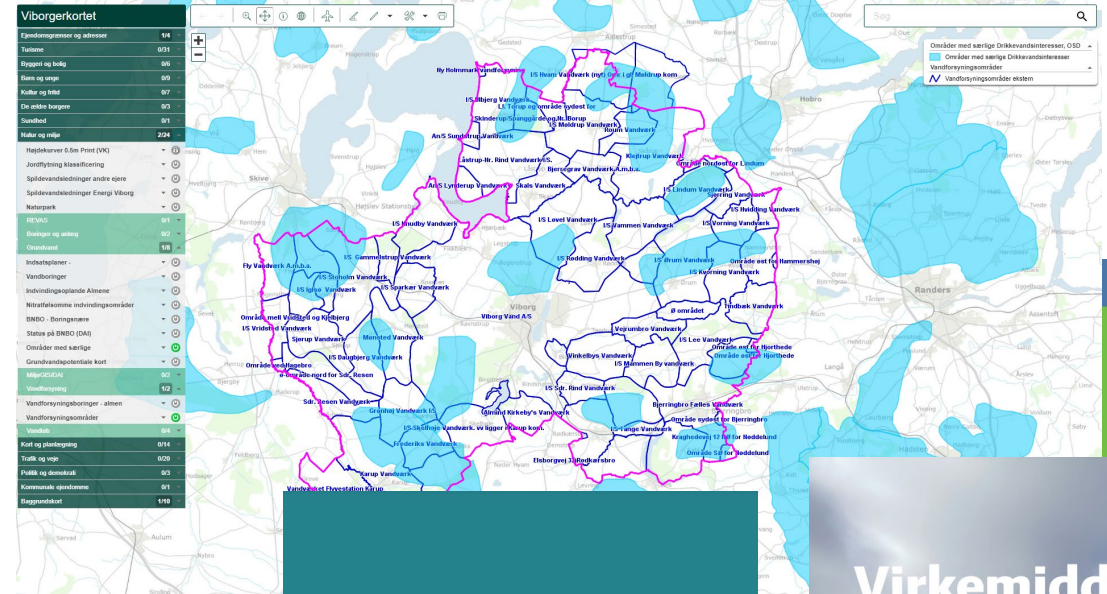


HVAD KAN DER GØRES – VIRKEMIDLER I OPLANDET

VED MORTEN GRAVERSGAARD OG TOMMY DALGAARD

KATALOG OVER VIRKEMIDLER

- N virkemiddelkatalog fra 2020
- P virkemiddelkatalog fra 2020
- Biodiversitetsvirkemiddelkatalog fra 2020
- Marine virkemidler fra 2020
- Klimavirkemiddelkatalog fra 2018



VIRKEMIDLER TIL FOR...
DE FYSISKE FORHOLD...
Version 2



N VIRKEMIDDELKATALOG

N virkemiddelkatalog fra 2020:

- Opdatering fra 2014
- Indgå i fastlæggelsen af et omkostningseffektivt indsatsprogram i forbindelse med udarbejdelse af vandområdeplaner 2021-2027 samt implementering af den målrettede regulering.
- + 30 virkemidler
- <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf>



Dræn	Landskab	Markflade/bedriften (Husdyr)	Markflade/bedriften (Planter)
Minivådområder med åben vandflade	Skovrejsning	Afbrænding af husdyrgødning	Efterafgrøder , Efterafgrøder indeholdende kvælstoffikserende arter
Minivådområder med filtermatrice	Okkerfældningsbassiner	Afgasning af husdyrgødning kombineret med højere udnyttelseskrav for afgasset gødning	Mellemafgrøder
Styret dræning (kontrolleret dræning)	Etablering af vådområde	Skærpelse af N-udnyttelseskrav for udvalgte typer husdyrgødning	Tidlig såning af vintersæd
Afbrydning af dræn (små vådområder)	Fjernelse af biomasse i randzoner og/eller engarealer	Nitrifikationshæmmere til gylle	Nedmuldning af halm før vintersæd
	Målrettede, brede og tørre randzoner	Ændring af krav om 6 måneders til 9 måneders opbevaringskapacitet af husdyrgødning	Halm til forgasning med returnering af biochar (pyrolyse-produceret kul) til jorden.
	Mættede randzoner	Ændringer i forbud mod udbringning af husdyrgødning om efteråret (ændring så forbud er for alle)	Kortvarig brak i omdrift
	Intelligente BufferZoner (IBZ)		Afgrøder med stort kvælstofoptag
	Dobbeltprofiler og miniådale		Flerårige energiafgrøder
			Forbud mod jordbearbejdning i visse perioder
			Ændring af ompløjningstidspunkt for fodergræs
			Reduceret jordbearbejdning og direkte såning
			Præcisions gødsning
			Reduceret tilførsel af mineralsk kvælstofgødning
			Ændring i afgrødevalg (sædskitte)
			Paludikultur
			Permanent udtagning

N VIRKEMIDDELKATALOG

Virkemiddel (sikkerhed ift. kvælstofeffekt)	Referencepraksis	Årlig kvælstofeffekt	Timing	Overlap	Budgetøkonomiske omkostninger (kr./kg N)	Velfærdøkonomiske omkostninger (kr./kg N)
Enårige fladevirkemidler						
Efterafgrøder (***)	Jord efter vårkorn uden efterafgrøder	12-45 kg N/ha	Nej	Ja	7-167	9-214
Efterafgrøder indeholdende kvælstoffikserende arter (***)	Jord efter vårkorn uden efterafgrøder	12-45 kg N/ha	Nej	Ja	4-143	5-183
Mellemafgrøder (***)	Vintersæd uden mellemafgrøder	8-19 kg N/ha	Nej	Ja	9-30	12-39
Tidlig såning af vintersæd (***)	Normal såning af vintersæd	17 kg N/ha	Nej	Ja	1-36	2-47
Nedmuldning af halm før vintersæd (**)	Fjernelse af halm før vintersæd	0	Nej	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Halm til forgasning med returning af biochar (pyrolyseproduceret kul) til jorden (-)	Nedmuldning af halm	0	Ja	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet



