TEKNISK RAPPORT

FUSSING SØ 2000

APRIL 2002

ÅRHUS AMT
NATUR & MILJØ

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning 5

Indledning 9

Vand- og stofbalance 11
- Vandbalance 11
- Stofbalance 12
- Kilder til næringsstoftilførslen 14
- Målsætning 14

Fussing Sø's opland 15

Kemi i vand og sediment 19
- Overfladevand 19
- Bundvand 23
- Sediment 26

Alger 29

Undervandsvegetation 31
- Delområder 36

Udvikling 39
- Sedimentbalance 42
- Fremtidig tilstand 42

Referencer 45

Bilagsoversigt 47

Sammenfatning

Denne rapport beskriver tilstanden i Fussing sø i 2000 og den udvikling, som er sket i søen igennem de seneste 20 år.

Fussing sø er en af Østjyllands større søer med et samlet areal på 2,16 km^2. Søen ligger vest for Randers som den øverste del af Skals Å vandsystemet.
Søen har et lille opland (ca. 10 km^2), som hovedsagligt er opdyrket. På specielt syd- og vestsiden er de sønære arealer dog for en stor dels vedkommende bevokset af skov eller permanent græsdækkede.
Der er ingen større bysamfund i oplandet men omkring 25 spredt liggende ejendomme.

Der løber kun et antal mindre bække til søen. Vandets opholdstid er derfor lang (i 2000 er opholdstiden beregnet til 7,9 år).
Fussing sø's afløb - Møllebækken - ligger i vestenden tæt på Fussingø Gods.

For at bevare områdets nuværende landskabelige karakter er søen med omgivelser fredet.

Fussing Sø har en maksimumsdybde på 29,2 meter og en gennemsnitsdybde på ca. 12,6 meter. Søen er således en forholdsvis dyb sø. I både øst- og vestenden er der dog større områder med lavt vand.

Næringsstoftilførsel

Der blev tilført ca. 30 ton kvælstof og 265 kg fosfor til søen i 2000. Det svarer til en gennemsnitlig indløbskoncentration på 8,7 mg kvælstof/l og 77 µg fosfor/l. Indløbskoncentrationen for både kvælstof og fosfor var nogenlunde den samme som i 1989, hvor den seneste større undersøgelse fandt sted. Der er således ikke sket nogen væsentlige ændringer i næringsstoftilførslen til søen i de seneste 10 - 15 år.

Fussing Sø har tidligere været belastet af blandt andet møddingsafløb, som har medført et forhøjet fosforniveau i søen. Den samlede fosfortilførsel har aldrig været voldsom stor, men fordi det tilførte fosfor forbliver i Fussing Sø i mange år, er der alligevel opbygget en større fosforpulje i søen, som har belastet miljøet. Denne fosforpulje er efterhånden reduceret, fordi en del fosfor er blevet skyllet ud af søen og en del er bundet permanent i søbunden.
Derfor er fosforfrigivelsen fra søbunden i sommer- og efterårsmånederne blevet mindre, hvilket har medført et lavere fosforniveau i søvandet.
Det kan beregnes, at minimum 50 % af den tilførte fosfor skal indbygges i søbunden, før Fussing Sø er i ligevægt med fosfortilførslerne. I 2000 svarede det til ca. 150 kg.

Tilstand

Der dannes hvert år et stabilt springlag i søen, som adskiller det varme overfladevand fra det mere kolde bundvand. Resultatet er, at iltudvekslingen mellem overflade- og bundvand er lille. Det iltforbrug, som er i bundvandet i forbindelse med omsætningen af blandt andet døde alger, vil derfor medføre, at ilten forsvinder i bundvandet i løbet af sommeren. Det iltfattige miljø i bundvandet er naturligt for Fussing Sø. Blot har de forhøjede næringsstoftilførsler medført, at der er en længere periode med iltfattige forhold i bundvandet nu end under naturgivne forhold.

Den forhøjede fosforfrigivelse fra sedimentet har medført, at fosforkoncentrationen i søvandet i de sidste 20 år har været forholdsvis høj. Sommergennemsnittet i 1989 og 1993 var ca. 90 µg P/l. I 2000 var fosforfrigivelsen væsentlig mindre og dermed blev fosforkoncentrationen i overfladevandet også reduceret til et niveau på ca. 60 µg P/l i sommermånederne.

Søvandet er temmeligt klart om vinteren med en sigtdybde på 6 - 7 meter. I løbet af foråret falder sigtdybden. Såvel i 2000 som i den foregående undersøgelse af de kemiske forhold i søvandet i 1993 var minimum-sigtdybden 1 meter. I 2000 dog kun i en kort periode i maj måned imodsætning til 1993, hvor sigtdybden var 1 meter i 3 måneder fra 1. juli.
Alt i alt var vandet altså mere klart i sommeren 2000 end i sommeren '93.

Til forskel fra 1993 var der i 2000 kun tale om forholdsvis små algeopblomstringer hen over sommeren. Dermed var der alt i alt væsentligt færre alger i 2000 end i 1993.
Variationen i algemængden over året var dog nogenlunde den samme i de to år. Om foråret var der en opblomstring af kiselalger, i sommermånederne dominerede små blågrønalger samt en enkelt art af furealger og i efterårsmånederne var der en mindre opblomstring af kiselalger.

Ligesom algemængden og sigtdybden varierer indholdet af fosfor i søen hen over året. Koncentrationen er forholdsvis høj i vinter - og forårsmånederne. Årsagen er først og fremmest, at den fosforfrigivelse, som har fundet sted i det foregående efterår, endnu påvirker fosforindholdet i søvandet.
I løbet af foråret reduceres tilførslerne udefra og en del af fosforpuljen i søvandet sedimenterer. Derfor faldt fosforkoncentrationen til et minimum i august på ca. 40 µg P/l i 2000. I eftersommeren sker der påny en fosforfrigivelse af større eller mindre omfang og fosforindholdet i søen stiger igen - i 2000 til et niveau omkring 140 µg P/l.

Kvælstofniveauet i Fussing sø er i sommerhalvåret som et gennemsnit omkring 0,6 mg N/l og dermed forholdsvist lavt. Årsagen er dels, at kvælstoftilførslerne er små i kraft af det lille opland dels, at kvælstoffjernelsen fra søvandet er stor, fordi vandet opholder sig længe i søen.

Kvælstofkoncentrationen i søvandet er også blevet mindre i 2000 sammenlignet med 1993. Årsagen er ikke en mindre tilførsel men snarere, at kvælstoffjernelsen i søen er blevet større.
Også kvælstofindholdet varierer naturligvis hen over året med de laveste værdier i august og september.

I forhold til de fleste andre danske søer er kvælstofindholdet meget lavt i Fussing Sø. Dette medfører at kvælstof er begrænsende for blandt andet algernes vækst i søen i visse perioder i løbet af sommeren.

Der er en meget udbredt undervandsvegetation i Fussing Sø. I de lavvandede områder specielt i søens sydvestlige og vestlige del dækker undervandsvegetationen flere steder fuldstændigt søbunden (100 % dækningsgrad). Også i den øvrige del af søen er der mange undervandsplanter. Generelt står vegetationen tættest fra ca. 1,5 meter til ca. 3 meter. Trådalger findes ud til 7 meter flere steder i søen og Kredsbladet vandranunkel danner dybdegrænse for den egentlige undervandsvegetation på ca. 5,5 meter i søens midterste del.

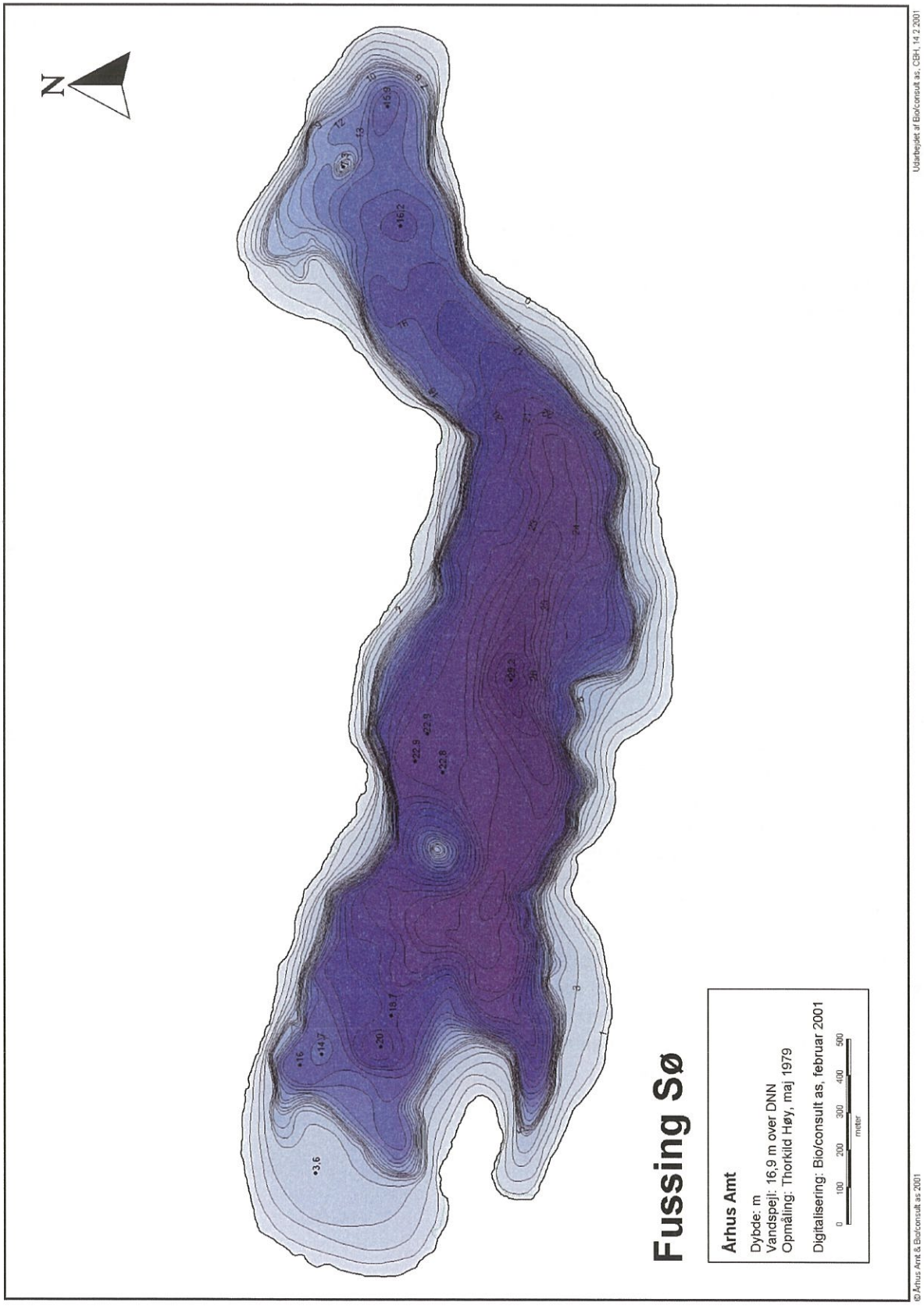
Ved vegetationsundersøgelsen blev Kortskaftet skeblad (Alisma gramineum) fundet i en sund og levedygtig bestand langs søens sydøstlige bred. Kortskaftet skeblad er registreret på den danske rødliste for truede planter og dyr i Danmark som formodet uddød. Men det er den altså ikke.

