

# Våde naturtyper i det udrænedede og drænedede landskab

De seneste to hundrede års afvanding af lavbundslande i Danmark har medført en betydelig reduktion i de arealer hvor de våde naturtyper kan vokse. Digitalisering af tre historiske kortværker er lavet for at kvantificere hvilke afvandingsperioder og afvandingsmetoder der har været mest betydende for naturtypernes historiske udbredelse.

BERTEL NILSSON, MOGENS HUMLEKROG  
GREVE, METTE BALSLEV GREVE,  
MARIANNE B. WIESE, LISBETH  
TOUGAARD & SONJA LI TIND

## Baggrund

I forbindelse med udarbejdelse af Statens Vand- og Naturplaner skal Naturstyrelsen tilvejebringe et landsdækkende overblik over de steder hvor grundvandsafhængige terrestriske økosystemer (GATØ naturtyper) forekommer i forskellig naturkvalitet og bevaringsstatus (dårlig til høj). Tilstandsvurderingen skal gøres arealdækkende på landsplan baseret på data der er tilgængelige, eller kan gøres tilgængelige. Denne artikel sammenfatter et arbejde udført af GEUS og Aarhus Universitet for Naturstyrelsen /1/, hvor ny viden er tilvejebragt om våde naturtyper udbredelse i historisk perspektiv efter, at historiske kortværker fra tre testområder er blevet digitaliseret. Den ny viden skal støtte Naturstyrelsens beslutning om, hvilken referencetilstand den aktuelle naturkvalitet skal holdes op mod, set med historiske briller.

## Dræningens begyndelse

GATØ naturtyperne er gennem historien blevet påvirket som følge af afvanding af de våde lavbundsarealer. Afvandingen er sket som et resultat af en mere eller mindre tilsluttet menneskeskabt indgriben i vandets kredsløb. Metoderne til afvanding omfatter grøftning, rør-dræning, vandindvinding, intensivisering af landbrugsdriften og øget bydannelse i lavbundsarealerne. Nærværende arbejde giver en kvalitativ vurdering af betydningen af disse

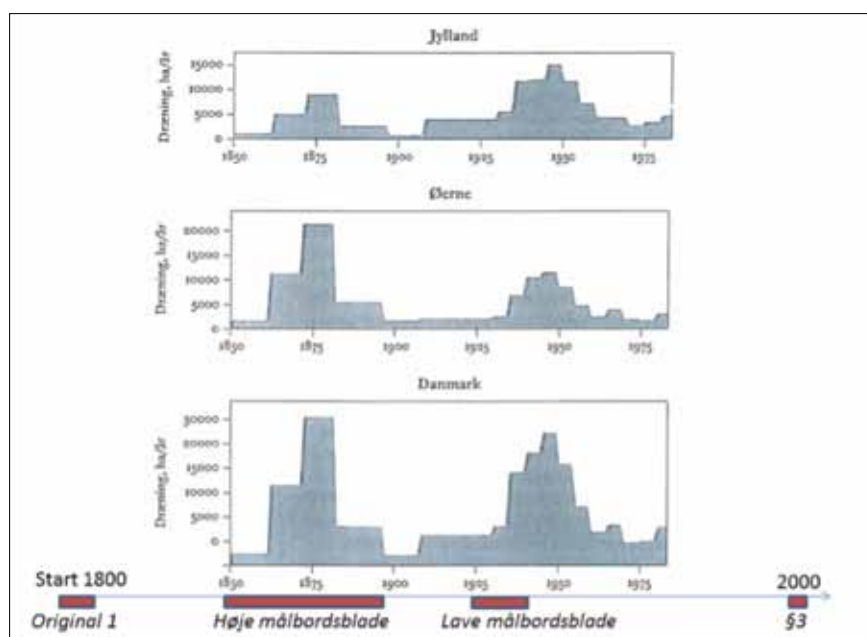
afvandingsindgreb for reduktionen i den arealmæssige udbredelse af vådområder i de seneste 200 år.