N VIRKEMIDDELKATALOG

Virkemiddel (sikkerhed ift. kvælstofeffekt)		Referencepraksis	Årlig kvælstofeffekt	Ti-ming	Over-lap	Budget-økonomiske omkostninger (kr./kg N)	Velfærds-økonomiske omkostninger (kr./kg N)
Længerevarende plantedække							
Permanent udtagning og kortvarig brak i omdrift	Permanent udtagning (**)	Gennemsnitlig dyrket jord	49 kg N/ha	Nej	Ja	24-62	31-79
	Kortvarig brak i omdrift (*)		34 kg N/ha	Nej	Ja	42-96	54-123
Afgroder med stort kvælstof-op-tag	Fabriksroer (**)	Jord efter vårkorn uden efterafgroder	12-24 kg N/ha	Nej	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Fodersukkerroer (*)		Ikke vurderet				
	Græs og frøgræs (**)		>12-45 kg N/ha				
Flerårige energiafgroder	Flerårige energiafgroder sandjord (***)	Kornrigt sædskifte på sandjord	51 kg N/ha	Nej	Ja	13-35	16-45
	Flerårige energiafgroder lerjord (**)	Kornrigt sædskifte på lerjord	34 kg N/ha	Nej	Ja	40	51
	Flerårige energiafgroder lavbunds-jord (*)	Kornrigt sædskifte på lavbunds-jord	0-100 kg N/ha	Nej	Ja	-22	-28
Skovrejsning		Alm. landbrug	53 kg N/ha	Nej	Ja	22-56	28-72

N VIRKEMIDDELKATALOG

Virkemiddel (sikkerhed ift. kvælstofeffekt)	Referencepraksis	Årlig kvælstofeffekt	Ti-ming	Over-lap	Budget-økonomiske omkostninger (kr./kg N)	Velfærds-økonomiske omkostninger (kr./kg N)
Jordbearbejdning						
Forbud mod jordbearbejdning i visse perioder (*)	Jordbearbejdning i efteråret	10 kg N/ha	Nej	Ja	3	4
Ompløjningstidspunkt for fodergræs og efterfølgende afgrødevalg (*)	Forbud mod omlægning af fodergræs om efteråret	50 kg N/ha	Nej	Ja	11	15
	Sædskifteændring fra majs eller vårsæd efter kløvergræs til grønkorn med græsudlæg efter kløvergræs	Dyrkning af majs eller vårsæd efter kløvergræs	130 kg N/ha	Nej	Ja	21
Reduceret jordbearbejdning og direkte såning (**)	Konventionel jordbearbejdning efter gældende regler ift. jordbearbejdning	Ikke egnet	Nej	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet

N VIRKEMIDDELKATALOG

Virkemiddel (sikkerhed ift. kvælstofeffekt)		Referencepraksis	Årlig kvælstofeffekt	Timing	Overlap	Budgetøkonomiske omkostninger (kr./kg N)	Velfærdsøkonomiske omkostninger (kr./kg N)
Gødningsanvendelse							
Præcisionsgødskning	Placeret gødning (*)	Nuværende gødningspraksis	1 kg N/ha	Nej	Ja	20	25
	Behovsbestemt gødskning kombineret med positionsbestemt tildeling (*)	Nuværende gødningspraksis	1 kg N/ha	Nej	Ja	13	17
	Præcis spredning, kantspredning (-)	Nuværende gødningspraksis	0	Nej	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet
	Præcis spredning, sektionsstyring (*)	Nuværende gødningspraksis	1 kg N/ha	Nej	Ja	7	8
Reduceret tilførsel af mineralgødning (***)	Reduceret tilførsel af mineralgødning (10 %)	Gødskning ved fuld norm	8-39 % af reduktion i tilført kg N/ha	Nej	Ja	2-69	3-88
	Reduceret tilførsel af mineralgødning (20 %)			Nej	Ja	3-138	4-177



N VIRKEMIDDELKATALOG

Virkemiddel (sikkerhed ift. kvælstofeffekt)		Referencepraksis	Årlig kvælstofeffekt	Timing	Overlap	Budgetøkonomiske omkostninger (kr./kg N)	Velfærdsøkonomiske omkostninger (kr./kg N)
Husdyrgødning							
9 måneders opbevaringskapacitet af husdyrgødning og ændringer i forbud mod udbringning af husdyrgødning om efteråret (*)		Nuværende praksis for udbringning	1.845 tons N	Nej	Ja	Gylle: 294 Fast gødning og dybstrøelse: 1,6	Gylle: 376 Fast gødning og dybstrøelse: 2,1
Afbørning af husdyrgødning (**)		Ubehandlet husdyrgødning	3-11 % af total N behandlet	Nej	Ja	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Afgasning af husdyrgødning kombineret med højere udnyttelseskrav for afgasset gødning (**)		Ubehandlet husdyrgødning	1-1,8 % af total N behandlet	Nej	Ja	-37	-47
Skærpelse af N-udnyttelseskrav for udvalgte typer husdyrgødning (***)	Udvalgte typer husdyrgødning	Nuværende udnyttelseskrav	639 tons N	Ja	Nej	-23	-29
	Svine- og kvæggylle		1.550 tons N			Ikke vurderet	Ikke vurderet
Nitrifikationshæmmere til gylle (***)		Ingen anvendelse af nitrifikationshæmmere i gylle	1 kg N/ha	Nej	Ja	79	101