Arten vokser på et 3 - 400 m^2 stort område. Bestanden består af store planter med brede båndformede blade, der er ca. 0,5 meter lange og udelukkende vokser under vandet.

Kredsbladet vandranunkel, Brodbladet vandaks og Børstebladet vandaks er de hyppigst forekommende arter.
Derudover blev følgende arter fundet : Hjertebladet vandaks, Liden vandaks, Glinsende vandaks, Akstusindblad, Krybende vandkrans, Almindelig vandpest, Hvid åkande, Gul åkande, Rørhinde og flere arter af kransnålalger.

Sommergennemsnit		1982	1989	1993	2000
Partikulær COD	mg/l	3,04	2,91	5,01	4,15
Klorofyl	µg/l	20	17	30	13
Sigtdybde	meter	4,0	4,2	2,2	2,7
Ammonium	mg N/l	0,066	0,033	0,023	0,018
Nitrat	mg N/l	0,15	0,09	0,08	0,02
Total kvælstof	mg N/l	0,77	0,91	0,97	0,63
Orthofosfat	µg P/l	37	42	37	24
Total fosfor	µg P/l	88	88	96	63
Opløst silicium	mg Si/l	0,09	0,19	0,26	0,35
pH		8,5	8,8	8,9	8,7
Total alkalinitet	meq/l	1,63	1,65	1,53	1,75
Suspenderet tørstof	mg/l			5,11	3,27
Suspenderet glødetab	mg/l			4,47	2,15

Tabel 1
Sommergennemsnit af målte parametre i Fussing Sø i de fire måleår fra 1982 til 2000.



Figur 1
Dybdekort over Fussing Sø.

Rørskoven dækker kun et mindre areal i Fussing Sø og kun i den vestlige del er der visse steder en tæt og kraftig rørskov.

Målsætning og fremtidig tilstand

Fussing Sø har en generel målsætning og er tillige målsat som en badevandssø (B2).

Både kvælstof- og fosforkoncentrationen i søvandet har afgørende indflydelse på tilstanden i søen. Derfor skal såvel kvælstof- som fosfortilførslen fortsat søges begrænset i så stort omfang som mulig, uanset der i de sidste 20 år er sket en forbedring af spildevandsrensningen i oplandet, ligesom andre tiltag har reduceret belastningen af Fussing sø.

På grund af en større fosfortilførsel i tidligere år er der fortsat en pulje af overskudsfosfor i søen, som belaster miljøet om sommeren. Denne fosforpulje er dog blevet mindre i de senere år, men endnu er Fussing Sø ikke i ligevægt med fosfortilførslerne. Når søen opnår ligevægtsforhold, vil 50 % eller mere af den fosfor, som bliver tilført søen årligt blive tilbageholdt. Med den nuværende fosfortilførsel vil den gennemsnitlige fosforkoncentration i søvandet dermed blive 40 - 45 µg P/l.

I Vandkvalitetsplanen for Århus Amt er det anført, at sigtdybden som et sommergennemsnit skal være mindst 3 meter. Disse tre meter kan opnås ved en gennemsnitlig fosforkoncentration i sommerhalvåret på 40 - 45 µg P/l. Herved sikres generelt mere stabile tilstande i søen, end der er i dag. Undervandsvegetationen vil fortsat have gode forhold, hvorimod det kan forventes, at såvel trådalgerne som algerne i søvandet vil blive færre.

Fundet af Kortskaftet skeblad bidrager til at øge Fussing Sø's værdi som naturområde og det er klart, at den Kortskaftede skeblad i de kommende år vil være med til yderligere at rette fokus på det arbejde, der gøres for at sikre og forbedre tilstanden i Fussing Sø.

Søareal	km^2	2,16
Søvolumen	mio m^3	27,3
Maximum dybde	meter	29,2
Gns. Dybde	meter	12,6
Opland	km2	7,1
Opholdstid	år	7,9

Tabel 2
Morfometriska data for Fussing Sø.

Indledning

Århus Amt fører tilsyn med alle større søer i amtet. Som et led i dette tilsyn er der senest lavet undersøgelser i Fussing sø i 2000. Arbejdet har omfattet undersøgelser af næringsstoftilførslen og stofbalancen i søen, vandkemi, fytoplankton og undervandsvegetation.

Formålet med undersøgelserne har været at beskrive den nuværende tilstand i søen og den udvikling, som har været siden de sidste undersøgelser, som blev foretaget i 1993, samt at kunne pege på de nødvendige tiltag, som måtte være nødvendige, for at søen kan fortsætte den positive udvikling, som har været i de senere år. I 1993 var undersøgelserne indskrænket til kun at omfatte de kemiske forhold i søen. Den seneste større undersøgelse omfattende såvel søkemi som vand- og stoftransport mm. fandt sted i 1989.

Denne rapport beskriver de biologiske og kemiske forhold i Fussing sø samt den belastning, der sker af søen fra oplandet.
De seneste undersøgelser vil blive præsenteret og sammenlignet i første omgang med undersøgelserne i 1989 og 1993 men også med tidligere undersøgelser og derigennem beskrive den udvikling, som har været i søen igennem de sidste 20 - 25 år.

De første systematiske undersøgelser i Fussing sø blev foretaget i 1979. Siden har Århus Amt lavet undersøgelser i søen i 1982, 1989 og 1993.

Beskrivelse

Fussing sø er er en af Østjyllands større søer med et samlet areal på 2,16 km^2. Søen ligger vest for Randers meget lavt i terrænet med stejle skråninger fra det omkringliggende landskab ned til søen. Søen ligger øverst i Skals Å vandsystemet, der ender i Hjarbæk Fjord og Limfjorden.
Langs syd- og vestsiden er der en del skov, men ellers er hovedparten af oplandet opdyrket. Det samlede opland er i øvrigt lille (ca. 1000 ha) og vandets opholdstid er derfor lang (i 2000 er opholdstiden beregnet til 7,9 år).

Ved Fussing sø's afløb i vestenden ligger Fussingø Gods, som siden 2. Verdenskrig har været i statens eje og nu blandt andet rummer administrationen af Fussingø Statsskovdistrikt.

For at bevare områdets nuværende landskabelige karakter er Fussing sø med omgivelser i dag fredet.

Fussing sø er delvist inddelt i to bassiner. Et vestligt stort og relativt dybt bassin og en østlig lille og noget mere lavvandet del (tabel 2).
Der løber kun et antal mindre bække til søen. I østenden strømmer den største - Søgård Bæk - til, medens der specielt langs søens sydside er en række småbække, som er delvist kildefødte.
Afløbet - Møllebækken - findes som nævnt i vestenden og danner starten på Skals Å.

Fussing Sø har en maksimumsdybde på 29,2 meter og en gennemsnitsdybde på ca. 12,6 meter. Fussing Sø er således en forholdsvis dyb sø. I både øst- og vestenden er der større områder med lavt vand. Langs nord- og sydsiden af søen når skrænterne ned imod søens større dybder relativt tæt på kysten, her er de lavvandede arealer derfor små. Generelt er der et brednært areal, som skråner jævnt ud til omkring 4 - 6 meters dybde, hvorefter søbunden falder kraftigt til 20 - 25 meters dybde.

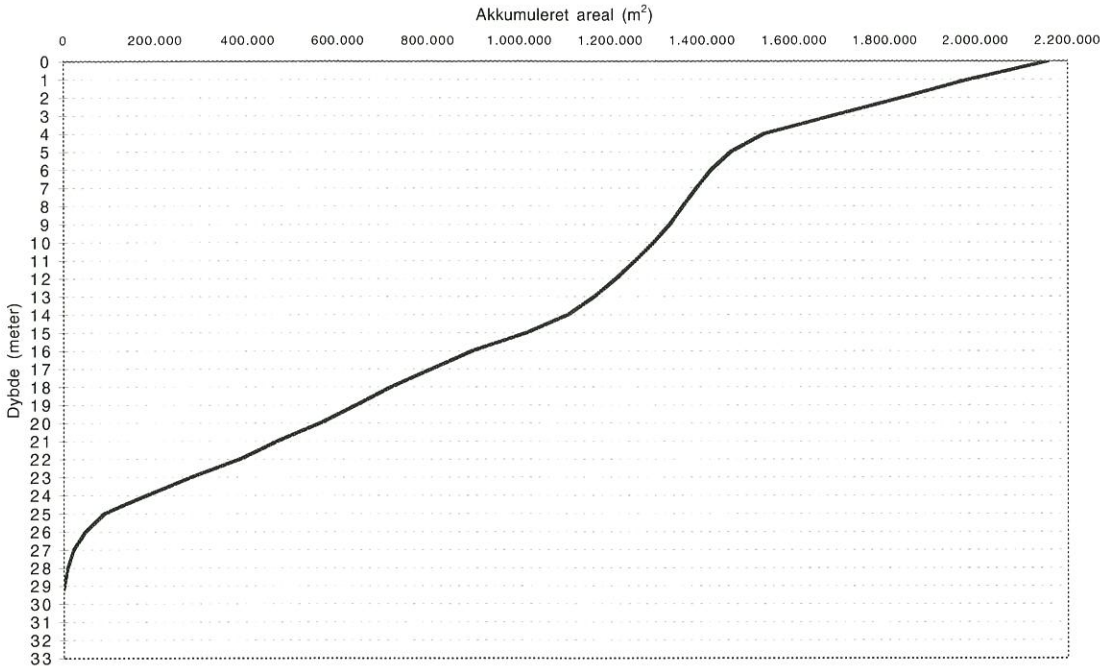
Søens samlede opland er på som nævnt lille - ca. 10 km^2.
Oplandet udgøres i vid udstrækning af landbrugsarealer. Der er ingen større bysamfund i oplandet men omkring 25 spredt liggende ejendomme.

Vandkvalitetsplan

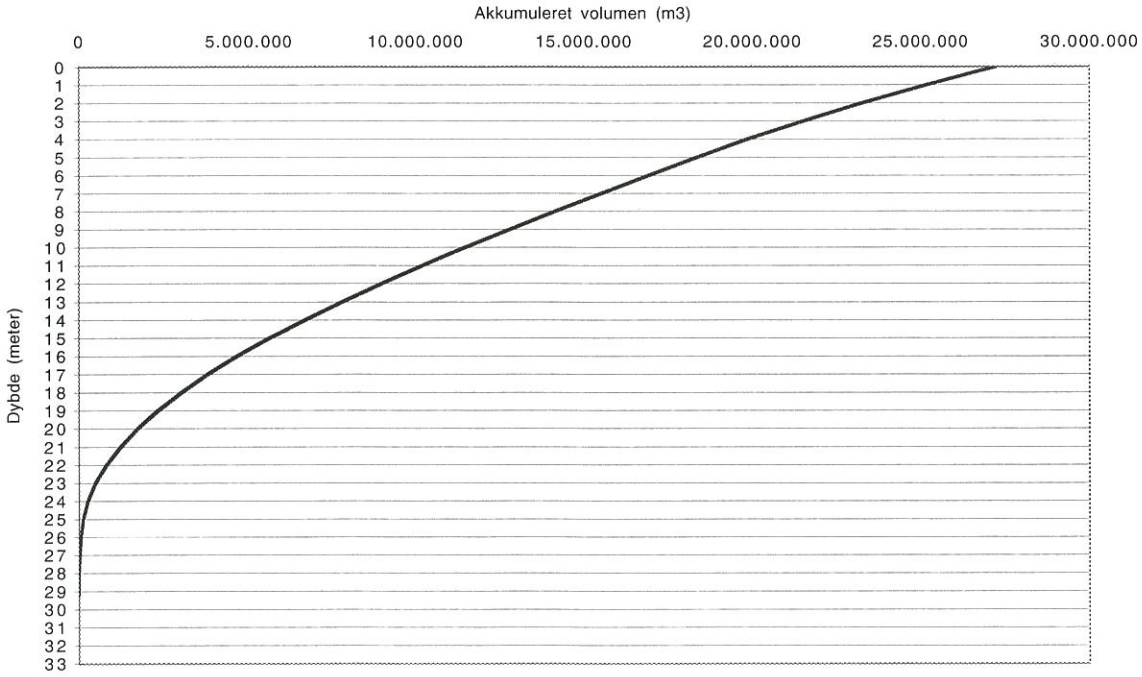
Fussing sø har en generel målsætning og er tillige målsat som en badevandssø (B2).