Drænrøret som cylindrisk lerrør blev opfundet i England omkring 1843 og kom til Danmark i 1850-erne, hvor det fik afgørende indflydelse på en øget produktivitet i landbruget. I dag anses ca. 50 % af landbrugsarealet for rørlagt med 8-20m afstand. Der findes ingen sikre statistikker over udviklingen af dræningen. Det bedste estimat på hvor stor og hvornår dræningsaktiviteten har fundet sted igennem de seneste 150 år kommer fra indberetninger om mængden af producerede tegldræn fra teglværkerne til Landbrugsministeriet /2/. Landbrugsministeriet gav nemlig tilskud til rørlæg-

ning i jorden pr. ha i de forskellige landsdele. Den første dræning fandt sted omkring 1850 på de mest vandlidende lerede jorder på Sjælland og øerne, samt Østjylland og rørdræningen intensiveredes i perioden 1860-80 (Figur 1). I perioden 1935-60 gjorde man en særlig indsats på at dræne lavbundsarealerne i Jylland ved rørdræning. Den seneste dræningsperiode blev hjulpet godt på vej med statsstøttede afvandingsopgaver ved dræning, som følge af Kanslergadeforliget i 1933. Dræningsopgaverne blev igangsat for at modvirke en kraftigt stigende arbejdsløshed i starten af 1930-erne.

## De historiske kortværker

Med udgangspunkt i fire offentligt tilgængelige



Figur 1. Rørdræningen af Danmark i perioden 1850-1983 sammenholdt med perioderne for optegning af de seneste to århundreders landsdækkende kortværker: Original 1, Høje og Lave målbordsblade og §3 områder fra Danmarks Areal Informations database (modificeret fra /2/).



Figur 2. Sognegrænser omkring de tre testområder Bjerringbro/Hvorslev, Tåstrup og Nord Fyn, der indgår i vurderingen af arealmæssige ændringer i eng og mose de seneste 200 år /1/.

landsdækkende kortværker på [www.gst.dk](http://www.gst.dk) (tre historiske og et moderne kortværk) afgrænser de områder der er kortlagt som eng og mose. Bemærk at disse to våde naturtyper anses for de bedste repræsentanter for GATØ naturtyper på de historiske kortværker.

O1 kortværket består af matrikelkort fremstillet i målestok 1:4.000 (land) og 1:800 (by), der dækker opmåling af ejendomme på landet fra 1806-1822 og fortsatte for mindre områder indtil 1867. Ældre købstæder blev matrikuleret i 1863 - ca. 1880 /3/.

Original 1 matrikel kortene (O1), der antagelig bedst ligner det "naturligt" udrænede landskab i starten af 1800-tallet, velvidende at omfattende afvandinger ved grøftning længe før har fundet sted af hårdt arbejdende landarbejdere og munke helt tilbage i den tidlige middelalder i 1100-1200 tallet /4/.

De høje målbordsblade er topografiske kort i målestok 1:20.000, der blev opmålt i perioden 1842-1899, suppleret med kort i Sønderjylland fra 1921-30. Sjælland og Lolland Falster blev opmålt fra syd mod nord i 1842-62 og igen i 1887-1899; Fyn i 1862-67, Jylland fra syd mod nord i 1867-87, samt Bornholm i 1887. Kortene er udarbejdet i en periode af afvandingshistorien hvor væsentlige dele af de lerede jorder på Sjælland og øerne samt Østjylland rørlægges med dræn. Da opmålingen af de høje målbordsblade startede på Sjælland og Lolland-Falster er det ikke særlig sandsynligt at dræningen af vådområderne i Østdanmark kan registreres i de høje målbordsblade. Da store dele af Jylland først blev kortlagt mod slutningen af perioden for kortlægning af de høje målbordsblade, da forventes afvandingen ved rørdræning at have sat sit aftryk i udbredelsen af eng- og mosearealer i Vestdanmark i dette kortværk. Omkring 1850 lægger vandforsyningen til de største danske byer om fra at bruge overflade-

vand til at bruge oppumpet grundvand til drikkevandsformål (Odense, 1851; Ålborg, 1854; Åbenrå, 1858; København, 1859). Århus tager først grundvandet i brug omkring 1920. I 1894 var der 27 byer med eget vandværk /5/. Det må være begrænset hvor meget disse nye vandværker har kunnet afvande vådområder, ud over de helt bynært beliggende lavbundslande.