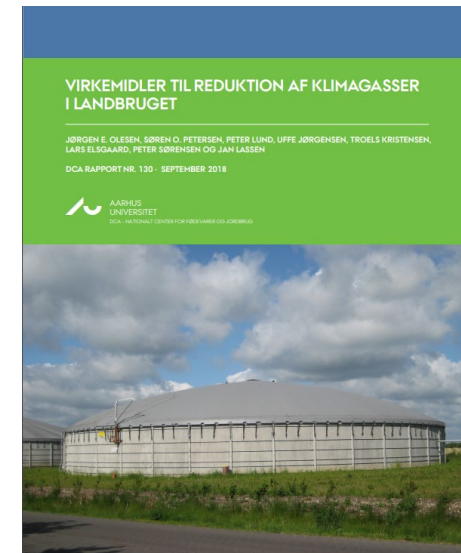


		N-vådområder	P-vådområder	Lavbundsprojekter	Klima-Lavbund	
Primære fokus		Kvælstof	Fosfor	CO ₂	Primært CO ₂	
Projekttiltag		Naturlig hydrologi - Sødannelse - Overrisling - Oversvømmelser - Ekstensivering	Naturlig hydrologi - Oversvømmelser - Ekstensivering	Naturlig hydrologi - Sødannelse - Overrisling - Oversvømmelser - Ekstensivering	Naturlig hydrologi - Sødannelse - Overrisling - Oversvømmelser - Ekstensivering	
Placering		Kystnært	Opstrøms sø	På lavbundsjord (> 6 % C)	På lavbundsjord (> 6 % C)	
Effektkrav N og P CO₂		90 kg N/ha Ingen	5 kg P/ha Ingen	30 kg N/ha Omkostningseffektivt	Ingen Omkostningseffektivt	
Ansvarlig myndighed		Miljøstyrelsen & Landbrugsstyrelsen			Naturstyrelsen	Miljøstyrelsen
Kompensation og tilskud		Engangskompensation: Omdrift (82.500 kr./ha) > permanent græs (35.500 kr./ha) Køb-salg Jordfordeling			Engangskompensation: Omdrift (82.500 kr./ha) > Permanent græs (32.500 kr./ha) > Natur (4.500 kr/ha)	
Jordfordeling		Ja, 100 % finansieret			Ja, 100 % finansieret	Nej
Restriktioner		Tinglyses			Tinglyses	
Tinglysning/ansvar		Landbrugsstyrelsen tinglyser og har kontakt til realkreditselskaber.			Landbrugsstyrelsen tinglyser og har kontakt til realkreditselskaber.	Ansøger står selv for tinglysning og kontakt til realkreditselskab.
Ansvar	Projektering	Kommune/Naturstyrelsen			Naturstyrelsen	Kommuner, private, fonde.
	Forundersøgelse	Kommune/Naturstyrelsen			Naturstyrelsen	Kommuner, private, fonde.
	Kommunale tilladelser	Kommune/Naturstyrelsen			Naturstyrelsen	Kommuner, private, fonde.
	Arkæologisk forundersøgelse	Kommune/Naturstyrelsen			Naturstyrelsen	Kommuner, private, fonde.
Kan søges af		Kommune/Naturstyrelsen			Naturstyrelsen	Kommuner, private, fonde.

KLIMAVIRKEMIDDELKATALOG

Klimavirkemiddelkatalog fra 2018:

- Oversigt over potentiale, effekter og barrierer for en række tiltag til reduktion af landbrugets udledninger af drivhusgasser
- Anvendes som grundlag for den danske implementering af EU's klimastrategi frem mod 2030
- +15 virkemidler
- <https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport130.pdf>
-



KLIMAKATALOG

1. Biogas
2. Gyllehåndteringsteknologier - Forsuring af gylle i stald
3. Gyllehåndteringsteknologier - Fast overdækning af gyllebeholdere
4. Gyllehåndteringsteknologier - Køling af gylle i stalden
5. Husdyrproduktion - Øget fodring med kraftfoder, fedt og letfordøjeligt grovfoder
6. Husdyrproduktion - Anvendelse af tilsætningsstoffer i foder
7. Husdyrproduktion - Genetisk selektion af malkekvæg
8. Kvælstofhåndtering - Nitrifikationshæmmere
9. Kvælstofhåndtering - Skærpet udnyttelseskrav for N i afgasset husdyrgødning
10. Kvælstofhåndtering - Præcisionsjordbrug
11. Arealrelaterede tiltag - Udtagning af organogen jord til græs
12. Arealrelaterede tiltag - Udtagning af jord i omdrift til ugødet græs (slåningsbrak)
13. Arealrelaterede tiltag - Omlægning af omdriftsarealer til flerårige energiafgrøder
14. Arealrelaterede tiltag - efterafgrøder
15. Ændrede dyrkningsformer - Reduceret jordbearbejdning
16. Ændrede dyrkningsformer - Økologisk jordbrug
17. Ændrede dyrkningsformer - Halm til forgasning med returnering af biochar til jorden

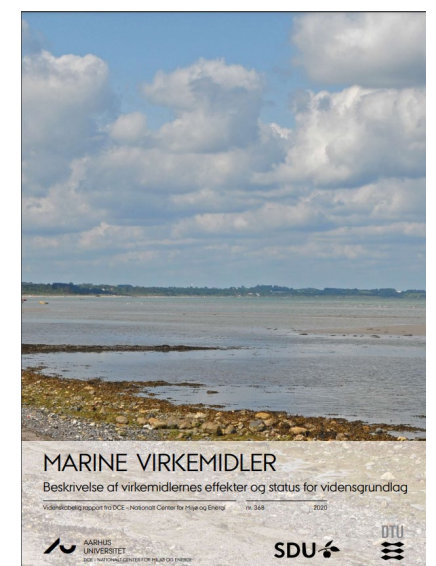
Tabel 31. Typetal for effekter af virkemidler på drivhusgasser (metan og lattergas), kulstoflagring samt substitution fossil energi opgjort som kg CO₂-ækv. pr. enhed pr. år, hvor enheden varierer mellem tiltagene. Alle positive effekter afspejler reduceret udledning eller øget kulstoflagring, hvorimod negative effekter afspejler øgede udledninger.

Tiltag	Enhed	CH ₄ +N ₂ O	C-lagring	CO ₂ -subst.
Ændret fodring af malkekvæg	dyr	1.080	0	0
Ændret fodring af opdræt	dyr	639	0	0
Biogas	ton gylle	5,8	-1,1	12,0
Biogas med køling/hyppig udslusning	ton gylle	11,7	-1,1	12,4
Forsuring af gylle	ton NH ₃ -N	29,3	0	-2,7
Nitrifikationshæmmere til handelsgødning	ton NH ₃ -N	2,1	0	0
Nitrifikationshæmmere til gylle	ton NH ₃ -N	1,9	0	0
Udtagning af organogen jord uden ophør af dræning	ha	-3.945	32.068	400
Udtagning af organogen jord med ophør af dræning	ha	1.416	9.320	400
Nitrat i foder til malkekvæg	dyr	400	0	0
Fast overdækning af gyllebeholdere	ton gylle	1,8	0	0
Skærpet N-udnyttelse af afgasset gylle	ton gylle	1,0	0	0
Braklægning (slåningsbrak)	ha	602	500	1087
Flerårige energiafgrøder	ha	346	660	370
Efterafgrøder	ha	-173	1.000	0