Både kvælstof- og fosforkoncentrationen i søvandet har afgørende indflydelse på tilstanden i søen. Derfor skal såvel kvælstof- som fosfortilførslen fortsat søges begrænset i så stort omfang som muligt, uanset der i de sidste 20 år er sket en forbedring af spildevandsrensningen i oplandet, ligesom andre tiltag har reduceret belastningen af Fussing sø.

Det skal videre sikres, at sigtdybden som et sommergennemsnit er mindst 3 meter. Herved sikres generelt mere stabile tilstande i søen, end der er i dag.



Figur 2
Arealhypsograf for Fussing Sø.



Figur 3
Volumenhypsograf for Fussing Sø.

Vand- og stofbalance

Der er som nævnt ikke nogen større vandløb, der fører til Fussing Sø. I søens østende findes den lille Søgård Bæk og på sydsiden fører en række små bække vand til søen. Her er bækken, som løber igennem området ved Elkær, den største. Afløbet fra Fussing Sø (Møllebækken) i søens vestlige ende er starten på Skals Å, der strømmer ud i Hjarbæk Fjord og Limfjorden.

Vandføringen i afløbet fra Fussing Sø (Møllebækken) er beregnet ved at kombinere enkeltvandføringsmålinger i Møllebækken med kontinuerte vandføringsmålinger i Skals Å (Løvel Bro) og i Århus Å (Aldrup Mølle) - se bilag.
Den beregnede vandføring i Møllebækken er videre anvendt til at beregne tilførslen af vand til Fussing Sø. Dette er sket ved at kombinere den beregnede vandføring i Møllebækken (Q-Q regression) med målinger af vandføringen i Søgård Bæk og det lille vandløb på søens sydside ved Elkær. Endeligt er vandtilførslen fra det såkaldte umålte opland - altså den del af oplandet der ikke omfattes af Søgård Bæk og vandløbet ved Elkær - fundet ud fra en arealkorrektion til oplandet til Søgård Bæk.

De mange små bække der løber til søen gør det vanskeligt at beregne en nøjagtig vand- og stofbalance.
Den beregnede vandtilførsel fra det umålte opland udgør 75 % af den samlede vandtilførsel til Fussing Sø. Det er altså kun 25 % af vandtilførslen som er et egentligt målt bidrag. Vand- (og stofbalancen) er dermed behæftet med nogen usikkerhed. Det vurderes dog, at såvel vand- som stofbalance er så nøjagtige, at de kan anvendes i en beskrivelse af forholdene i søen. Ikke mindst fordi det er den samme metode, som i store træk er anvendt til at bestemme vand- og stofbalancen, ved de tidligere undersøgelser i søen.

Til beregning af stoftransporten til Fussing Sø er der taget vandprøver i Søgård Bæk og i tilløbet ved Elkær henholdsvis 10 og 6 gange igennem 2000. Stoftransporten fra Fussing Sø er fundet ved at kombinere vandprøver i Møllebækken (og i visse perioder i Fussing Sø) med de beregnede vandføringer i bækken.
Se i øvrigt bilag for en mere udførlig beskrivelse af vand- og stoftransportberegningerne.

Vandbalance

Det er ved beregningen af vandbalancen antaget, at den vandmængde, som strømmer fra det "umålte" opland er den samme pr. arealenhed som i Søgård Bæk. Bidraget fremkommer dermed ved arealkorrektion af vandføringen i Søgård Bæk. Ud fra denne antagelse kan det beregnes, at der ikke sker nogen væsentlig vandtilførsel fra undersøiske kilder til Fussing Sø.

	opland (km^2)	vandmængde ($1000\ m^3$)	kvælstof (ton)	fosfor (kg)
Søgård Bæk	0,8	240	1,6	17
Tilløb fra syd (Elkær)	0,8	380	3,1	33
Umålt opland	5,5	2650	17,8	192
Grundvand/difference		20	4,2	
Nedbør		160	3,2	22
Samlet tilløb	7,1	3450	29,9	264
Fordampning		100		
Samlet afløb		3350	3,7	400
Søbalance			-26,7	136
Søbalance (%)			-89%	51%
Stoftilbageholdelse/-frigivelse			-23,9	13
Stoftilbageholdelse/-frigivelse (%)			-80%	5%

Tabel 3

Vand- og stofbalancen for Fussing Sø i 2000.

I forhold til søens store volumen kommer der kun en lille vandmængde til Fussing Sø. Vandet opholder sig derfor længe i søen. I 2000 er det beregnet, at vandtilførslen svarede til en opholdstid på 7,9 år.

Den atmosfæriske deposition er differencen mellem nedbør på søens overflade og fordampningen fra søen.

Stofbalance

Tabel 3 viser vand- og stofbalancen for Fussing Sø i 2000.

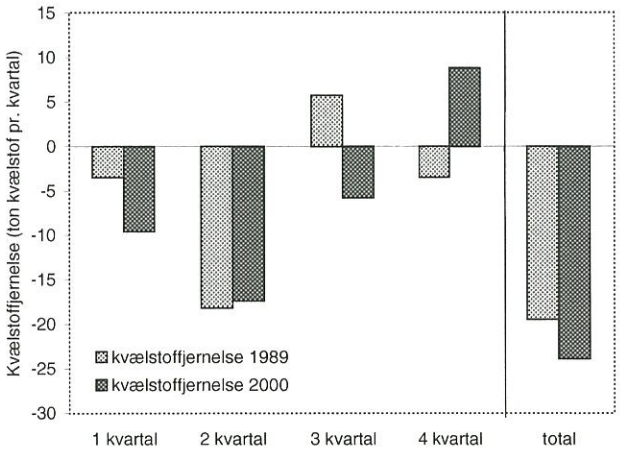
Stoftransporten i Søgård Bæk og i det lille tilløb fra Elkær er beregnet ved at sammenholde vandføringer og kemimålinger i de to små vandløb. Stoftransporten fra det umålte opland er beregnet ud fra den antagelse, at de gennemsnitlige stofkoncentrationer her er de samme som de, der findes i Søgård Bæk.
Til beregning af grundvandsbidraget er anvendt koncentrationer af kvælstof og fosfor på henholdsvis 6 mg N/l og 60 µg P/l. Der er dermed anvendt forholdsvis høje stofkoncentrationer. Dette er gjort, fordi det antages, at det beregnede grundvandsbidrag reelt er en overfladisk vand- og stoftilførsel fra det umålte opland. Under alle omstændigheder er vand- og stofbidraget fra grundvandet lille i forhold til den samlede tilførsel.

I tabellen er angivet en "Søbalance" og en "Stoftilbageholdelse/-frigivelse".
Søbalancen angiver forskellen mellem henholdsvis kvælstoftilførsel og -fraførsel og fosfortilførsel og -fraførsel. Altså hvor meget kvælstof og fosfor der blev tilbageholdt i Fussing Sø i 2000.
Stoftilbageholdelsen/-frigivelsen angiver de stofmængder, der blev tilbageholdt/frigivet i 2000, når der tages hensyn til den stofpulje, der var i Fussing Sø ved årets start og ved årets slutning.

Kvælstof

Den samlede kvælstoftilførsel var 30 ton i 2000, hvilket svarer til en gennemsnitlig indløbskoncentration på 8,7 mg N/l.

Indløbskoncentrationen til Fussing Sø er dermed forholdsvis høj og er et udtryk for den forholdsvis intensive dyrkning, der sker i søens opland. Da oplandet til Fussing Sø er lille er den samlede kvælstoftilførsel dog beskeden.



Figur 4
Kvælstoffjernelsen i Fussing Sø i 1989 og i 2000 præsenteret pr kvartal og som den totale årlige mængde.

I 1989 blev den gennemsnitlige indløbskoncentration for kvælstof beregnet til 7,4 mg N/l. Umiddelbart ser det dermed ud til, at kvælstofbelastningen til Fussing Sø er steget. Det vurderes dog, at beregningen af den gennemsnitlige indløbskoncentration er behæftet med så store usikkerheder, at der alt i alt ikke er sket nogen væsentlige ændringer i kvælstofbelastningen til Fussing Sø i de sidste 10 - 15 år.

I kraft af vandets lange opholdstid er der en stor kvælstoffjernelse fra søvandet. I 2000 er det beregnet, at der skete en kvælstoffjernelse på 80 % af den tilførte mængde eller næsten 24 ton.

Figur 4 viser den kvartalsvise kvælstoffjernelse i 2000 og i 1989.
Generelt sker der en kvælstoffjernelse i Fussing Sø i den største del af året. På grund af det lave kvælstofniveau i søen er der dog visse perioder specielt i sensommeren og efteråret, hvor der kan ske en mindre kvælstofopbygning i søen. I 2000 i 3. kvartal i 1989 i 4. kvartal. Årsagen hertil er blandt andet, at meget lave kvælstofkoncentrationer i søvandet kan resultere i en transport af kvælstof fra sediment til vandfase.

Den samlede kvælstoftilbageholdelse i 2000 var som nævnt ca. 24 ton og i 1989 omkring 20 ton. Der er således ikke sket nogen væsentlig ændring i den årlige kvælstoftilbageholdelse i Fussing Sø fra 1989 til 2000. Som det vil blive omtalt senere, kan den lille ændring i kvælstoftilbageholdelsen måske tages som udtryk for, at

Fussing Sø i de senere år har bevæget sig i retning af mindre næringsrige forhold (se afsnittet om udviklingen i Fussing Sø).

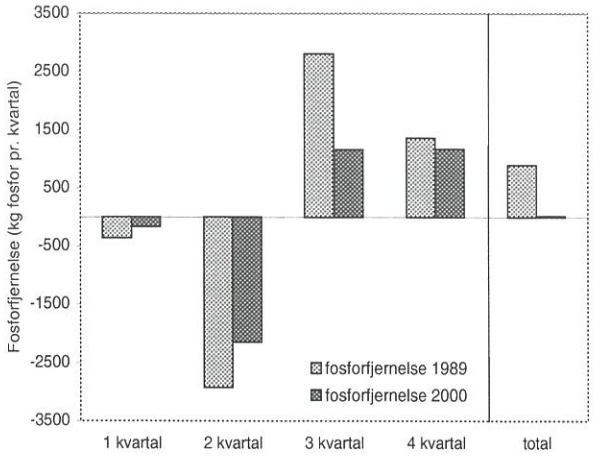
Fosfor

Fosfortilførslen til Fussing Sø er i 2000 beregnet til ca. 265 kg svarende til en indløbskoncentration på 77 µgP/l. Der er ikke sket nogen væsentlig ændring i koncentrationen af fosfor i det tilførte vand siden 1989, hvor det er beregnet, at den gennemsnitlige indløbskoncentration var 70 µg P/l.

