

Kan styret dræning reducere kvælstofudledningen?

Der har gennem mange år været arbejdet med at udvikle og dokumentere nye virkemidler til at reducere udledningen af kvælstof til det marine vandmiljø. Formålet har været at få en bredere vifte af virkemidler med henblik på at gøre kvælstofindsatsen mere omkostningseffektiv. Et af de nye virkemidler, der har været arbejdet med, er styret dræning (SD), der i udenlandske undersøgelser har vist stort potentiale for reduktion i kvælstofudledningen via dræn.

CHRISTEN D. BØRGESEN, I. K. THOMSEN,
F. P. VINSTER, M. V. CARSTENSEN,
E. O. BACH, A. B. MØLLER, M. DEICH-
MANN, S. K. HVID, N. B. OLESEN,
B. KRONVANG & B. MOESLUND

En betydelig del af næringsstofudledningen til overfladevand sker via dræn, og det antages, at godt halvdelen af landbrugsarealet i Danmark er drænet. Specielt på lerjord er dræning nødvendig, dels for at sikre luftskifte til rødderne i løbet af vækstsæsonen, dels for at jorden bliver farbar i det tidlige forår. Med dræningen er der imidlertid skabt en effektiv transportvej for overskudsnedbør og de deri opløste næringsstoffer direkte fra rodzonen til overfladevand. Her forekommer kun en minimal reduktion af kvælstof (N) fra jorden til overfladevandet.

Ved styret dræning (SD) reguleres vandstanden i jorden (hæves i efterår og vinterperioden, Figur 1), hvorved jordens vandmætningsgrad i vinterperioden øges og vandets transportveje påvirkes. Jordens vandindhold påvirker betingelserne for de biologiske omsætningsprocesser i jorden samt dræning via drænrør. I figur 1 er de overordnede processer vist, og hvor der er angivet spørgsmålstegn, er disse undersøgt i projektet.

Udenlandske erfaringer med SD /1-5/ viser generelt, at SD er et effektivt virkemiddel til at mindske udledningen af næringsstoffer gennem dræn. Svenske forsøg /2-3/ viste en re-

Boks 1. Målinger og opgørelser gennemført i forsøgsperioden på de forskellige forsøgslokaliteter

- Plantevækst og udbyttmålinger
- Afstrømningen fra jorden blev fulgt med målinger af øvre grundvandsdybde og måling af afstrømningen igennem drænrørene
- Vandbalancen blev opgjort ud fra modelberegninger med lokale vejrdata.
- N₂O-emissionsmålinger gennem efterår og vinter
- Dynamikken i jordens mineralske kvælstofindhold er målt i forår og efterår
- Tab af ammonium og nitrat samt opløst P gennem dræn blev opgjort ud fra målinger af drænafstrømning og målinger af P- og N-koncentrationer i drænvand
- Undersøgelser af evt. sedimentophobning i drænsystemet ved tv-inspektion
- Målinger af sedimenttransport under forsøget
- Jordbundsbeskrivelse med kortlægning, profilgravning, tekstur, kemiske og hydrauliske analyser