MARINE VIRKEMIDLER

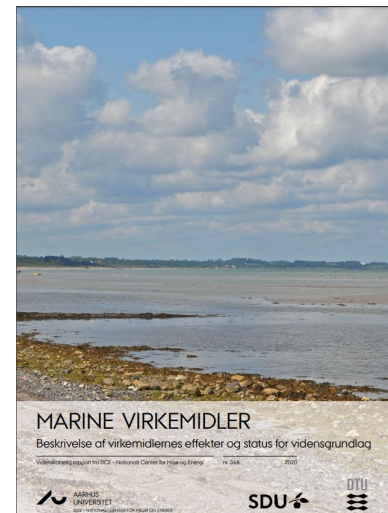
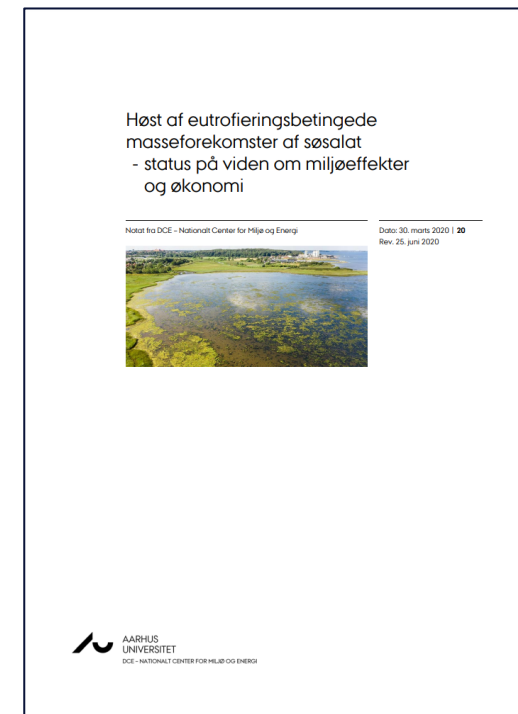
Katalog over marine virkemidler fra 2020:

- 6 (7) virkemidler
- I det marine virkemiddelkatalog vurderes at tre marine virkemidler - "Muslingeopdræt", "Dyrkning af sukkertang" og "Reetablering af ålegræs" - er tilstrækkeligt fagligt velunderbyggede og derfor egnede til videre anvendelse.
- <https://mst.dk/media/191585/marine-virkemidler-beskrivelse-af-virkemidlernes-effekter-og-status-for-vidensgrundlag-aarhus-universitet-dce-videnskabelig-rapport-nr-nr-368.pdf>
- <https://mst.dk/media/191584/hoest-af-eutrofieringsbetingede-masseforekomster-af-soesalat-status-paa-viden-om-miljoeffekter-og-oekonomi-notat-fra-dce-2020.pdf>



MARINE VIRKEMIDLER

- Muslingeopdræt
- Dyrkning af sukkertang
- Reetablering af ålegræs
- Sand-capping
- Omplantning af muslinger
- Etablering af stenrev
- Iltning af bundvand med ren ilt
- Høst af eutrofieringsbetingede masseforekomster af søsalat (særskilt notat)



Tabel 2.1. Oversigt over de marine virkemidler beskrevet i denne rapport. Tabellen gengiver i kort form de væsentligste effekter af virkemidlerne, samt en vurdering af status for den eksisterende viden og datasikkerhed (afsnit 2.2). Det er imidlertid vigtigt at læse den fulde beskrivelse af virkemidlerne (kapitel 3) for at få et samlet billede af virkemidlernes effekter, forbehold og anvendelsespotentialer.

Virkemiddel	N-fjernelse	N-binding	P-fjernelse	P-binding	Effekt på biologiske kvalitetselementer, samt støtteparametre	Øvrige effekter - natur, miljø, klima, andet	Status for viden	Kommentarer
Opdræt af muslinger	<p>N-fjernelse sker ved høst af muslinger</p> <p>Kan endvidere medføre lokalt øget denitrifikation</p> <p>Arealeffektivitet af den direkte N-fjernelse er op til 1000-3000 kg N ha⁻¹ år⁻¹ ved anvendelse af net+rør, men vil afhænge af lokaliteten</p>	N-binding i muslingevæv i vækstperiode (nedsat N-turnover)	<p>P-fjernelse sker ved høst af muslinger</p> <p>Arealeffektivitet af den direkte P-fjernelse er op til 60-170 kg P ha⁻¹ år⁻¹ ved anvendelse af net+rør, men vil afhænge af lokaliteten</p>	P-binding i muslingevæv i vækstperiode (nedsat P-turnover)	<p>Reduceret klorofyllkoncentration især omkring anlæg</p> <p>Øget sigtddybde primært omkring hvert enkelt anlæg</p> <p>Øget iltforbrug under anlæg</p> <p>Risiko for reduktion i lokal bundfauna biodiversitet</p>	<p>Øget sedimentation under anlæg (medfører øget iltforbrug, øget N- og P-flux, evt. nedsat denitrifikation ved iltsvind, men vurderes at være begrænset ved rigtig placering)</p> <p>Reduceret sedimentation på bassinskala og deraf afledte effekter</p> <p>Reduceret effekt af intern belastning</p> <p>Øget lokal sedimentation og udskygning fra anlægget kan påvirke bundvegetationen.</p> <p>Ændring af lokale strømforhold omkring anlæg</p> <p>Kan konflikte med anden anvendelse af søterritoriet</p> <p>Kan give visuelle gener</p>	<p>Kategori 1</p> <p>Datasikkerhed: Høj (***)</p> <p>Opdræt af muslinger som virkemiddel er dokumenteret praktisk muligt med en høj sikkerhed og høj areal-specifik næringsstoffjernelse.</p> <p>Behov for viden om hvordan tabsprocesser i relation til prædation kan minimeres eller forhindres.</p> <p>Behov for viden om påvirkning af biodiversitet omkring anlæg og om klimaeffekter</p> <p>Metoder til effektiv forarbejdning af de høstede muslinger som dyrefoder er ikke færdigudviklet.</p>	<p>Det er forvaltningsmæssigt nemt at kontrollere den primære virkemiddeleffekt i form af tons muslinger høstet</p> <p>Opdrætsteknologi med net+rør kan optimeres</p> <p>Flere mulige men ikke endeligt afklarede anvendelser af muslingerne, og flere mulige forvaltningsmodeller</p>
Dyrkning af sukkertang	<p>N-fjernelse sker ved høst af alger</p> <p>Arealeffektivitet af den direkte N-fjernelse er op til 47,3 kg N ha⁻¹ år⁻¹ men afhænger af lokaliteten</p>	N-binding i algebiomasse i vækstperiode (nedsat N-turnover)	<p>P-fjernelse sker ved høst af alger</p> <p>Arealeffektivitet af den direkte P-fjernelse er op til 5,2 kg P ha⁻¹ år⁻¹, men afhænger af lokaliteten</p>	P-binding i algebiomasse i vækstperiode (nedsat P-turnover)	<p>Reduceret klorofyl i vandsøjlen og øget sigtddybde (sidstnævnte dokumenteret via litteraturen)</p> <p>Øget lokal iltproduktion i vandsøjlen</p>	<p>Øget biodiversitet</p> <p>Optag og lagring af kulstof</p> <p>Øgning af pH – forsøringsbuffer (sidstnævnte dokumenteret via litteraturen)</p> <p>Potentielle negative effekter kan undgås ved velovervejede placering af anlæg:</p> <p>Skygning af naturlig bundvegetation ved dyrkning på lavt vand. Effekt afhænger af dybde og biomassetæthed.</p> <p>Ændring af lokale strømforhold.</p> <p>Begrænset øgning af sedimentation under anlæg.</p> <p>Kan konflikte med anden anvendelse af søterritoriet</p> <p>Kan give visuelle gener</p> <p>Potentielle, men ikke dokumenterede, effekter: Spredning af sygdomme/parasitter til naturlige tangskove</p>	<p>Kategori 1</p> <p>Datasikkerhed: Høj (***)</p> <p>Fjernelsespotentialer, omkostninger og miljøpåvirkning er dokumenteret for tre forskellige farvandstyper, Limfjorden, yderfjord og kystvande (på anlægs-skala i Horsens Fjord (yderfjord) og i mindre skala i Limfjorden og i Kattegat ved Grenå (kystvande)).</p> <p>Behov for mere viden om areal-specifikt produktionspotentialer under forskellige miljøforhold.</p> <p>Behov for mere viden om vandområdernes samlede fjernelsespotentialer og bærekapacitet.</p>	<p>Det er forvaltningsmæssigt nemt at kontrollere den primære virkemiddeleffekt i form af tons tang høstet.</p> <p>Dyrkningsteknologi kan optimeres, herunder ved selektiv avl</p> <p>Anvendelse af høstet tang skal afklares, flere mulige anvendelser</p>