Transporten af fosfor mellem sediment og vandfase ændres markant gennem året i Fussing Sø. I forårsmånederne sker der en kraftig fosfortilbageholdelse i sedimentet, som medfører, at fosforkoncentrationen i søvandet falder. Den fosfor, som bliver bundet i sedimentet, stammer både fra nylige tilførsler fra oplandet men er også noget af det fosfor, som blev frigivet fra søbunden i det foregående efterår.
I løbet af sommeren og efteråret ændres de kemiske forhold i bundvandet. Blandt andet bliver de dybere vandlag iltfrie hen over sommeren. Dette medfører en kraftig fosforfrigivelse fra sedimentet.

Fosforudvekslingen mellem sediment og søvand afhænger dels af størrelsen af den fosforpulje, som er i sedimentet, dels af forholdene ved søens sedimentoverflade. Specielt har ilt- og redox-forholdene væsentlig betydning.

Den forholdsvis høje fosforkoncentration, som er i Fussing Sø om sommeren, skyldes blandt andet, at der fortsat er en fosforpulje på bunden af Fussing Sø, som stammer fra tidligere tiders større fosfortilførsler.
Denne fosfors binding i sedimentet reguleres af det samlede redox-potentiale over sedimentoverfladen. Redoxforholdene bestemmes af ilt-og nitratindholdet i vandet. I Fussing Sø er kvælstofniveauet generelt meget lavt og således også indholdet af nitrat. Derfor er der også meget lave nitratkoncentrationer i bundvandet i sensommeren og efteråret. Når ilten forsvinder i løbet af sommeren, er der derfor ikke noget nitrat til at "holde igen" på fosforfrigivelsen og der sker derfor en umiddelbar fosforfrigivelse fra sedimentet i Fussing Sø i takt med, at iltkoncentrationen falder.
En forholdsvis stor del af den fosfor, som findes i sedimentet, er organisk bundet. Blandt andet fordi jernindholdet i sedimentet er beskedent. Fosforbindingskapaciteten er dermed meget ringe i Fussing Sø i sensommeren og efteråret, når ilten forsvinder fra bundvandet.



Figur 5

Fosforfjernelsen i Fussing Sø i 1989 og i 2000 præsenteret pr kvartal og som den totale årlige mængde korigeret for magasinændringer.

Derfor frigives den største del af det sedimentbundne fosfor til søvandet og derfor stiger fosforindholdet i søvandet markant henover sommeren. Tilbage i sedimentet er der i efteråret kun en meget beskeden fosforindhold svarende til ca. 1 mg P/g TS.

Fosforfrigivelsen ophører først, når bundvandet i forbindelse med en total omrøring af vandet igen tilføres ilt. I 2000 skete dette i løbet af december.

Der blev frigivet større mængder fosfor specielt i 3. kvartal men også i 4. kvartal i 1989 end i 2000. Den samlede fosforfrigivelse var dermed større i 1989 end i 2000. Netto blev der frigivet næsten 1000 kg fosfor i 1989 imod 13 kg i 2000.
Bedømt ud fra den årlige fosforbalance har Fussing Sø altså bevæget sig i retning af en større grad af ligevægt med fosfortilførslerne. Der er dog langt igen, før en egentlig ligevægt er opnået. Dette kræver nemlig, at der er en fosfortilbageholdelse på mere end 50 % af den årlige tilførsel.

Fosforfrigivelsen fra sedimentet og dens betydning vil blive behandlet i afsnittet om vandkemi i søen.

Kilder til næringsstoftilførslen

En del af de næringsstoffer, som kommer til søen, kan henføres som en naturlig tilførsel og en mindre del skyldes spildevandsudledning fra nogle af de i alt ca. 25 ejendomme, der ligger i oplandet. Den største del af specielt kvælstoftilførslen men også fosfortilførslen, kan henføres under markbidraget eller de dyrkningsbetingede udledninger. Markbidraget er fremkommet som differencen mellem den samlede tilførsel og summen af bidragene fra nedbør, natur og spredt bebyggelse. Eventuelle usikkerheder i beregningen af såvel de enkelte bidrag som den samlede tilførsel er derfor indeholdt i markbidraget.

Beregningsforudsætninger :

- Naturbidraget er beregnet under antagelse af, at baggrundskoncentration er 1,5 mg N/l og 30 µg P/l (bedømt ud fra målinger i kilder i oplandet).
- Kvælstof- og fosfortilførslen fra den spredte bebyggelse er beregnet ud fra Miljøstyrelsens normtal, som er 4,4 kg kvælstof og 1 kg fosfor pr. PE pr. år. Videre er det antaget, at 55 % af den samlede udledning fjernes, inden spildevandet når vandløb eller sø.
  Nedbørsbidraget er beregnet ud fra den antagelse, at der tilføres henholdsvis 15 kg kvælstof og 0,1 kg fosfor pr ha pr år direkte til Fussing Sø.
- Endeligt er markbidraget som nævnt fremkommet som en difference mellem den samlede målte transport og summen af de øvrige kilder.

(angående beregning af stoftilbageholdelse - se bilag)

I tabel 4 er de beregnede stofmængder fordelt på kilder. Som det kan ses, er markbidraget for såvel kvælstof som fosfor den væsentligste enkeltkilde til næringsstoftilførslen ti Fussing Sø. I 2000 kom henholdsvis 72 % af kvælstoftilførslen og 48 % af fosfortilførslen fra de dyrkede jorde.
Som nævnt er vand- og stofbalancen for Fussing Sø behæftet med nogen usikkerhed. Disse usikkerheder påvirker også kildeopsplitningen. Det vurderes dog, at de angivne niveauer angiver de reelle forhold for Fussing Sø.

	kvælstof (ton)	fosfor (kg)
Nedbør	3,2	22
Naturbidrag	5,2	100
Spredt bebyggelse	0,1	15
Markbidrag	21,4	127
I alt	29,9	264

Tabel 4
Kildeopsplitningen for Fussing Sø i 2000.

Målsætning

Fussing Sø har en generel målsætning og er tillige målsat som badevandssø (B2).

Da kvælstofkoncentrationen i højere grad end i de fleste andre danske søer influerer på miljøkvaliteten, arbejder Århus Amt på at reducere tilførslen af såvel kvælstof som fosfor.
En tilstrækkelig lav næringsstoftilførsel skal blandt andet sikres ved, at der som et minimum sker en 90 %'s reduktion af den spildevandsbetingede udledning af fosfor. Der ud over arbejder Århus Amt i samarbejde med lodsejere omkring søen på at begrænse tilførslen af fosfor og kvælstof fra markerne i oplandet. Dette kan ske ved at etablere mindre vådområder i oplandet, hvor omsætningen er stor, ekstensivering af sønære arealer, reduktion i tilførslen af næringsstoffer til markerne mm.

Målsætningen for Fussing Sø er, at såvel kvælstof- som fosforkoncentrationen i søvandet reduceres så sigtdybden kan være mere end 3,0 meter som en gennemsnitlig sommerværdi. Herved sikres stabile forhold i søen, herunder at den undervandsvegetation, som i dag er i søen, også fremover vil være til stede.

Reduktioner i fosfortilførslerne vil på længere sigt forbedre miljøkvaliteten i søen, medens kvælstofreduktioner umiddelbart vil have en gavnlig effekt. Det er derfor vigtigt at arbejde for reduktion i såvel fosfor- som kvælstoftilførslerne.
En forbedret vandkvalitet vil endvidere øge søens værdi som badesø.

Næringsstoftilførslerne og næringsstofkoncentrationerne i søvandet i 2000 medførte en gennemsnitlig sommersigtdybde på 2,7 meter. Målsætningen for Fussing Sø var dermed ikke opfyldt i 2000.

Fussing Sø's opland

Fussing Sø og området omkring søen indeholder store naturværdier. Der findes såvel skov som åbne ikke opdyrkede overdrevsarealer og i den vestlige ende ligger Fussingø Gods i et karakteristisk østjysk herregårdslandskab. Derfor og i forbindelse med statens overtagelse af Fussingø Gods blev søen og dens nærmeste omgivelser fredet i 1953 og 1956.

De sønære omgivelser har en høj naturmæssig værdi. Hele søens nordside og en del af sydsiden er imidlertid opdyrket. En del af disse områder er stærkt skrånende ned imod søen. En af forklaringerne på søens tilstand er en relativt stor overfladeafstrømning fra disse arealer.

Hvis tilstanden i Fussing Sø skal blive bedre, er det nødvendigt at begrænse næringsstoftilførslen i sær fra markerne. En reduktion i kvælstoftilførslen til søen vil give et hurtigt respons og en forbedret søtilstand forholdsvis hurtigt. Det er dog også vigtigt at reducere fosfortilførslen, men en sådan mindre fosfortilførsel vil ikke umiddelbart kunne spores i søen, fordi der er en relativ stor fosforpulje på bunden af søen, som bidrager til et forhøjet fosforniveau om sommeren og i efteråret.

Århus Amt er samtidigt meget interesseret i at fastholde og gerne øge de meget store naturværdier, som Fussing Sø og søens opland indeholder.
Det er i den forbindelse væsentligt, at en naturgenopretning omkring søen vil understøtte den fredning, som allerede er indført for søen og de nærmeste omgivelser.

Derfor har amtet sammen med interesserede lodsejere arbejdet for at udvælge sønære arealer med lille hældning, hvor man kan bryde hoveddrænledninger og etablere våd-/naturområder, som både kan tjene til kvælstoffjernelse og fosfortilbageholdelse, men samtidigt kan skabe mere natur i området.

Et væsentligt og bærende element i projektet er de EU-finansierede Miljø Venlige Jordbrugsforanstaltninger. Det er igennem disse MVJ-støtteordninger muligt at kompensere for det indtægtstab, som lodsejerne vil have ved at overgå til en mere miljøvenlig drift.