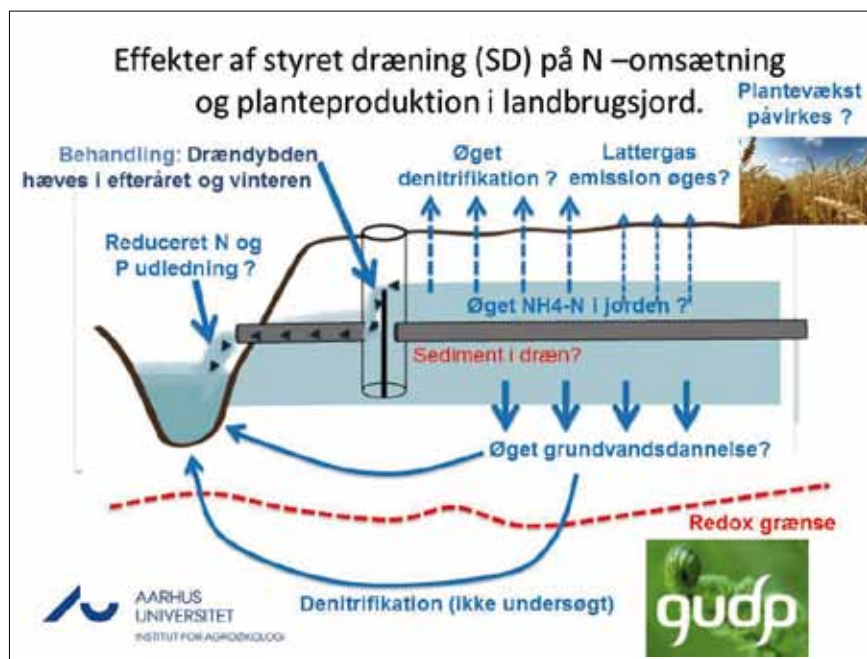
duktion i drænudledning af N på 78-94 %, mens tabet af fosfor (P) blev reduceret med 58-85 %. I USA har SD været praktiseret i flere årtier med to formål, dels tilbageholdelse af vand i rodzonen i vækstsæsonen (rodvanding), men også til at reducere N-udvaskningen gennem dræn. Effekten af sidstnævnte har varieret meget og er opgjort til at ligge mellem 1-40 kg N/ha. Nogle undersøgelser har

desuden vist højere udbytter for vårafgrøder /2/.

I GUDP projektet "Kontrolleret dræning som virkemiddel til reduktion af kvælstofudledningen til vandmiljøet" er SD for første gang blevet undersøgt under danske forhold på fire forskellige lokaliteter over en tre-årig periode (2012-2015) (Figur 2). Projektet er gennemført i samarbejde mellem SEGES,

Tabel 1. Reduktion af drænafstrømning (% og mm) fra marker med SD i forhold til almindelig dræning, hvor + angiver en øget afstrømning.

	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15
	%	%	mm	mm
Bredkjærvej	+14	14	+26	40
Hedemarksvej	6-12	38-52	9-19	97-111
Hofmansgave	11-61	10-55	16-111	16-108



Figur 1. Principskitse for styret dræning. Spørgsmålstejn viser undersøgelser ved målinger eller modelanalyser.

Institut for Agroøkologi og Institut for Bioscience ved Aarhus Universitet, Orbicon samt Wavin.

Første år i forsøgene er reference år (ingen behandling), og de to følgende år er der på hver lokalitet markblokke "med" og "uden" SD. På to af lokaliteterne (Hedemarksvej og Bredkjærvej ved Odder i Østjylland) er der udført detaljerede studier på drænedet lerjordsmarker dyrket med vinterhvede. På de to øvrige lokaliteter (sandjorde) er måleprogrammet mindre. I projektet er der gennemført en række undersøgelser for at belyse effekter af SD, beskrevet i boks 1. Resultaterne er samlet i boks 2.

Effekter på grundvand og drænvandsafstrømning

Effekten af SD på grundvandsstand og drænastrømning på Hedemarksvej var kraftigst i 2014/15, hvor drænastrømningen blev reduceret med 40-50% sammenholdt med kontrolfelterne (Tabel 1). Dette kunne også ses i det øvre grundvandsspejl, som i perioder var beliggende op til 30-40 cm højere på dele af SD forsøgsarealerne. På Birkelse (hævet havbund, Litorina) sås en effekt på grundvandsspejlet på begge felter med SD. Her blev reguleringen af vandstanden foretaget i selve grøften, hvilket viste sig at være effektivt til at hæve grundvandsspejlet mere jævnt ind på marken sammenlignet med ændring af drændybden via hævnings af drænrørene på de øvrige lokaliteter.

Effekter på kvælstofudledning med drænvand

Tre lokaliteter viste forskellige effekter på N-tabet med drænvand, mens effekten ikke kunne opgøres for Bredkær lokaliteten grundet store jordbundsmæssige forskelle på de to forsøgsarealer.