Virkemiddel	N-fjernelse	N-binding	P-fjernelse	P-binding	Effekt på biologiske kvalitetselementer, samt støtteparametre	Øvrige effekter - natur, miljø, klima, andet	Status for viden	Kommentarer
Reetablering af ålegræs	<p>En del af ålegræssets N-binding fører til permanent N-immobilisering i form af begravelse af organisk materiale i sedimentet samt denitrifikation (sidstnævnte dokumenteret via litteraturen).</p> <p>146 kg N ha⁻¹ år⁻¹</p>	<p>Immobilisering i vækstsæsonen gennem ålegræsproduktion (blade, rødder, jordstængler), akkumulering i sedimentet, denitrifikation og udvikling i faunabiomasse. Herved bliver N utilgængelig for f.eks. fytoplankton, og N-turnover nedsættes dermed.</p> <p>294 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (heraf 146 kg N ha⁻¹ år⁻¹ permanent immobiliseret)</p>	<p>En del af ålegræssets P-binding fører til permanent P-immobilisering i form af begravelse af organisk materiale i sedimentet</p> <p>32 kg P ha⁻¹ år⁻¹</p>	<p>Immobilisering i vækstsæsonen gennem ålegræsproduktion (blade, rødder, jordstængler), akkumulering i sedimentet, og udvikling i faunabiomasse. Herved bliver P utilgængelig for f.eks. fytoplankton, og P-turnover nedsættes dermed.</p> <p>60 kg P ha⁻¹ år⁻¹ (heraf 32 kg P ha⁻¹ år⁻¹ permanent immobiliseret)</p>	<p>Øget ålegræs tætthed og dybdeudbredelse</p> <p>Øget lokal sigtdybde</p> <p>Øget iltproduktion</p> <p>Øget biodiversitet i lokal bundfauna samt fisk (sidstnævnte dokumenteret via litteraturen).</p>	<p>Øget kulstof-tilbageholdelse, øget sigtdybde i og omkring ålegræsbede, Øget sedimentstabilisering og Erosionsbeskyttelse. Øget biodiversitet via habitat-effekt. Buffer mod forsurening (sidstnævnte dokumenteret via litteraturen).</p>	<p>Kategori 1</p> <p>Datasikkerhed: Middel (**)</p> <p>Storskala reetableringerne bør følges i fremtiden for dokumentation af langtidseffekter og omkostninger.</p>	<p>Beregningerne af N- og P-effekt er baseret på data fra én storskala reetablering (Horsens) efter 2 år, da de øvrige 2 storskala-reetableringer endnu er i startfasen (første år).</p> <p>Data for denitrifikation er baseret på litteraturværdier.</p> <p>Økonomiske beregninger udført på baggrund af få observationer.</p>
Sand-capping	<p>Ingen direkte effekt på sedimentflux af næringsstoffer.</p> <p>Forventet effekt via ålegræsrestauration</p>	<p>Ingen direkte effekt på sedimentflux af næringsstoffer.</p> <p>Forventet effekt via ålegræsrestauration</p>	<p>Ingen direkte effekt på sedimentflux af næringsstoffer.</p> <p>Forventet effekt via ålegræsrestauration</p>	<p>Ingen direkte effekt på sedimentflux af næringsstoffer.</p> <p>Forventet effekt via ålegræsrestauration</p>	<p>Kan sandsynligvis øge restaurerings-succes for ålegræs ved at stabilisere sedimentet og dermed forbedre ålegræssets mulighed for forankring</p> <p>Øget lokal sigtdybde (dokumenteret i lab. tests samt i felten)</p> <p>Indikation af forbedrede forhold for bunddyr (felt-data)</p>	<p>Øget sedimentstabilitet (dokumenteret i lab. tests samt i felten)</p> <p>Forventede positive økosystemeffekter via ålegræsrestauration (se tabeloplysninger for ålegræs)</p> <p>Ingen negative gener påvist. Dog er det afgørende at anvende ikke-forurenede sand samt at undgå negativ påvirkning, hvor sandet opsamles.</p>	<p>Kategori 2</p> <p>Datasikkerhed: Lav (*)</p> <p>Virkemidlet er undersøgt både i laboratoriet, ved storskala feltforsøg samt ved datamining. Effekt på ålegræsrestauration endnu ikke fuldt dokumenteret i felten.</p> <p>Ålegræsrestaurationssucces på sand-cappet område bør følges i fremtiden for dokumentation af langtidseffekter.</p> <p>Datagrundlag til opgørelse af omkostninger bør etableres.</p>	<p>Sand-capping er foretaget i to områder. Effekten af sand-capping på restaureringssucces for ålegræs er endnu ikke fuldt afklaret, da udplantningen endnu kun er fulgt i under et år.</p> <p>Det er nødvendigt at sand-cappe relativt store områder for at undgå negative effekter fra omkringliggende muderbund.</p>