De lave målbordsblade er topografiske kort optegnet i målestok 1:20.000, opmålt i perioden 1928-45. De lave målbordsblade viser med stor sandsynlighed udbredte effekter på det drænede landskab efter rør-dræning på Sjælland, Øerne og Østjylland. Til gengæld kan dræningen af lavbundslande i Jylland i perioden 1930-60 i form af de store landvindingsprojekter ved inddæmning af fjorde og tømnings af søer ikke ses på de lave målbordsblade /6/. Indvindingen af grundvand udviklede sig hurtigt i perioden op til 1920'erne, hvor antallet af kommunale vandværker i byerne steg til 70 anlæg og 1.200 anlæg på landet, ofte ejet af private interessentskaber /7/. I starten af 1970'erne var tallet steget til et samlet antal på knap 6.000 vandværker, hvortil kom ca. 200.000 enkeltforsyninger på landet. Omfanget

af grundvandsindvinding forventes at have afvandet arealer med eng og mose af en betydelig størrelse.

§3 områdernes eng- og mosearealer er her valgt som fællesarealerne for den nuværende fordeling af de våde naturtyper. Naturbeskyttelseslovens §3 beskyttede naturarealer er blevet kortlagt flere gange af amter og kommuner. §3 områderne er sammensat af informationer fra flere datakilder, hvor af langt de fleste stammer fra Danmarks Areal Information (DAI), men der er også områder hentet fra driftsplaner fra Naturstyrelsen og driftsplaner fra forsvaret. I den arealmæssige opgørelse af §3 områderne forventes tydelige ændringer i eng- og mosearealerne som følge af grundvandsindvinding, dræning af lavbundslande, intensivering af landbrugsarealerne, samt udbredelse af bynær bebyggelse ud i de rekreative lavbundsarealer.

### Våde naturtyper på digital form

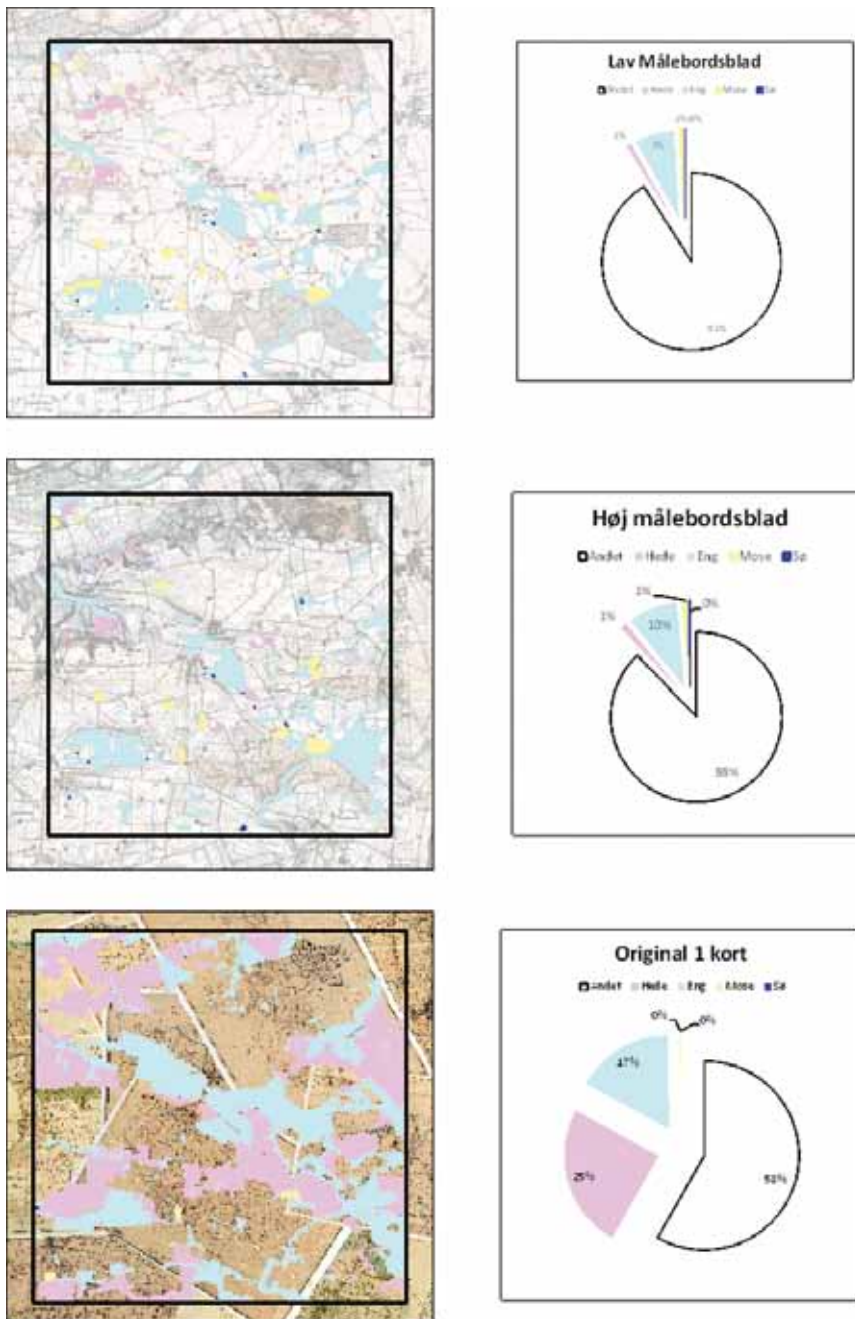
Ikke alle kortværker foreligger i dag på digital form. Tabel 1 giver en status for hvor langt den offentlige forvaltning er med at bearbejde kortværkerne (i) fra scannede papirudgaver, (ii) via en relativt tidskrævende georeferering af hver enkelt kortblad, (iii) til et digitaliseret landdækkende slutprodukt.