Figur 3 viser N-udledningen i drænrør for hvert af de tre år. Det ses, at for Hofmangsgave var der stor forskel i udledningen mellem de tre marker. I figur 4 er effekten af SD på N-udledningen via dræn vist. Effekten af SD er generelt størst i 2014/15, hvilket er sammenfal-

dene med at drænastrømningen også påvirkes mest i dette år. Gennemsnitseffekten kan opgøres til en reduktion på ca. 6 (-1 til 23) kg N/ha i 2013/14 og ca. 8 kg (-3 til 14) N/ha i 2014/15. Reduktionen i N udledning gennem dræn svarer til en reduktion på henholdsvis 25% i 2013/14 og 30% i 2014/15. Den del af udvaskningen, der transporteres uden om dræn til grundvand og vandløb (jf. figur 1) måles ikke i forsøget, men udgør ud fra modelanalysen en stor del af udvaskningen. Drænuledning er derfor ikke lig med rodzoneudvaskning, som kan måles ud fra sugecellemålinger eller modelberegnes med eksempelvis NLES4 /6/.

Sideeffekter – udbytter, drivhusgasser, fosfor, sediment

Der har i forsøgene været fokus på positive og evt. negative effekter af SD på drænsystemernes funktion. Der blev ikke fundet øget sedimentindhold i drænvandet ved SD. Sedimentindtrængning i drænrør er kendt som et problem på visse jordtyper ved ringe pakning af drænrørene. Ved SD hæves det øvre grundvandsspejl med maksimal stigningshøjde i drænbrønden (Figur 1), men det betyder ikke at drænrørene havde større sedimentindtrængning.

Forsøgene har afsløret en negativ effekt på fosfor (P) udledningen ved SD på én forsøgslokalitet (Litorina fladen, Nordjylland). Her steg P-udledningen med en faktor mellem 2 og 7 svarende til en stigning fra <math><0.1\text{ kg P/ha}</math> til $0.3\text{--}0.5\text{ kg P/ha}$. Dette er i overensstemmelse med et lavt molforhold mellem jern (Fe) og P (molforhold <math><25</math>) i jorden, og



Figur 2. Placering, karakteristik af fire forsøgslokaliteter med styret dræning (SD).

Boks 2. Resultater opnået fra forsøgene

Effekter og sideeffekter af SD	
Effekt på planteproduktion	Ingen
Effekt på klimagasser	Ingen målbar effekt på lattergas (Hedemarksvej)
Effekt på P-udvaskning	Stigning (Birkelse (faktor 2-7) fra <0,1 kg P/ha til 0,3-0,5 kg P/ha. Øvrige ingen betydelig effekt
Effekt på N-udledning via dræn	Gennemsnit 25% og 30% i de to år med SD der primært skyldes reduktion i drænafstrømningen
Dynamikken i jordens mineralske kvælstofindhold	Ingen effekt
Effekt på N-udledning via dybe jordlag til vandløb	Udvaskning via dybere jordlag direkte til vandløb eller sidedræn, er ikke målt
Effekt på dræandel af afstrømning	Mindre drænafstrømning. Stor variation 5-60 %
Effekt på nitratkoncentration i drænvand	Lidt lavere på to lokaliteter (Hedemarksvej og Hofmangave). Betydelig lavere på forsøgsarealerne i Birkelse
Effekt på sediment i drænrør	Ingen konstateret effekt (Hedemarksvej)
Potentialet for SD i Danmark	Antages maks. 0,5% terrænhældning og arealer >5 ha, (ca. 4% svarende til ca. 100.000 ha). Antages maks. 1% terrænhældning og sammenhængende marker på >5 ha, (ca. 9% , svarende til ca. 250.000 ha)

dermed en større risiko for P-frigivelse ved jernreduktion ved vådlægning /7/.

Potentialet for styret dræning i Danmark

Erfaringerne fra projektet med SD, koblet med omfattende GIS analyser, har ført til et nyt landsdækkende korttema for områder egnet til SD. Disse kort ligger som pdf-filer, der

kan downloades fra <http://gefionau.dk/var/styret-draening.htm>. I figur 5 er vist et af disse kort, hvor der ud fra fire kriterier: 1) lerindhold i underjorden; 2) landskabshældninger (<1%); 3) at området ligger i landbrugsarealet i 2014 og landskabssegment ikke er klit og 4) markarealet er sammenhængende over 5 hektars størrelse. Pdf-filerne repræsenterer tre hældninger <0,5%, < 1% og <1,5%) og

egnede områder er opdelt efter sammenhængende arealstørrelser.

