 2020. <https://dce2.au.dk/pub/SR379.pdf>

Andersen, H.E., Baatrup-Pedersen, A., Blicher-Mathiesen, G., Christensen, J.P., Heckrath, G., Nordemann Jensen, P. (red.), Vinther, F.P., Rolighed, J., Rubæk, G. & Søndergaard, M. 2016. Redegørelse for udvikling i landbrugets fosforforbrug, tab og påvirkning af Vandmiljøet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 86 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 77. <http://dce2.au.dk/pub/TR77.pdf>

Blicher-Mathiesen, G., Thorsen, M., Houlborg, T., Petersen, R.J., Rolighed, J., Andersen, H.E., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. 2023. Landovervågningsoplande 2021. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt center for Miljø og Energi, 284 s. - Videnskabelig rapport nr. 526. <http://dce2.au.dk/pub/SR526.pdf>

Bondgaard, F. 2025. LandbrugsInfo: Høst af biomasse på lavbundsjord. Rapport: Høst af biomasse på lavbundsjord.

Hyttel, O. (2022). Praktiske erfaringer med høst af biomasse på blødbundsarealer. Dialogmøde 12/06/2022, SAGRO. https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/f/c/5/biomassehost_ikast_biogas.pdf.

Hyttel, O. (2023). Klimaeffekt af udtagning af kulstofrig lavbundsjord. Webinar 08/12/2024, SEGES Innovation. <https://www.seges.tv/video/91478260/klimainsats-pa-kulstofrige-1>.

Hyttel, O. (2023). Klimaeffekt af udtagning af kulstofrig lavbundsjord. PowerPoint slides 08/12/2024, SEGES Innovation. https://life-natureman.dk/media/ka1iplav/hoest-af-biomasse_webinar_seges_klimaudtagning_lavbunds-jord_08_dec_2023.pdf.

Bøgestrand, J. (red.) (2000). Vandområder – Vandløb og kilder 1999. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 336.

Diapure www.diapure.eu

FosLav. Kompakte filterløsninger til minimering af fosfortab til vandmiljøet. <https://projekter.au.dk/foslav>

Grant, R., Laubel, A. & Kronvang, B. (1997). Nedvaskning af fosfor til dræn. Vand og Jord 4, 169-172.

Heckrath G.J. AU-Agro, Bruun Hansen H.C KU-PLEN, Hoffman C.C AU-Bios mfl. 2025. Kompakte fosforfiltre.

Hoffmann CC, Kronvang B, Andersen HE, Kjærgaard C. 2013. Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder, Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. pp. 42. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Kvantificering_af_fosfortab_fra_N_og_P_vaadomraader_rev_26062014_final.pdf

Johansson, L.S., Søndergaard, M. & Sørensen, P.B. (2024). Søer 2022. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 96 s. - Videnskabelig rapport nr. 591. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_500-599/SR591.pdf

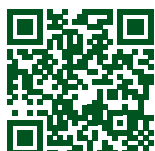
Kjærgaard, C., Hoffmann, C.C. og Greve, M.H. 2009. Risikovurdering af fosfortab fra lavbundsjord. Vand og Jord nr. 2, pp 62-65

Krishnakutty, V., Vijayan, K., Valsalan, R., Francis, M. C., Johnson, S. M., & Mathew, D. (2025). Metagenomic analysis of rice rhizosphere in a uniquely fertile Kole wetland reveals the microbiome contributing to enhanced nutrient availability. Ecological Genetics and Genomics, 100353.

SEGES Innovation. Omkostningseffektivitet for kompakte P-filterløsninger. En sammenligning med hidtil anvendte afværgeforanstaltninger for fosforudledninger.

SEGES Innovation. Er fosforfilter et muligt fremtidigt drænvirkemiddel?

SEGES Innovation. Biomassehøst på lavbundsjord.



SCAN OG LÆS MERE OM:
FosLav. Kompakte filtersystemer for fosfor i drænvand fra høj- og lavbundsjord



SCAN OG LÆS MERE OM:
Er fosforfilter et muligt fremtidigt drænvirkemiddel?



SCAN OG SE VIDEO OM:
FosLav – Kompakte filtersystemer for fosfor i drænvand fra høj- og lavbundsjord



SCAN OG LÆS MERE OM:
Nyt GUDP-projekt vil fjerne fosfor fra lavbundsjoeden