Et vigtigt mål med nærværende projekt har været at etablere den arealmæssige sammenhæng mellem våde naturtyper i tid og sted. Dette er gjort ved at digitalisere O1 kort, høje og lave målbordsblade i samme 5x5km<sup>2</sup> testområder i Bjerringbro/Hvorslev, Tåstrup og Nordfyn (Figur 2), hvor Aarhus Universitet i tidligere projekter har arbejdet med historiske kort af lavbundslande.

Til sammenligningen mellem de ældre kortværker med et moderne kortværk har vi valgt kortlægningen af §3 områderne af eng- og mosearealer. Ændringer i arealer med eng og mose kan derved sammenlignes på et ensartet grundlag i et 200-årigt afvandingsperspektiv.

Tabel 1. Scanning, georeferering og digitalisering af de fire kortværker. §3 områder repræsenterer det moderne kortværk.

Kortværker	På landsplan	Naturstyrelsen projekt (Tre 5x5km <sup>2</sup> testområder) /1/
O1	Scannet, dækker hele landet (undtagen Sønder Jylland)	Georeferering Gammel digitalisering af eng- og mosearealer
Høje målbordsblade	Scannet og georefereret	Ny digitalisering af eng- og mosearealer
Lave målbordsblade	Scannet og delvis digitaliseret (fælles klasse af våde naturtyper)	Ny digitalisering af eng- og mosearealer
§3 områder	Digitaliserede arealer med GATØ naturtyperne tilgængelig i naturtilstandsdata-basen	Tilgængelig i naturtilstandsdata-basen



Figur 3. Arealmæssig fordeling af eng- og mosearealer indenfor testområdet ved Tåstrup i Østjylland.

### Historisk reduktion i eng- og mosearealer

For de tre 5x5 km<sup>2</sup> (2.500ha) testområder i Bjerringbro/Hvorslev, Tåstrup og Nord Fyn er arealerne for mose og eng blevet opgjort. Her eksemplificeret ved opgørelsen for Tåstrup området (Figur 3). En tydelig reduktion af det samlede areal for eng og mose kan ses i alle tre testområder på knap 20 % af arealet (ca. 500 ha) i starten af 1800-tallet til en halvering i anden halvdel af 1800-tallet, hvor det høje målbordsblad tegnes for de tre testområder. Perioden fra ca. 1810 og frem er præget af omfattende afvanding ved grøftning, da incitamentet for den enkelte landmand øges kraftigt med grundlæggende ændringer i

ejerforholdene omkring jord. Den betydelige forøgelse af det opdyrkede areal resulterede i en stor fremgang i kornproduktionen. Det samlede areal ændres ikke væsentligt mellem anden halvdel af 1800-tallet og 1925-45 (lave målbords blad), men der sker en yderligere reduktion til 1-4 % fra perioden 1925-45 og til 2000, svarende til en total reduktion på 65-90 % af lavbundsarealet i forhold til starten af 1800-tallet. Engarealerne har gennem de 200 år fyldt betydeligt mere end mosearealerne og er således tilsvarende reduceret mest.