Perspektiver

Erfaringerne opsamlet over projektperioden har vist, at det er svært at styre vandindholdet i de øvre jordlag via drænene. Flade områder med højt grundvandsspejl og effektiv dræning giver de bedste forudsætninger for styret dræning. Men forsøgene viser også, at SD på visse jordtyper kan øge fosforudvaskning.

SD som virkemiddel til reduktion af kvælstofudvaskningen er kun dokumenteret mht. til virkningen på drænuledningen. Der kræves yderligere markundersøgelser, hvor effekten af SD måles i forhold til den samlede belastning, dvs. både via drænen og på transport via dybere jordlag.

Etablering af SD i drænedede lavninger, hvor vandet naturligt samles og reducerende forhold bedre kan etableres, har formodentlig en større effekt på udledningen end SD på markfladen. Anvendelse af SD i pumpelag (hvor grundvandsspejlet reguleres ved pumpning) kan også være oplagt.

Dette projekt har som det første af sin art her i landet, belyst nogle af mulighederne og begrænsningerne ved SD, men der udestår endnu en del spørgsmål til besvarelse. Målet er at SD på sigt, bliver godkendt som et effektivt virkemiddel til reduktion af kvælstofudledningen til vandmiljøet fra landbrugsarealer.

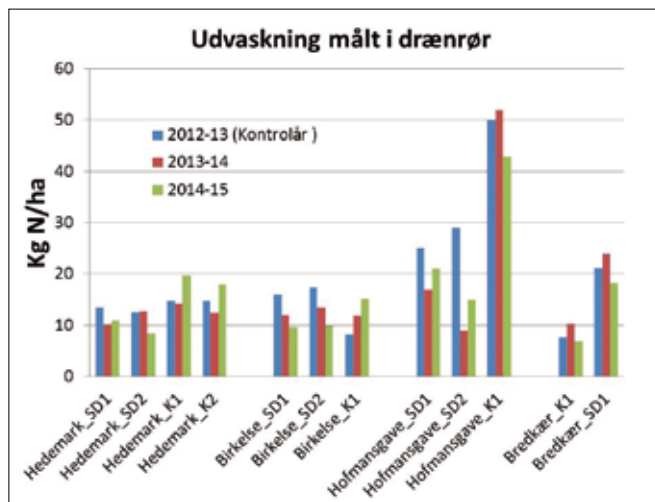
CHRISTEN DUUS BØRGESEN, INGRID K. THOMSEN, FINN P. VINTER, EVA. O. BACH, MAJKEN DEICHMANN, OG ANDERS B. MØLLER er alle ansat ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. METTE V. CARSTENSEN, NIELS BERING OVESEN OG BRIAN KRONVANG er ansat ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet. SØREN KOLIND HVID er Landskonsulent for gødskning ved SEGES Planter & Miljø. BJARNE MOESLUND er senior projektleder ved Orbicon.



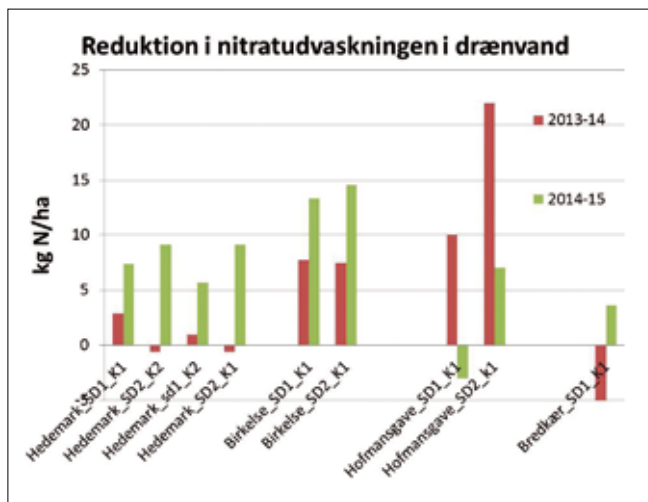
Foto 1. Hedemarksvej, etablering af forsøgsinstallationer. August 2012