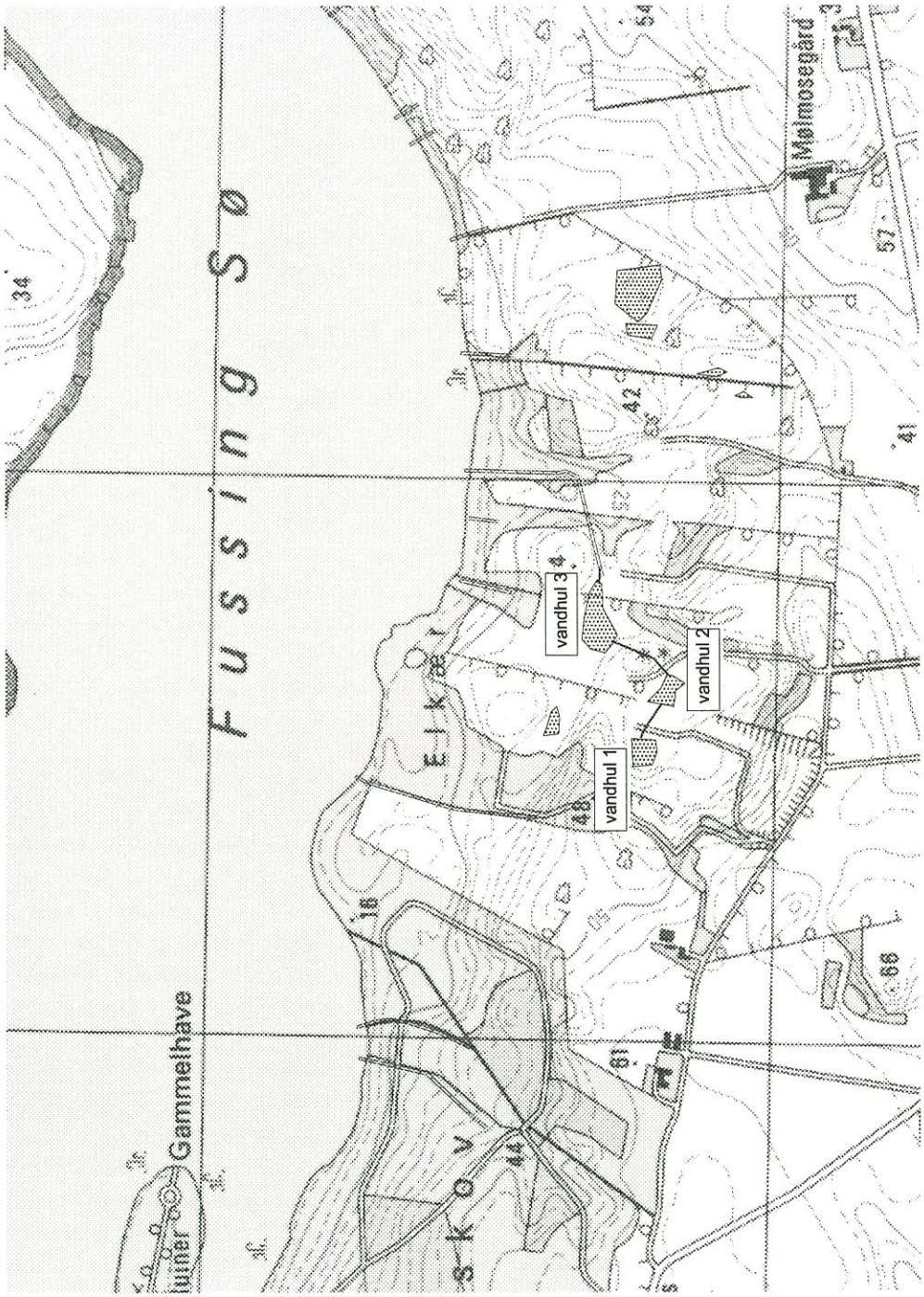
Projektet skal som nævnt reducere næringsstoftilførslen til Fussing Sø og forøge områdets naturværdier gennem en etablering af vådområder i oplandet. Samtidigt gives der dog også støtte i hele oplandet til at reducere kvælstoftilførslen, til en øget udlægning i rajgræs og andre tiltag for at reducere især kvælstofudvaskningen.

I første omgang har Århus Amt i samarbejde med de berørte lodsejere etableret et antal vandhuller på sydsiden af Fussing Sø. Dels i området benævnt Elkær dels lidt længere imod øst. Begge steder er vandhullerne skabt i eksisterende lavninger, hvor små vandløb, som nu er rørlagt, løber igennem (figur 6).
Ved at etablere disse vandhuller i forbindelse med de eksisterende vandløb forsinkes vandets løb imod Fussing Sø. Herved forøges omsætningen i vandet og der sker en forøget fjernelse af såvel kvælstof som fosfor inden vandet når Fussing Sø. Samtidigt tilfører de nye vandhuller området endnu et naturelement og bidrager dermed til at forøge de naturmæssige værdier i området.

I det følgende vil etableringen af vandhullerne på Fussing Sø's sydside blive beskrevet og resultaterne af projektet blive gennemgået.

På figur 6 er de nyetablerede søer på sydsiden af Fussing Sø vist. I Elkær er der lavet fire vandhuller. De tre er etableret på det største vandløb, som løber igennem området med forholdsvis kort afstand imellem hinanden. Det fjerde vandhul er dannet i forbindelse med et mindre moseområde. Fra dette moseområde og vandhul løber vandet i et lille delvist rørlagt vandløb direkte til Fussing Sø.

Elkær er et meget kuperet område. Der er nogle mindre arealer "bagved" Elkær, som også ligger i Fussing Sø's opland. Der er en vandafstrømning fra disse bagvedliggende områder igennem Elkær til Fussing Sø. Samtidigt er der en del trykvand, som trykkes ud i bunden af skrænterne i området og som derefter løber overfladisk i de små vandløb, som munder ud i Fussing Sø.
Det vand, som løber i de små vandløb i området, er altså en blanding af grundvand og regnvand, der er tilført overfladisk eller gennem grøfter og dræn. Det har da også vist sig, at indholdet af næringsstoffer i de forskellige vandløb og dræn har et noget varierende indhold af næringsstoffer afhængig af, om det er grundvand eller overfladevand, der dominerer. De største næringsstofkoncentrationer findes således i de dele af vandløbene, hvor vandet primært stammer fra den overfladiske vandafstrømning.



Figur 6
Kort over Fussing Sø's sydside med angivelse af de nydannede vandhuller.

Kvælstof

Målinger i meget små vandløb i området viser, at overfladevand fra de dyrkede arealer har kvælstofkoncentrationer på 10 mg N/l eller mere.

Kvælstofniveauet i vandhul 1 er 4 - 4,5 mg N/l i vintermånederne, altså et lettere forhøjet kvælstofniveau, som indikerer, at vandtilførslen til vandhullet sker både som overfladevand og som grundvand.

Kvælstofkoncentrationen i vandhullerne reduceres i løbet af foråret og sommeren. Dette skyldes dels en mindre tilførsel af kvælstofholdigt vand men også en

forøget omsætning i vandhullet i sommerhalvåret.

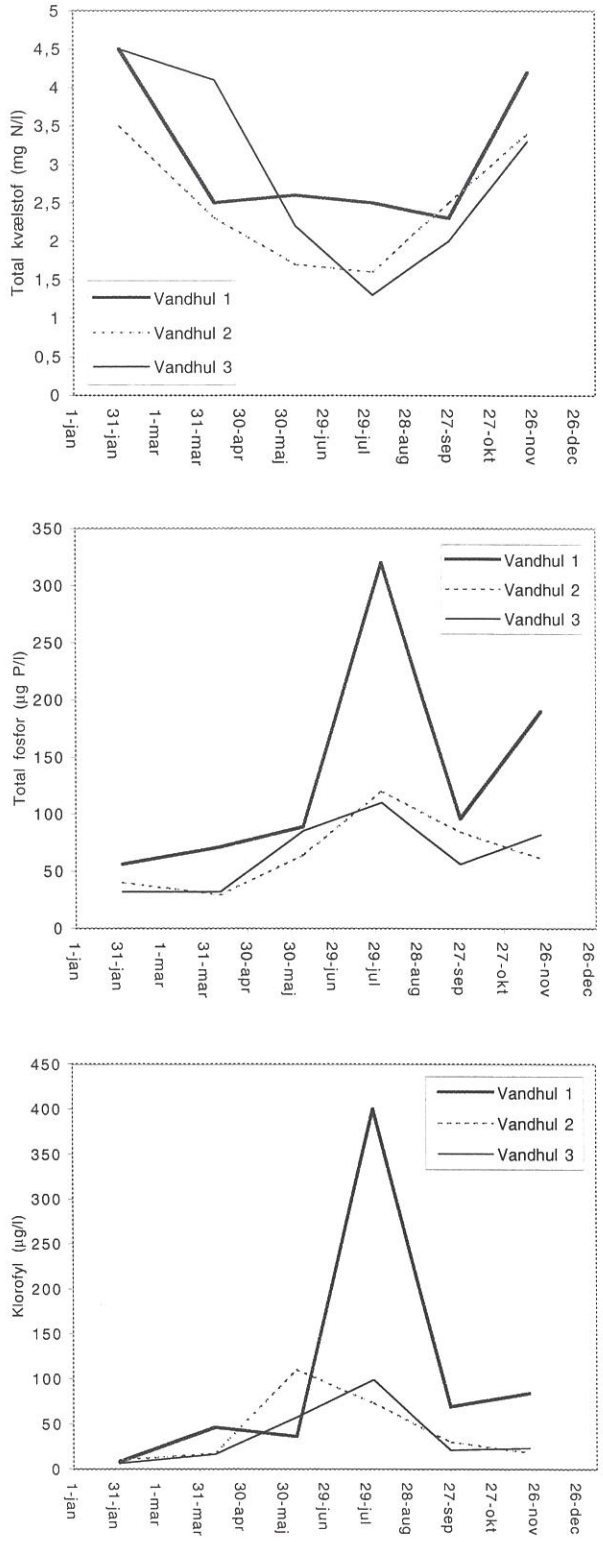
Vandhul 2 ligger umiddelbart nedstrøms vandhul 1. Langt den største del af vandtilførslen til vandhul 2 sker via vandhul 1
Kvælstofkoncentrationen er generelt en smule højere i vandhul 1 end i vandhul 2. Denne forskel er et resultat af den kvælstoffjernelse, som sker i vandhul 1.

Vandet fra vandhul 2 strømmer videre til vandhul 3. Samtidigt sker der dog en vandtilførsel fra andre arealer til vandhul 3 heriblandt fra et afgræsset og tidligere dyrket areal. Det skønnes, at denne supplerende vandtilførsel med et lettere forhøjet kvælstofindhold er årsagen til, at kvælstofkoncentrationen i vandhul 3 faktisk var højere end kvælstofniveauet i vandhul 2 i første halvdel af året.

Fosfor

Fosforkoncentrationen i vandhul 1 er større end i vandhul 2 og 3 (figur 7 - i midten).
I vinterhalvåret er fosforniveauet i vandhul 1 60 - 70 µg P/l. Koncentrationen stiger hen igennem sommeren til mere end 300 µg P/l for igen at falde til ca. 100 µg P/l hen over efteråret.
Den stigende fosforkoncentration i sommerhalvåret skyldes en fosforfrigivelse fra sedimentet. En større fosforfrigivelse sker typisk fra næringsrige sedimenter, når iltindholdet i det overliggende vand nærmer sig nul. Det næringsrige sediment i vandhullet skyldes en næringsstofbelastning fra eksterne kilder gennem en længere periode. Kilderne er sandsynligvis dels en spildevandsbelastning fra dårligt renset spildevand fra enkeltliggende ejendomme, dyrkningsbetingede udvaskninger og sandsynligvis også andefodring i og omkring vandhullet.
Resultatet er et vandhul, som specielt i sommerhalvåret er påvirket af høje fosforkoncentrationer og en stor algevækst i vandfasen (klorofylkoncentrationen viser en tilsvarende markant stigning i sommersæsonen som fosforindholdet - figur 7 nederst).

Fosforniveauet i vandhul 2 og 3 er generelt lavere end i vandhul 1. Som for kvælstofs vedkommende er årsagen primært, at der sker en tilbageholdelse af fosfor i vandhul 1 af det vand, der strømmer igennem de tre vandhuller. Ydermere er hverken vandhul 2 eller 3 belastet af et meget næringsrigt sediment. Derfor er der ikke nogen voldsom fosforfrigivelse fra bunden af disse to vandhuller. Den forhøjede fosforkoncentration, som er i vandhul 2 og 3 i sommermånederne skyldes derfor i vid udstrækning, at det vand der strømmer til vandhullerne i



Figur 7

Variationen i indholdet af total kvælstof (øverst), total fosfor (i midten) og klorofyl (nederst) i de tre vandhuller som er gravet i forlængelse af hinanden i Elkær på Fussing Sø's sydside.