Hvilke faktorer har så spillet afgørende ind i de forskellige tidsperioder? Grøftning har langt overvejende været anvendt som afvandsningsmaskine i første halvdel af 1800-tallet. Grøftning

gen fortsætter derefter og suppleres med omfattende rørdræning af de lerede jorde beliggende øst og nord for Hovedstilstandslinjen fra sidste istid. Op igennem 1900-tallet forventes den stadig mere intensiverede grundvandsindvinding at få betydning for afvanding af lavbundslande langs vandløb og mindre mosehuller på markerne /8/. Afvandingen af lavbundsarealer som følge af grundvandsindvinding har ikke været tilsigtet. De såvel tilsigtede som utilsigtede afvandsningsformer er listet i Tabel 2, hvor den relative påvirkningsgrad er vurderet i et 200 årigt perspektiv. Vurderingerne gælder generelt for Danmark og der kan være betydelige regionale forskelle i landet, hvornår de enkelte aktiviteter få sin virkning. Introduktionen af drænrøret i ca. 1850 samt indførelsen af Loven af 1858, hvor det blev lovligt at bortlede vand over anden mands (naboens) mark må anses for måske de vigtigste forhold der forklarer den store reduktion i de våde eng- og mosearealer fra udarbejdelsen af O1 kortene i starten af 1800-tallet til de høje målbordsblade laves i anden halvdel af 1800 tallet. I nyere tid ser det desuden ud til at vandindvindingen har haft store betydning.

### Referencer

- 1/ Nilsson, B., Wiese, M.B., Tougaard, L., Højberg, A., Troldborg, L., Greve, M.H., Greve, M.B., Tind, S.L. 2014: Forstudium til vurdering af udbredelse og påvirkning af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer i det udrænede og drænede landskab. Rapport er udarbejdet af GEUS og Aarhus Universitet for Naturstyrelsen.
- 2/ Olesen, S.E. 2009: Kortlægning af potentielt dræningsbehov på landbrugsarealer opdelt efter landskabsselement, geologi, jordklasse, geologisk region, samt høj/lavbund. Intern rapport fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, DJF Markbrug Nr 21, pp. 31.
- 3/ Korsgaard, P. 2006: Kort som kilde. En håndbog om historiske kort og deres anvendelse. Dansk Historisk Fællesråd. Sammenslutning af Lokalkarkiver.
- 4/ Breuning-Madsen, H. 2010: Drænrørets indførelse og betydning i et landbrugs- og miljømæssigt perspektiv. In: Det fremmede som historisk drivkraft. Danmark efter 1742. Et festskrift til hendes majestæt Dronning Margrethe II ved 70-års-fødselsdagen den 16. april 2010. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Side 158-165.
- 5/ Barfod, J. 1977: Vand i W.E. von Eyben (red.). Dansk Miljøret, 257-288. Akademisk Forlag.
- 6/ Hansen, K. 2008: Det tabte land. Den store fortælling om magten over det danske landskab. Gads Forlag.
- 7/ Engberg, J. 1999: Det heles vel. Forureningsbekæmpelse i Danmark fra loven om sundhedsvedtægter i 1850'erne til miljøloven 1974. Københavns kommune. Miljøkontrollen.
- 8/ Johansen, O.M., Pedersen, M.L., Jensen, J.B. 2011: EF-

Tabel 2. Forskellige menneskelige indgreb der tilsigtet eller utilsigtet har resulteret i afvanding af lavbundsjordene i Danmark. Årstallene i parentes angiver de perioder, hvor optegningen de historiske kortværker har fundet sted indenfor de tre testområder /1/.