Virkemiddel	N-fjernelse	N-binding	P-fjernelse	P-binding	Effekt på biologiske kvalitetselementer, samt støtteparametre	Øvrige effekter - natur, miljø, klima, andet	Status for viden	Kommentarer
Omplantning af muslinger	Donorområde: 120-500 kg N ha ⁻¹ muslingeplanke	N-binding i muslingevæv (nedsat N-tum-over)	Donorområde: 9-25 kg P ha ⁻¹ muslingeplanke	P-binding i muslingevæv (nedsat P-tum-over)	Reduceret klorofyl-koncentration i donorområdet 1-2	Negative effekter på havbunden og dens organismer ved opfiskning og genudlægning	Kategori 2 Datasikkerhed: Middel (**)	Omplantninger kan potentielt drives på rent kommercielle

Tabel 3. Effekter i form af N- og P-fjernelse for høst af eutrofieringsbetingede masseforekomster af søsalat, overlap med andre virkemidler, om virkemidlet kan times i tid og rum og sikkerhed på effekten. Effekten er vurderet i flere danske fjordområder (Figur 3). Data er angivet som gennemsnit (GS) ± standard deviation (SD). Vurdering af datasikkerhed på effekter er udført som for marine virkemidler (Bruhn m.fl. 2020), hvor "God" (***) inkluderer data fra flere danske vandområder over flere sæsoner; "Middel" (**) inkluderer data fra et enkelt dansk vandområde over flere sæsoner eller fra flere danske vandområder over en enkelt sæson; og "Lav" (*) inkluderer data fra et enkelt dansk vandområde over én sæson.

Effekt og sikkerhed

Virkemiddel	N-effekt (AV±SD)	P-effekt (AV±SD)	Overlap	Kan times i tid og rum	Datasikkerhed	Økonomi uden salg
Høst af eutrofieringsbetingede masseforekomster af søsalat	49,5 ± 35,3 kg N/ha (Min-max: 20,8-142,3 kg N/ha)	5,2 ± 2,5 Kg P/ha (Min-max: 1,9-11,0 kg N/ha)	Ja	Ja	Middel (**)	Budgetøkonomisk: 103 DKR/kg N 1049 DKR/kg P Velfærds-økonomisk: 132 DKR/kg N 1343 DKR/kg P

				bundlaget		ligere effekt på N og P	ser blevet ekstrapoleret til fjordsystem niveau, og det vurderes, at der ikke umiddelbart er behov for mere viden
--	--	--	--	-----------	--	-------------------------	---

lål-
ere
:
e.

n-
e
r
le-
r
art

s-
ter

if
n-
ord

N
-
ilt-
be-
id-

y-
ser
blevet
ekstrapo-
leret
til
fjordsystem
niveau,
og
det
vurderes,
at
der
ikke
umiddelbart
er
behov
for
mere
viden

FOSFOR VIRKEMIDLER

Fosforvirkemiddelkatalog fra 2020:

- Virkemidler, som kan målrettes til de områder, hvor både risikoen for fosfortab er stor, og hvor vandmiljøet er fosforfølsomt. Virkemidlerne kan anvendes i en målrettet fosforindsats i de kommende vandområdeplaner 2021-2027
- 29 virkemidler
- <https://mst.dk/media/203121/virkemidler-til-reduktion-af-fosforbelastningen-af-vandmiljoeet-videnskabelig-rapport-fra-dce-nr-379-2020.pdf>



- Permanent plantedække på erosionstruede arealer og som barriere i landskabet
- Negativ fosforbalance (målrettet undergødsning med fosfor)
- Skovrejsning
- Gips og strukturkalk
- Kørespor på marker – tilgange til modvirkning af deres negative miljøkonsekvenser
- Sedimentationsbassiner på marken som tiltag mod fosfortab ved erosion
- Optimering af jordbearbejdning, fx pløjeretning, - tidspunkt og bearbejdningsintensitet, pløjefri dyrkning
- Minivådområder med åben vandflade
- Minivådområder med filtermatrice
- Intelligente BufferZoner (IBZ)
- Drænfiltersystem til hoveddræn
- Mættede randzoner
- Etablering af vådområde
- Paludikultur
- Fjernelse af biomasse i randzoner og engarealer
- Dybdepløjning før etablering af sø/vådområde
- Forbehandling af jordoverfladen før etablering af sø/vådområde/bufferzone
- Fjernelse af topjord før etablering af vådområde
- Målrettede, brede og tørre randzoner
- Fosfor-vådområder (P-ådale)
- Træer langs vandløb mod brinkerosion
- Okkerfældningsbassiner
- Aluminium-behandling af søer
- Iltning af søvand
- Opfiskning af fredfisk
- Phoslock-behandling af søer
- Fjernelse af sediment fra søer
- Forbud mod andefodring
- Regulering af gæs og andre vandfugle

Tabel S1. Årlige fosforeffekter i form af estimeret, reduceret fosfortab, sikkerhed i forhold til estimeret fosforeffekt, samt budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger for hvert virkemiddel. IV angiver, at værdien ikke er vurderet. Sikkerheden på P-effekt-estimerne er vurderet på følgende måde:

*** Estimerne anses for rimeligt sikre og er baseret på et velafprøvet datagrundlag.

** Estimerne anses for noget usikre og er baseret på eksperter med et foreløbigt datagrundlag.

* Estimerne anses for usikre og er baseret på eksperter uden væsentligt datagrundlag.