Vandet strømmer først til vandhul 1, derefter til vandhul 2 og til sidst til vandhul 3.

denne periode, er belastet af fosforfrigivelsen i vandhul 1.

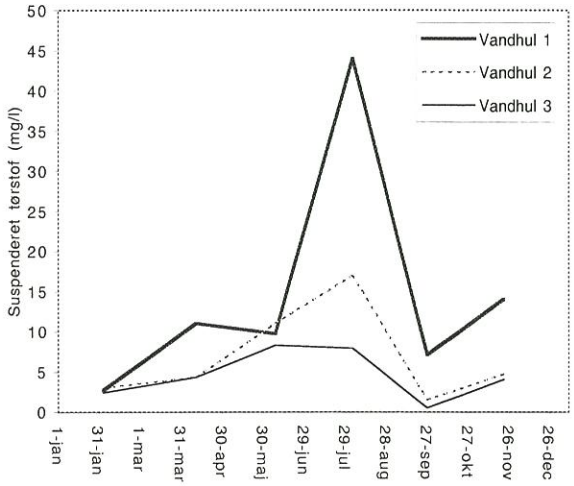
Klorofyl og suspenderet stof

Indholdet af klorofyl og suspenderet stof i de tre vandhuller bekræfter det beskrevne billede, nemlig at vandhul 1 er belastet af forholdsvis høje fosforkoncentrationer, som medfører en større algeopblomstring og dermed også en stor produktion af organisk materiale, som hvirvles op i vandet og medfører høje koncentrationer af suspenderet stof.

Der er konstateret andefodring ved bredden af vandhul 1. Dette bidrager yderligere til de høje næringsstofkoncentrationer og det uklare vand, fordi ænderne transporterer næringsstoffer fra bredden ud i vandhullet. Samtidigt vil bundmateriale hvirvles op i vandet ved ændernes aktivitet i vandhullet.

Generelt sker der en næringsstoftilbageholdelse af såvel kvælstof som fosfor i de tre vandhuller. Det medfører i første omgang lavere næringsstofkoncentrationer fra vandhul 1 til vandhul 3, men vandhullerne reducerer også næringsstofbelastningen af Fussing Sø og bidrager dermed til at tilstanden i Fussing Sø forbedres.

Ud over disse tre vandhuller er der etableret yderligere fire vandhuller langs Fussing Sø's sydside. Alt i alt er der altså i skrivende stund 7 vandhuller, som alle bidrager til at naturen langs Fussing Sø er så varieret som mulig til glæde for plante- og dyrelivet i området. Som for de tre gennemgåede vandhuller gælder det også for de fire sidste, at de bidrager til at reducere næringsstoftilførslen til Fussing Sø.



Figur 8

Variationen i indholdet af suspenderet tørstof i de tre vandhuller som er gravet i forlængelse af hinanden i Elkær på Fussing Sø's sydside.

Vandet strømmer først til vandhul 1, derefter til vandhul 2 og til sidst til vandhul 3.

Kemi i vand og sediment

Overfladevand

I det følgende vil tilstanden i Fussing Sø i 2000 blive beskrevet. Beskrivelsen tager udgangspunkt i målingerne i søen i 2000. Århus Amt har også foretaget målinger i søen i blandt andet 1993. Disse målinger vil blive anvendt i en sammenligning med forholdene i 2000.

I 2000 (og i 1993) er der taget prøver i Fussing Sø 19 gange igennem året - en gang om måneden i vinterhalvåret og to gange om måneden fra 1. maj til 1. oktober. Vintermålingerne omfatter kun en overfladeprøve, medens der er taget både overflade- og bundprøver hen over sommeren.

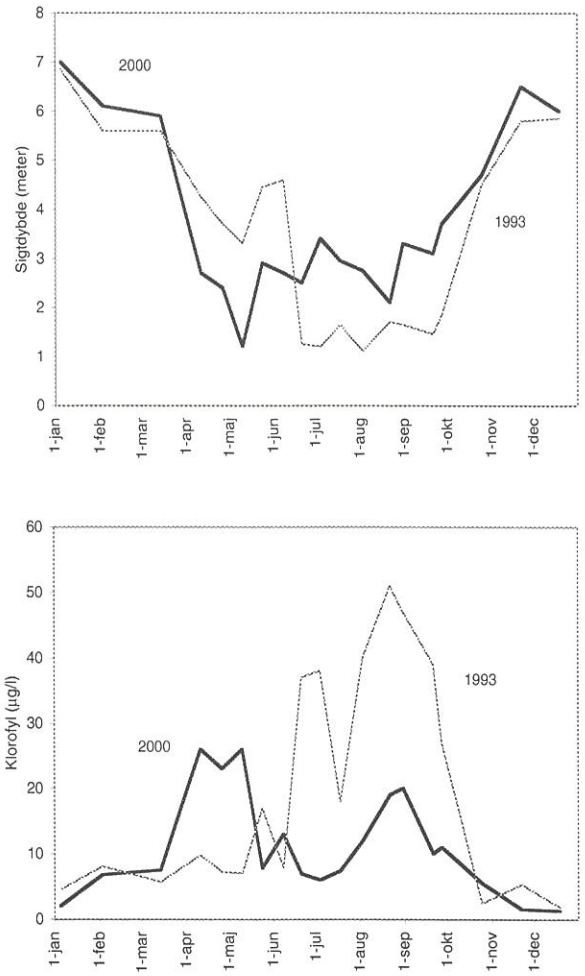
Sigtdybde og klorofyl

Sigtdybden varierede fra et maksimum på 7 meter i vintermånederne til et minimum omkring 1 meter i midten af maj. Der er altså tale om meget kraftige variationer i vandets klarhed i Fussing Sø hen over året.

I vintermånederne er der generelt en meget stor sigtdybde på omkring 6 - 7 meter. I denne del af året var sigtdybden nogenlunde den samme i 1993, hvor der også blev målt sigtdybder på 6 - 7 meter.
Om sommeren reduceres sigtdybden til 1 - 3 meter. I 2000 var den gennemsnitlige sigtdybde i sommermånederne 2,7 meter - i 1993 2,2 meter.

Klorofylindholdet er et mål for algemængden i søvandet. Særligt i lidt dybere søer bestemmer algemængden i vid udstrækning sigtdybden. Derfor er klorofylkoncentrationen i Fussing Sø i såvel 1993 som i 2000 i det væsentlige et spejlbillede af sigtdybden.

I løbet af april og maj var der en forholdsvis kraftig opvækst af alger i Fussing Sø i 2000. Klorofylkoncentrationen steg fra et niveau mindre end 10 µg/l til næsten 30 µg/l. Denne algeopvækst medførte en kraftig reduktion i sigtdybden til ca. 1 meter i første halvdel af maj måned. Allerede sidst i maj faldt algemængden igen og vandet blev gradvist mere klart. I hele sommerperioden var klorofylkoncentrationen omkring 10 µg/l og sigtdybden varierede mellem 2 og 3 meter.
I slutningen af august steg klorofylkoncentrationen og dermed indholdet af alger i søvandet igen. Denne gang til et klorofylniveau omkring 20 µg/l. Sigtdybden blev



Figur 9
Årstidsvariationen i sigtdybde (øverst) og klorofylkoncentration (nederst) i Fussing Sø i 1993 og 2000.

dog kun en smule mindre og allerede i første halvdel af september faldt algemængden igen og vandet blev gradvist mere klart, indtil vinterniveauet med sigtdybder på mere end 6 meter blev nået i november.

Som nævnt var sigtdybden i 1993 i vintermånederne nogenlunde den samme som i 2000. I sommerperioden varierer sigtdybden dog noget hen over sommeren i de to år. I 1993 var vandet forholdsvist klart i foråret i modsætning til 2000, hvor årets minimum-sigtdybde som nævnt blev målt i første halvdel af maj. Fra 1. juli til 1. oktober var vandet til gengæld noget mere uklart med sigtdybder mellem 1 og 2 meter i 1993. I 2000 var

sigtdybden som nævnt omkring 3 meter hele sommeren. Forklaringen på de varierende sommersigtdybder er forskellige kemiske og biologiske forhold i søen de to år i mellem. Der har nemlig ikke været nogen væsentlig forskel i belastningen til søen i 1993 og i 2000.

Total fosfor

Fosforniveauet varierer meget i Fussing Sø. Fosforkoncentrationen - såvel det opløste orthofosfat som det totale fosforindhold stiger kraftigt i løbet af efteråret. Total fosforkoncentrationen steg i 2000 således fra et niveau omkring 40 µg P/l i juli og august til ca. 140 µg P/l i december. Det høje fosforniveau fastholdes i søvandet hen over vinteren.

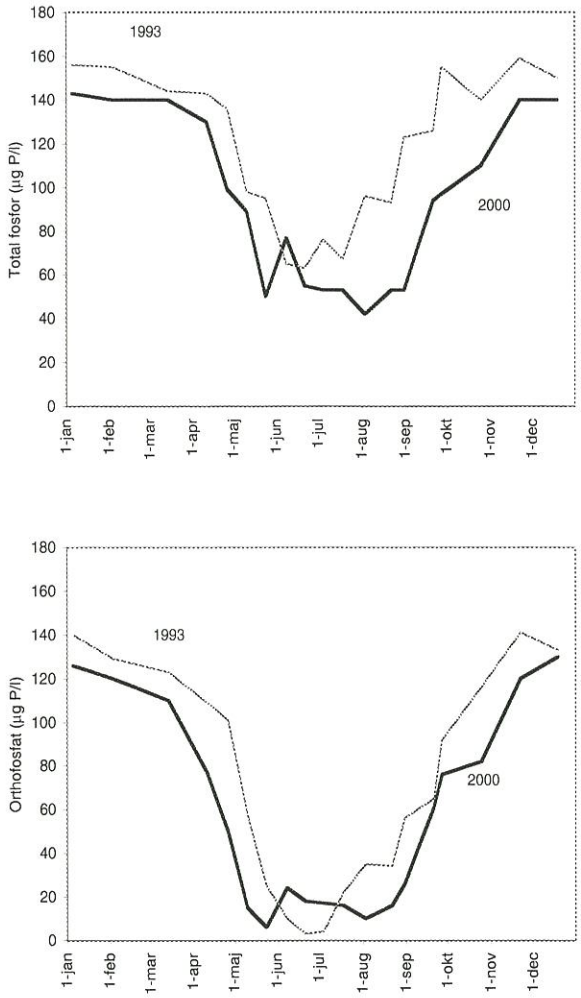
I løbet af april og maj sker der en markant reduktion i indholdet af fosfor i søvandet. Årsagen er en kombination af flere ting. Hen over foråret og sommeren falder de eksterne tilførsler af fosfor fra oplandet. Men nok så vigtigt vil iltrige forhold i bundvandet medføre, at en del af den fosfor, som blev frigivet fra sedimentet i efteråret, igen vil blive bundet og endelig vil den store bestand af undervandsvegetation, som er i søen, binde betragtelige fosformængder i plantevæv i takt med at disse planter vokser. Alt i alt medfører dette, at indholdet af fosfor i søen i løbet af foråret reduceres. I 2000 faldt fosforkoncentrationen fra ca. 140 µgP/l i marts til 40 µgP/l i juli.

Hen over sommeren forringes iltforholdene i de dybere vandmasser (se senere). Dette resulterer i en fosforfrigivelse fra sedimentet. Når springlaget om efteråret nedbrydes, vil den frigivne fosfor blive ført op i overfladevandet og medføre stigende fosforkoncentrationer her. Samtidigt vil undervandsvegetationen begynde at blive nedbrudt, hvorved den fosfor, som har været bundet i plantevæv frigives til søvandet. Resultatet er en stigende fosforkoncentration i søvandet.