	O1 kort (ca. 1800)	Høje målbordsblade (1860-1880)	Lave målbordsblade (1925-1945)	§3 arealer, DAI (2000)
	1800-1850	1850-1900	1900-1950	1950-idag
Grøftning	+++	+	+	+
Rør-dræning	-	+++	+++	+++
Grundvandsindvinding	-	+	++	++
Bynær udvidelse	-	-	-	+

-: ingen påvirkning; +: mulig mindre påvirkning; ++: nogen påvirkning; +++: stor påvirkning

fect of groundwater abstraction on fen ecosystems. Journal of Hydrology, 402, 357-366.

BERTEL NILSSON er seniorforsker i Hydrologisk afdeling, GEUS. E-mail: bn@geus.dk.

MOGENS HUMLEKROG GREVE er sektionsleder ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. E-mail: mogensh.greve@agrsci.dk.

METTE BALSLEV GREVE er GIS koordinator ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. E-mail: MetteB.Greve@agrsci.org.

MARIANNE B. WEISE er systemudvikler ved Geologisk Datacenter, GEUS. E-mail: mbw@geus.dk.

LISBETH TOUGAARD er IT-konsulent ved Geologisk Datacenter, GEUS. E-mail: lit@geus.dk.

SONJA LI TIND er IT-medarbejder ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. E-mail: sonja.tind@agrsci.dk.

## Blåt klip: Hormoner i spildevand ændrer reproduktionsevnen hos fisk

Mange vandløb er påvirkede af spildevand, fordi vandindvinding reducerer den basale vandføring og fordi der mange steder udledes forholdsvis store mængder rensat spildevand.

Det rensede spildevand kan indeholde en blanding af kemiske stoffer inklusive medicinrester som ikke er blevet fjernet gennem rensningen. Blandt disse stoffer er østrogener som 17 $\alpha$ -ethinylestradiol (EE2) fra p-piller, som vi ved kan have negative effekter på fisks reproduktion.

Nye undersøgelser viser, at østrogener også kan påvirke fiskebestande gennem andre mekanismer end reproduktion f.eks. ved reduceret overlevelse og kumulative effekter, som kun kan observeres over flere generationer.

Forskere har undersøgt effekten af EE2 på bestande af en amerikansk art af Elritse (*Pimephales promelas*) over flere generationer. De benyttede EE2 koncentrationer i det interval som er almindeligt i vandmiljøet (3-11 ng/l). Eksperimenter i udendørs tanke, der repræsenterede næste naturlige forhold, blev suppleret med akvarie forsøg i laboratoriet.

Resultaterne viste en stigning i dødelighed hos hanfisk med en faktor 1,7 for hver 1ng/l af EE2 der blev tilsat. Ingen hanner levede længere end 126 dage, når de blev udsat for 11 ng/l. Hunnerne var mindre påvirkede, hvor ca.

50% overlevede i det samme tidsrum. I naturen lever Elritsen mellem et og tre år.

Yderligere viste forsøg, at eksponering af første generation på reproduktionstidspunktet reducerede antallet af æg, fostre og ungfisk ved alle de undersøgte koncentrationer. Eksponering af anden generation tidligt i livet resulterede i næsten ingen æg eller larver. Selv ved den laveste koncentration var overlevelsen af tredje generation reduceret, selv om forældrene blev overført til uforurennet vand fem måneder før reproduktionen.

Resultaterne viser, at ved naturligt forekommende koncentrationer af EE2 påvirkes Elritsens populationsdynamik ved påvirkning af reproduktionsevnen over flere generationer, hvilket kan medføre at bestande ikke kan gen-

etablere sig efter østrogen eksponering.

Forsøgene er gennemført i USA, men forskerne mener, at resultaterne er relevante for alle fisk med høj reproduktionsrate og relativ kort livslængde i miljøer, hvor østrogener forekommer.

### Kilde

Schwindt, A.R., Winkelman, D.L., Keteles, K. et al (2014).

An environmental oestrogen disrupts fish population dynamics through direct and transgenerational effects on survival and fecundity. Journal of Applied Ecology DOI: 10.1111/1365-2664.12237.

Claus Hagebro