	Virkemiddel	Reference-praksis	Årlig P-effekt	Sikkerhed ift. P-effekt	Budget-økonomisk omkostning kr./ kg P	Velfærds-økonomisk omkostning kr./ kg P
1	Permanent plante-dække på erosionstruede arealer og som barriere i landskabet	Mark i omdrift, uden andre virkemidler mod erosion	1,6-2 kg P/ha på særligt udvalgte områder med høj erosionsrisiko (områder med stor hældning og temporære vandveje i marken)	***	908 – 1.136	1.163 – 1.455
2	Negativ fosforbalance (målrettet undergødskning med fosfor)	Gødskning med P til balance	0,1/0,44 kg P/ha for områder med høj erosionsrisiko (undergødskning med 10/20 kg P/ha i 10/20 år). 0,05/0,22 kg P/ha på arealer med høj risiko for dræntab via makroporer (undergødskning med 10/20 kg P/ha i 10/20 år).	**	500/227 1.000/455	640/291 1.280/582
3	Skovrejsning	Mark i omdrift	2 kg P/ha på arealer med høj erosionsrisiko; 0,25-0,5 kg P/ha på arealer med høj risiko for tab via makroporer til dræn	*** ¹ ** ²	1.495/578 Lerjord/sandjord ved høj erosionsrisiko 7.475/2.890 lerjord/sandjord ved høj risiko for tab via makroporer	1.914/740 Lerjord/sandjord ved høj erosionsrisiko 9.570/3.700 lerjord/sandjord ved høj risiko for tab via makroporer
4	Gips og strukturkalk	Mark i omdrift, ingen P virkemidler implementeret	IV	**	IV	IV
5	Kørespor på marker – tilgange til modvirkning af deres negative miljøkonsekvenser	Mark i omdrift, ingen tiltag mod erosion	IV	**	IV	IV
6	Sedimentationsbassiner på marken som erosionsstiltag mod fosfortab ved erosion	Mark i omdrift, Ingen tiltag mod fosfortab via erosion	IV	**	IV	IV

Tabel S1. Årlige fosforeffekter i form af estimeret, reduceret fosfortab, sikkerhed i forhold til estimeret fosforeffekt, samt budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger for hvert virkemiddel. IV angiver, at værdien ikke er vurderet. Sikkerheden på P-effekt-estimaterne er vurderet på følgende måde:

*** Estimaterne anses for rimeligt sikre og er baseret på et velafprøvet datagrundlag.

** Estimaterne anses for noget usikre og er baseret på ekspertskøn med et foreløbigt datagrundlag.

* Estimaterne anses for usikre og er baseret på ekspertskøn uden væsentligt datagrundlag.

	Virkemiddel	Reference-praksis	Årlig P-effekt	Sikkerhed ift. P-effekt	Budget-økonomisk omkostning kr./ kg P	Velfærds-økonomisk omkostning kr./ kg P
7	Optimering af jordbearbejdning, fx pløjeretning, - tidspunkt og bearbejdningsintensitet, pløjefri dyrkning	Mark i omdrift med traditionel jordbearbejdning	0-1,5 kg P/ha ved reduceret jordbearbejdning på områder med erosion 0-1,8 kg P/ha ved direkte såning på områder med erosion	**	- 967 ved reduceret jordbearbejdning, -1.233 ved direkte såning	- 1.240 ved reduceret jordbearbejdning, -1.578 ved direkte såning
8	Minivådområder med åben vandflade ³	Ingen tiltag mod tab via dræn, jord i omdrift	Matrixudvaskning: 0,03 – 0,325 kg P/ha Makroporetabs: 0,025 – 0,65 kg P/ha	***	1.550 – 52.948 775 – 52.948	1.985 – 67.774 992 – 67.774
9	Minivådområder med filtermatrice ³	Ingen tiltag mod tab via dræn, jord i omdrift	Matrixudvaskning: 0,01 – 0,1 kg P/ha Makroporetabs: 0,01 – 0,2 kg P/ha	**	8.744-152.975 4.372-152.975	11.192-195.808 5.596-195.808
10	Intelligente bufferzoner (IBZ) ³	Ingen tiltag mod tab via dræn, jord i omdrift	Erosion: 0,1 – 2 kg P/ha Matrixudvaskning: 0,03 – 0,35 kg P/ha Makroporetabs: 0,03 – 0,7 kg P/ha	**	397 – 12.633 2.268 – 42.109 1.134 – 42.109	508 – 16.170 2.903 – 53.899 1.451 – 53.899
11	Drænfilter	Ingen tiltag mod tab via dræn, jord i omdrift	IV	*	IV	IV
12	Mættet randzone	Ingen tiltag mod tab via dræn, jord i omdrift	IV	*	IV	IV
13	Etablering af vådområde	Jord i landbrugsmæssig drift	Overrisling med drænvand: - 0,05 kg P/ha Overrisling med drænvand og oversvømmelse af vandløbsvand: 4,35 kg P/ha Genetablerede søer: 2,33 kg P/ha	**	- 1.234 2.304	- 1.580 2.950
14	Paludikultur	Traditionel landbrugsdrift på drænet tørvejord	IV	*	IV	IV
15	Fjernelse af biomasse i randzoner og engarealer	Ingen biomasse-høst i randzone og engarealer	IV	*	IV	IV
16	Dybdepløjning før etablering af sø/vådområde	Ingen dybdepløjning før etablering	IV	*	IV	IV
17	Forbehandling af jordoverfladen før etablering af sø/vådområde/bufferzone	Ingen forbehandling før etablering	IV	*	IV	IV
18	Fjernelse af topjord før etablering af vådområde	Ingen fjernelse af topjord før etablering	IV	**	IV	IV

Tabel S2. Sideeffekter vedrørende kvælstof, klima, natur og biodiversitet samt skadegørere og pesticider for hvert virkemiddel. Gunstig virkning (virkemidlet medfører en reduktion af den afledte miljøeffekt) er markeret med '+'; ugunstig virkning (den afledte miljøeffekt øges) er markeret med '-'; og neutral eller marginal virkning er angivet med '0'. IV angiver, at værdien ikke er vurderet.