Det vurderes, at der generelt er sket et fald i indholdet af total fosfor fra 1993 til 2000. Såvel vinter- som sommerniveau er således mindre i 2000 end i 1993.

En mindre fosforfrigivelse i sensommeren og efteråret betyder, at fosforkoncentrationen i søvandet reduceres i denne periode. I kraft af vandets lange opholdstid i Fussing Sø og de beskedne eksterne fosfortilførsler bestemmes vinter - og forårsniveauet også af den fosfor, som frigives i det foregående efterår. Årsagen til det lavere fosforniveau er derfor først og fremmest en mindre fosforfrigivelse fra sedimentet i eftersommeren i 1999 og 2000 i forhold til årene 1992-1993, da de eksterne fosfortilførsler som nævnt har været nogenlunde lige store i de to perioder.

Orthofosfat



Figur 10
Årstidsvariationen i koncentrationen af total fosfor (øverst) og orthofosfat (nederst) i Fussing Sø i 1993 og 2000.

Udviklingen i total fosforkoncentrationen afspejles naturligvis i den udvikling, som er i indholdet af orthofosfat i søen. I vinterhalvåret, hvor total fosforkoncentrationen er størst og hvor forbruget af opløst fosfor er mindst, er koncentrationen af orthofosfat størst (100 - 120 µg P/l). I takt med at det generelle fosforniveau falder igennem foråret og forbruget af orthofosfat stiger, reduceres orthofosfatkoncentrationen kraftigt. I maj måned blev der i 2000 således registreret et indhold af orthofosfat på mindre end 10 µg P/l under forårets algemaksimum. Også videre hen over sommeren var orthofosfatkoncentrationen lav i overfladevandet i Fussing Sø i 2000. Det vurderes dog, at væksten af hverken undervandsplanter eller alger har været begrænset af fosformangel i længere perioder i sommeren 2000. I løbet af efteråret, hvor fosforfrigivelse mm. medfører øgede

total fosforkoncentrationer og optagelsen af opløst fosfor aftager, stiger indholdet af orthofosfat igen til vinterniveauet omkring eller over 100 µg P/l. I den forbindelse er det relevant at påpege, at orthofosfatkoncentrationen er relativ høj i Fussing Sø sammenlignet med andre dybere danske søer. Årsagen er en lille fosforbindingskapacitet i sedimentet og en deraf følgende stor fosforfrigivelse i sensommeren og efteråret, som påvirker orthofosfatkoncentrationen i hele vinterhalvåret på grund af vandets lange opholdstid i søen.

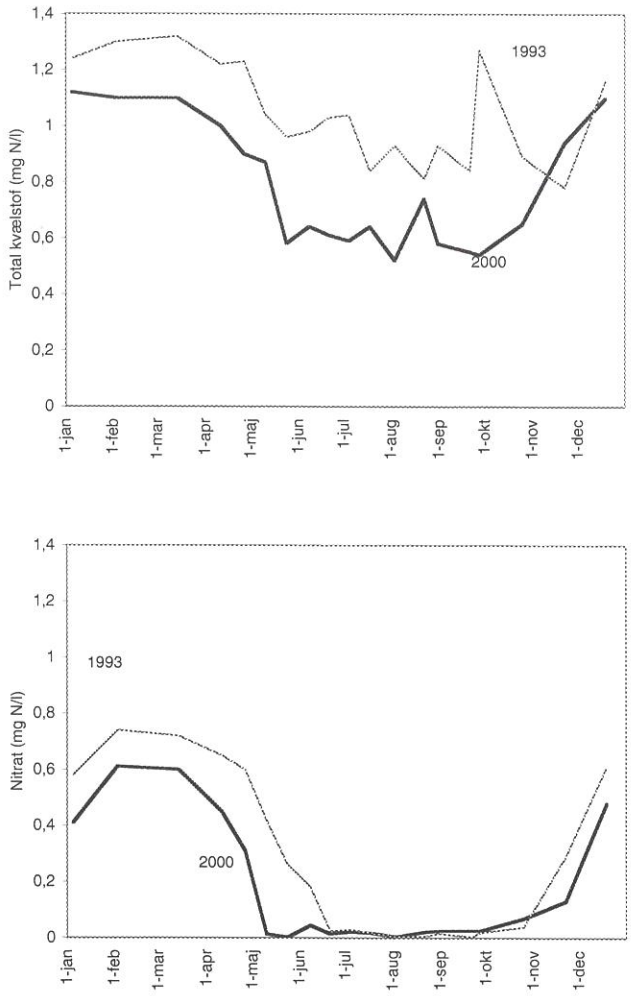
Også orthofosfatkoncentrationen var dog generelt mindre i 2000 end i 1993. Ligesom for total fosfors vedkommende er årsagen til det lavere vinterniveau en mindre fosforfrigivelse i det foregående efterår.
Om sommeren bestemmer optagelsen af opløst fosfor i væsentlig grad koncentrationsniveauet i søvandet. Som nævnt medførte det tidlige algemaksimum i 2000, at orthofosfatkoncentrationen var relativ lav i første halv-del af maj. I 1993 var der en væsentlig større algemængde i søen i jul og august. Derfor var indholdet af opløst fosfor mindst i denne periode i 1993.

Total kvælstof

Kvælstofniveauet i Fussing Sø er generelt meget lavt. Årsagen er den relativ lille kvælstoftilførsel fra søens beskedne opland kombineret med en stor kvælstoffjernelsen, fordi vandet opholder sig længe i søen.
Kvælstofniveauet varierede i 2000 i Fussing Sø fra ca. 1 mg N/l i vintermånederne til ca. 0,6 mg N/l i sommerperioden. Dermed var der generelt mindre kvælstof i søvandet i 2000 sammenlignet med 1993. Der eksisterer ikke målinger af kvælstoftilførslen til søen i 1993, men bedømt ud fra kvælstoftilførslerne i 1989 er der ikke sket nogen væsentlig reduktion i kvælstoftilførslerne til Fussing Sø i de sidste 10 år. Årsagen til det lavere kvælstofniveau skal dermed findes i selve søen.
Det vurderes, at en mindre algemængde, flere undervandsplanter og forbedrede iltforhold ved sedimentoverfladen har medført en forøget kvælstofomsætning og kvælstoffjernelse med et lavere kvælstofindhold i søvandet som resultat.

Nitrat

En betragtelig del af kvælstofindholdet i søvandet i vinterhalvåret består af nitrat. I løbet af foråret reduceres nitratindholdet i søvandet kraftigt. Allerede i maj måned efter forårets algemaksimum var nitratindholdet reduceret til meget lave niveauer i 2000. Det lave nitratniveau fortsatte hen over sommeren og det er sandsynligt, at mangel på nitrat har været en begrænsende faktor for algernes vækst og produktion i Fussing Sø i 2000. I november og december stiger de eksterne kvælstoftilførsler, kvælstof bundet i undervandsplanter frigives til vandfasen og endelig vil ilttilførsel til bundvandet igen starte nitrifikationens nitratproduktion. Derfor stiger nitratkoncentrationen i årets sidste måneder.
Det generelt lavere kvælstofniveau i søen i 2000 sammenlignet med 1993 har naturligvis også medført et lavere nitratniveau. Ikke desto mindre har der dog sandsynligvis også været tale om kvælstofbegrænsning i Fussing Sø i sommeren 1993.



Figur 11
Årstidsvariationen i koncentrationen af total kvælstof (øverst) og nitrat (nederst) i Fussing Sø i 1993 og 2000.

Opløst silicium

Silicium er en væsentlig bestanddel af kiselalgers skal. Derfor har kiselalgerne behov for store mængder opløst silicium.
Algebiomassen er generelt lille i Fussing Sø og således også mængden af kiselalger. Forbruget af opløst silicium er derfor heller ikke stort. Da der generelt er et beskedent indhold af opløst silicium i Fussing Sø, kan kiselalgernes optagelse af opløst silicium alligevel aflæses i en reduktion i indholdet af opløst silicium i søvandet specielt i forårsmånederne under kiselalgernes maksimum.
Hen over sommeren er der ingen kiselalger i Fussing Sø og derfor stiger indholdet af opløst silicium i overfladevandet. Koncentrationen blev igen reduceret i september og oktober 2000, hvor der var endnu en mindre opblomstring af kiselalger. Denne sene kiselalgeopblomstring forekom ikke i 1993 og derfor steg indholdet af opløst silicium jævnt igennem efteråret dette år.

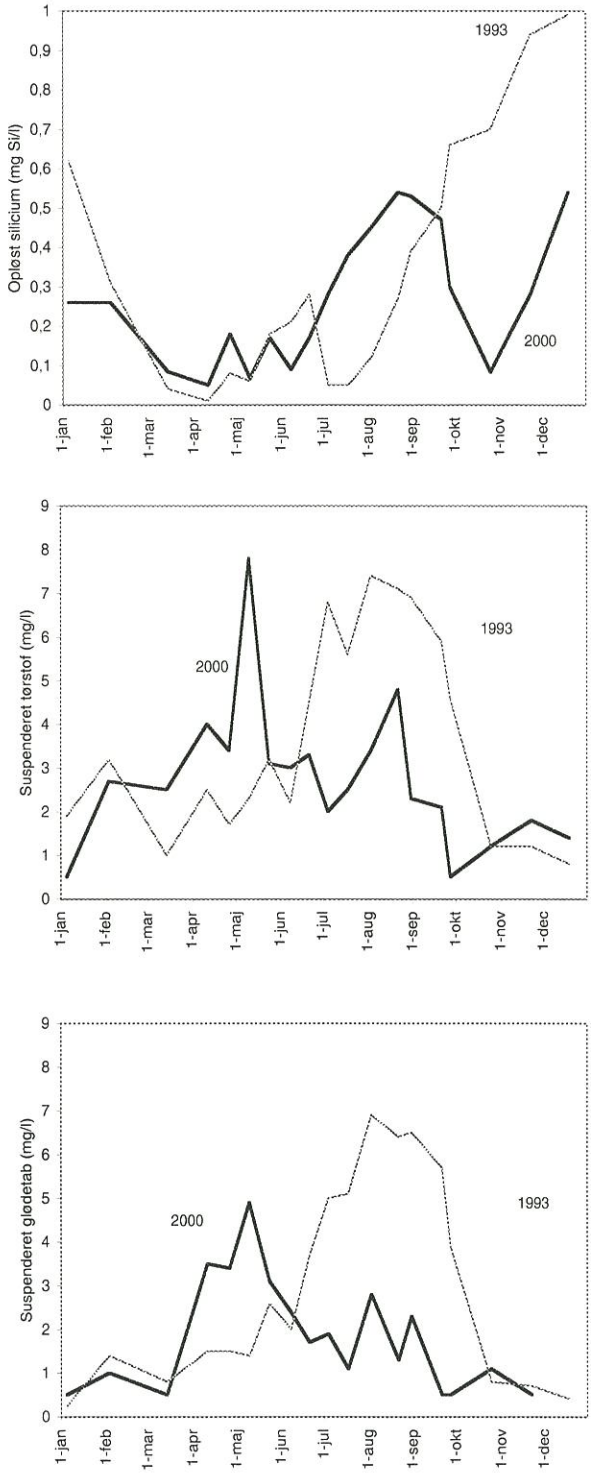
Suspenderet tørstof

Det suspenderede tørstof angiver den samlede mængde af stoffer i søvandet. I Fussing Sø, som er stor og dyb og forholdsvis vindbeskyttet, udgør alger en væsentlig del af det suspenderede stof imodsætning til en lavvandet sø, hvor sand og lerpartikler bidrager med en væsentlig større andel af det suspenderede stof.
Koncentrationen af suspenderet tørstof i Fussing Sø er derfor i vid udstrækning reguleret af mængden af alger og følger næsten hele året udviklingen i klorofylkoncentrationen.