Foto 2. Bredkjærvej, forsøgsareal med hævet grundvandsspejl. November 2013



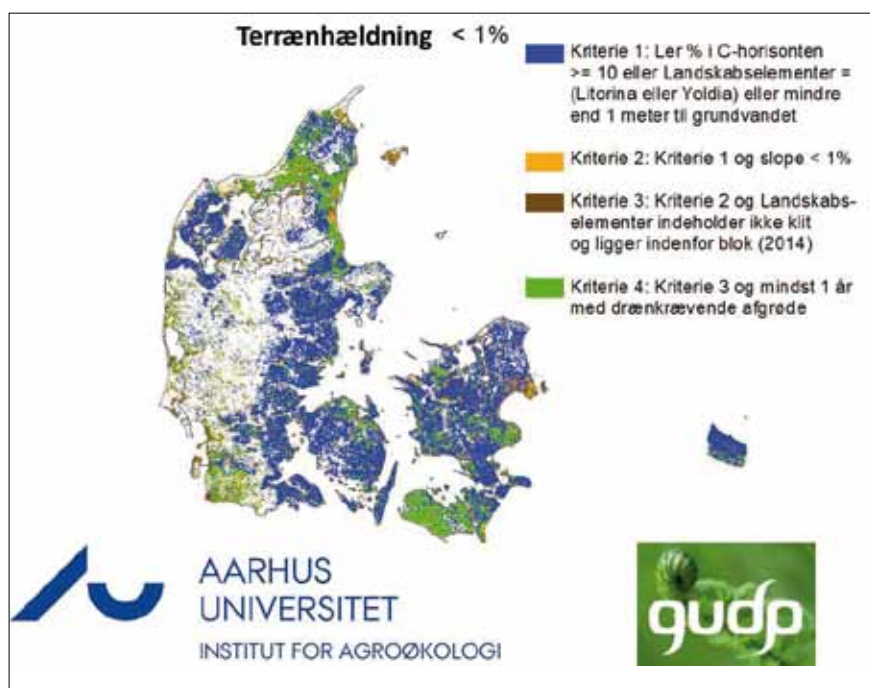
Figur 3. Nitratudledningen fra dræn (Bredkærvej, Hedemarksvej og Hofmangsgave) og i grøft (Birkelse) fra de 12 forsøgsmarkblokke. Hofmangsgave er korrigeret for efterafgrøder på dele af arealet i 2013/14.



Figur 4. Effekten af styret dræning på udledningen af nitrat gennem drænrør. (SD1, SD2, K1, K2 angiver forskellige markblokke med styret dræning, K: normal dræning). Reduktionen er normaliseret i forhold til udvaskningsforskellen i kontrolåret (2012/13). Hofmangsgave er desuden korrigeret for efterafgrøde.

Referencer

- /1/ Gilliam, J. W., Skaggs, R. W., Weed, S. B. 1979. Drainage control to diminish nitrate loss from agricultural fields. J. Environ. Qual. 8, 137-142.
- /2/ Wesström, I., Messing, I. 2007. Effects of controlled drainage on N and P losses and N dynamics in a loamy sand with spring crops. Agric. Water Man. 87, 229-240.
- /3/ Wesström, I., Messing, I., Linnér, H., Lindström, J. 2001. Controlled drainage – effects on drain outflow and water quality. Agric. Water Man. 47, 85-100.
- /4/ Williams M.R., King K.W. Fausey N.R. 2015. Drainage water management effects on tile discharge and water quality. Agricultural Water Management 148, 43-51.
- /5/ Woli, K.P., David, M.B., Cooke, R.A., McIsaac, G.F., Mitchell, C.A. 2010. Nitrogen balance in and export from agricultural fields associated with controlled drainage systems and denitrifying bioreactors. Ecological Engineering 36, 1558–1566.
- /6/ Kristensen, K., Waagepetersen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G. 2008. Reestimation and further development in the model N-LES – N-LES3 to N-LES4. DJF Plant Science 139. 25 pp.
- /7/ Forsmann, D. og Kjærgaard, C. 2014. Phosphorus release from anaerobic peat soils during convective discharge – Effect of soil Fe:P molar ratio. Geoderma 223-225: 21-32



Figur 5 Potentielle områder egnet til styret dræning udvalgt efter forskellige kriterier. Grønne områder viser potentielle områder for styret dræning i Danmark med terrænhældning <1%.



Foto 3. Hedemarksvej, etablering af målebånd og styringsbånd. August 2012