	Virkemiddel	Kvælstof	Klima	Natur og biodiversitet	Skadegørere og pesticider
1	Permanent plantedække på erosionstruede arealer og som barriere i landskabet	(+)	0	+	+
2	Negativ fosforbalance (målrettet undergødskning med fosfor)	0	0	0	0
3	Skovrejsning	+	+	+	+
4	Gips og strukturkalk	+	0	0	+
5	Kørespor på marker – tilgange til modvirkning af deres negative miljø-konsekvenser	+	0	0	+
6	Sedimentationsbassiner på marken som erosionstiltag mod fosfortab ved erosion	0	0	+	+
7	Optimering af jordbearbejdning, fx pløjeretning, - tidspunkt og bearbejdningsintensitet, pløjefri dyrkning	0	+	+	-
8	Minivådområder med åben vandflade	+	(+)	+	+
9	Minivådområder med filtermatrice	+	(-)	0	IV
10	Intelligente bufferzoner (IBZ)	+	0	+	+
11	Drænfilter	0	0	0	+
12	Mættet randzone	+	+	+	0
13	Etablering af vådområde	+	+	+	(+)
14	Paludikultur	+	+	+	+
15	Fjernelse af biomasse i randzoner og engarealer	+	+	+	(+)
16	Dybdepløjning før etablering af sø/vådområde	(+)	0	0	0
17	Forbehandling af jordoverfladen før etablering af sø/vådområde/bufferzone	0	IV	+	IV
18	Fjernelse af topjord før etablering af vådområde	+	+	+	+
19	Målrettede, brede og tørre randzoner	+	+	+	+
20	Fosforvådområder (P-ådale)	+	IV	+	+
21	Træer langs vandløb mod brinkerrosion	+	0	+	0
22	Okkerfældningsbassiner	0	+	+	IV
23	Aluminium-behandling af søer	+	+	+	0
24	Iltning af søvand	+	+	+	0
25	Opfiskning af fredfisk	+	+	+	0
26	Phoslock-behandling af søer	+	+	+	0
27	Fjernelse af sediment	0	+	+	0
28	Forbud mod andefodring	+	+	+	0
29	Regulering af gæs og andre vandfugle	+	+	+	0

BIODIVERSITETS VIRKEMIDLER

Biodiversitetsvirkemiddelkatalog fra 2020:

- ””
- X virkemidler
- <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport178.pdf>



BEVARING OG PLEJE AF EKSISTERENDE BIOTOPER

Fritstående træer, herunder veterantræer

Gravhøje og stendysser

Jord- og stendiger

Stendynger

Vandhuller

Hede

SKOVREJSNINGSTILTAG

Reduceret jordbearbejdning ved etablering

Træartsdiversitet

Lysninger

Vådområder i skoven

Dødt ved, livstræer og kvashegn

Næringsstoffjernelse ved skovrejsning

Naturlig tilgroning

Assisteret spredning

EKSEMPLER PÅ NATURLIG UDVIKLING AF SKOV



a. Hvinningdal - 16 års naturlig succession



b. Højbjerg - 10 års naturlig succession



c. Seberup nord - 12 års naturlig succession



d. Dageløkke - 23 års naturlig succession

TILTAG PÅ- ELLER I TILKNYTNING TIL DYRKNINGSFLADEN

- Insektvolde
- Slåningsbrak, årlig eller reduceret aktivitet
- Blomsterbrak
- Bestøverbrak
- Vibelavninger
- Lærkepletter
- Haregrønning og vildtstriber med græs
- Blomsterstriber
- Barjordsstribе
- Bufferzoner uden pesticid- og gødningstilførsel
- Vandhuller og andre små vådområder
- Placering af halmballer
- Permanent græs
- Vedvarende græs, uden omlægning og øvrig afgrødeetablering
- Levende hegn, vildtremiser, krat, småskove og andre småbeplantninger
- Permanent udtagning af landbrugsarealer
- Assisteret spredning af frø og andet materiale fra eksisterende naturarealer

VIRKEMIDLERNES FORSKELLIGE EFFEKTER

Virkemiddel	Biodiversitetseffekt (-3 til +3)*						Økonomisk effekt (Kr./ha/år)**	
	Jordbundsfauna	Vilde planter	Vilde bier *	Vilde insekter og leddyr i øvrigt	Fugle	Pattedyr	Drifts-økonomi	Velfærds-økonomi
Tiltag på dyrkningsfladen								
Insektvolde	1-2	1-2	1-2	1-3	1-2	1-2	2.950	3.780
Slåningsbrak	0-3	0-3	0-2	-2 til 2	1-2	1-2	2.490 2.340	3.180 3.000
Blomsterbrak	0-2	0-2	0-2	-1 til 2	1-2	1-2	3.030	3.870
Bestøverbrak	0-2	0-2	0-2	-1 til 2	0-2	0-1	3.030	3.870
Vibelavning	0-1	0-1	0	1-2	-1 til 3	0	2.080	2.670
Lærkepletter	0-1	0-1	0	1-2	-1 til 3	0	2.080	2.670
Haregrønning og vildtstriber med græs	0-2	0-1	0	1-2	0-2	1-2	3.390	4.330
Blomsterstriber	0-2	0-2	0-2	-1 til 2	0-2	0-2	3.030	3.870
Barjordstribe	-1 til 1	0-1	0-1	-1 til 1	-1 til 2	0-1	2.390	3.060
Bufferzoner uden pesticider og gødning	0	1	0-1	0-1	0-1	0-1	1.600 1.800	2.050 2.300
Vandhuller	1	1-2	0-2	1-2	1-2	1-2	5.820 3.740	7.450 4.780
Halmballer	0	0	0-1	0-1	0	0	320	420
Permanent græs	0-2	0-1	0-2	1-2	0-1	0-1	2.750	3.520
Vedvarende græs uden omlægning	0-3	0-3	0-2	1-3	0-2	0-2	2.750	3.520
Levende hegn og småbeplantninger	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	4.820 6.315	6.180 8.080
Permanent udtagning af landbrugsarealer	2-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	2.080	2.670

*Nuværende regler og praksis
Anbefalinger til implementering
Effekter på natur- og biodiversitet
Driftsøkonomiske effekter*



AARHUS
UNIVERSITY