Suspenderet glødetab

Det suspenderede glødetab er den organiske del af det suspenderede tørstof. Som nævnt udgør alger og dermed organisk stof den største del af det suspenderede tørstof i Fussing Sø.

I 2000 var der flest alger i søen i forårsmånederne. Følgeligt var indholdet af suspenderet tørstof og - glødetab størst i denne periode. I 1993 var der som tidligere nævnt en stor algeopblomstring i juli og august. Derfor var koncentrationen af såvel det suspenderede tørstof som -glødetab væsentlig større i denne periode i 1993 end i 2000.

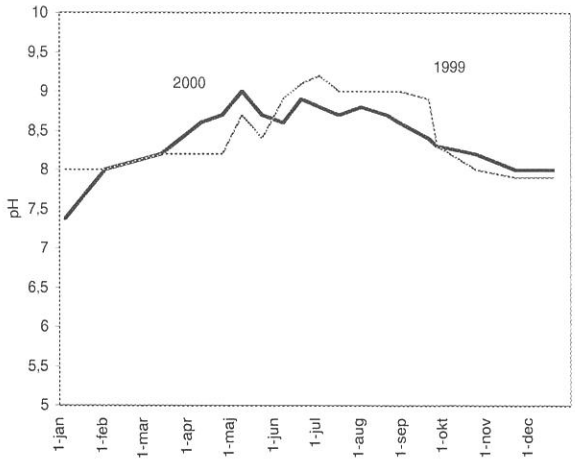


Figur 12
Årstidsvariationen i koncentrationen af opløst silicium (øverst), suspenderet tørstof (i midten) og suspenderet glødetab (nederst) i Fussing Sø i 1993 og 2000.

pH

Fussing Sø er en alkalisk sø med en forholdsvis stor produktion. pH er som følge heraf forholdvis høj specielt i sommerhalvåret, hvor indlejringen af kulstof i plantevæv er stor og dermed også udskillelsen af bikarbonationer, der hæver pH i søvandet.

Der er hvert år en betragtelig kulstofopbygning i den udbredte undervandsvegetation i søen. Derfor steg pH såvel i 1993 som i 2000 jævnt henigennem foråret fra et niveau omkring 7,5 i vintermånederne til ca. 9 om sommeren. Algeproduktionen i søen har dog også en mindre effekt på pH-niveauet. pH steg således i de perioder, hvor algemængden er størst såvel i 1993 som i 2000.



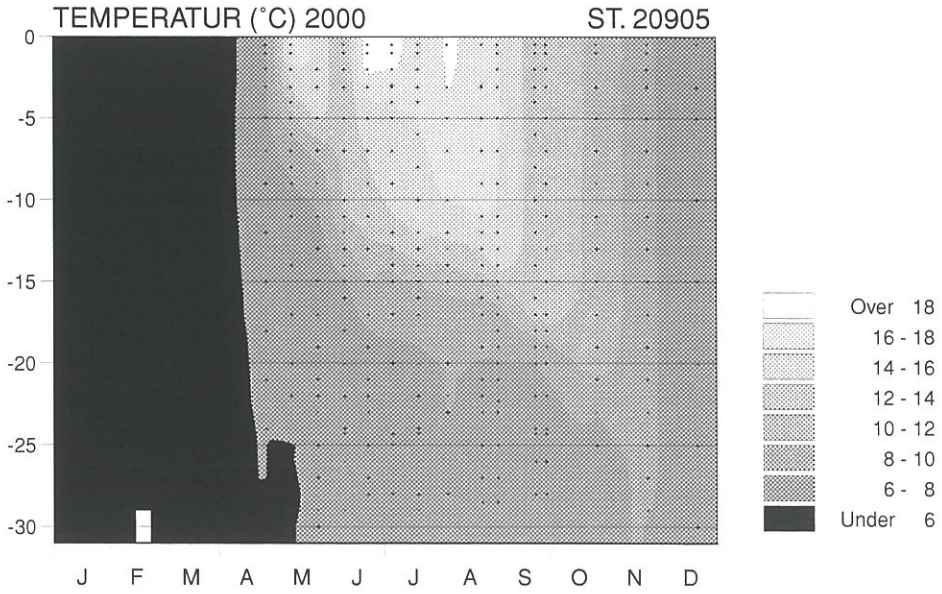
Figur 13
Årstidsvariationen i pH i Fussing Sø i 1993 og 2000.

Bundvand

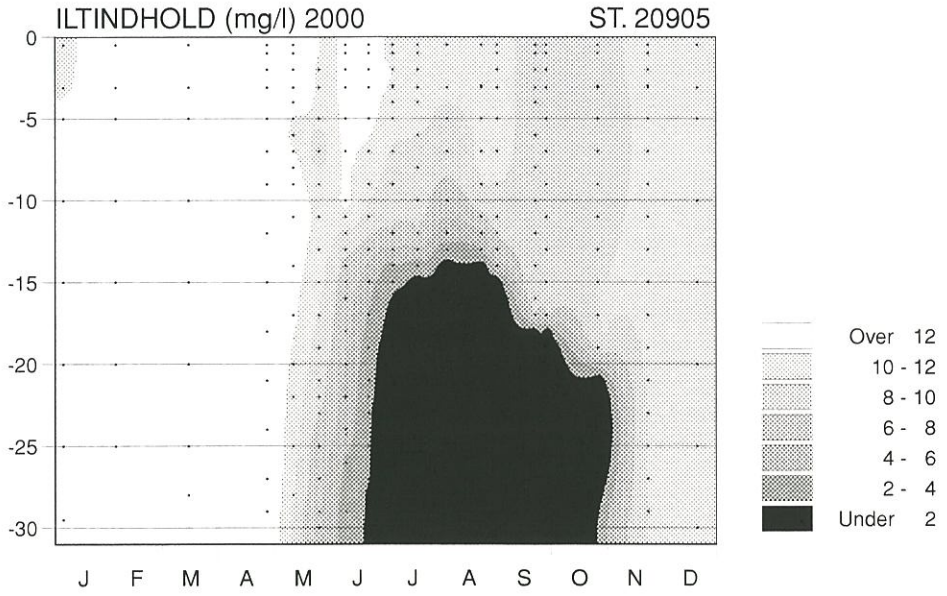
Ved hver prøvetagning er ilt og temperaturen målt ned igennem vandsøjlen. Fra maj til oktober er der også taget vandprøver fra bundvandet for at følge udviklingen i ilt- og næringsstofforholdene her.

Figur 14 og 15 viser isopletter over fordelingen af temperatur og ilt i Fussing Sø i 2000.

Der dannes et meget stabilt springlag i Fussing Sø hvert år.
I vintermånederne er vandet i hele søen opblandet. I løbet af foråret vil solen og generelt stigende temperaturer varme de øvre vandlag op. Gradvist vil der udvikle sig en temperaturforskel mellem det varmere øvre vandlag og et koldt bundvand. De vandlag, som adskiller det varme og det kolde vand, benævnes springlaget. I Fussing Sø udvikles dette springlag i løbet af maj måned i ca. 10 meters dybde. Hen over sommeren trænges springlaget dybere ned i søen og i september og oktober ligger springlaget i ca. 18 - 20 meters dybde.
Når det bliver koldt og vejret bliver mere blæsende i løbet af efteråret, opbrydes springlaget og i november og december er søens vand igen fuldstændigt opblandet.



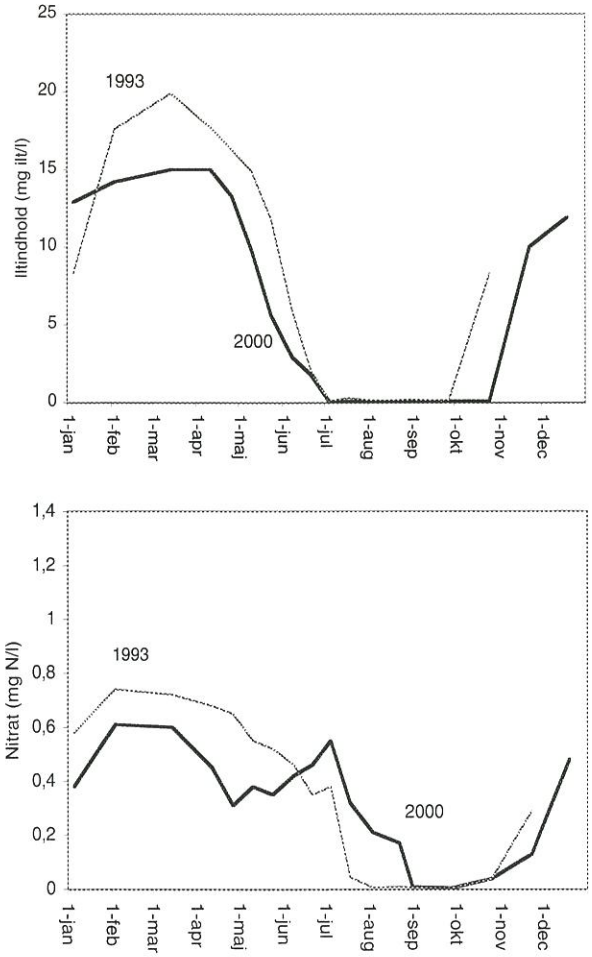
Figur 14
Isoplet, der viser temperaturfordelingen i Fussing Sø i 2000.



Figur 15
Isoplet, der viser iltfordelingen i Fussing Sø i 2000.

Lagdelingen i Fussing Sø er meget stabil fra år til år. Der har således ikke været nogen væsentlig forskel i udviklingen af springlaget i søen i de sidste 20 år, hvor Århus Amt har foretaget regelmæssig prøvetagning i søen.

Udviklingen af et springlag medfører, at der ikke sker nogen udveksling af ilt og næringsstoffer mellem overflade - og bundvand i Fussing Sø hele sommeren. I kraft af det iltforbrug, der er i og hen over sedimentet, vil iltindholdet i bundvandet derfor blive reduceret. I Fussing Sø var der iltfrit hen over bunden allerede omkring 1. juli. I juli, august og september medførte det fortsatte forbrug af ilt, at den iltfrie zone gradvist strakte sig højere og højere op i vandsøjlen. Allerede omkring 1. august var hele vandvolumenet under springlaget således iltfrit. Der var dermed en meget kraftig iltgradient i springlaget fra et iltindhold i det forholdsvis iltrige vand over springlaget på 8 - 10 mg ilt/l til et iltfrit miljø lige under springlaget.
Først da springlaget blev opbrudt i første halvdel af november, blev der igen tilført ilt til bundvand og sediment.
Iltfordelingen i søen var nogenlunde den samme som registreret ved de tidligere undersøgelser i søen. Den eneste variation mellem 1993 og 2000 var, at bundvandet blev tilført ny ilt fra overfladen en smule senere i 2000 end i 1993.
Der er altså ikke sket nogen væsentlige ændringer i hverken iltforbruget på dybere vand eller den periode, hvor bundvandet er iltfrit i Fussing Sø i de sidste tyve



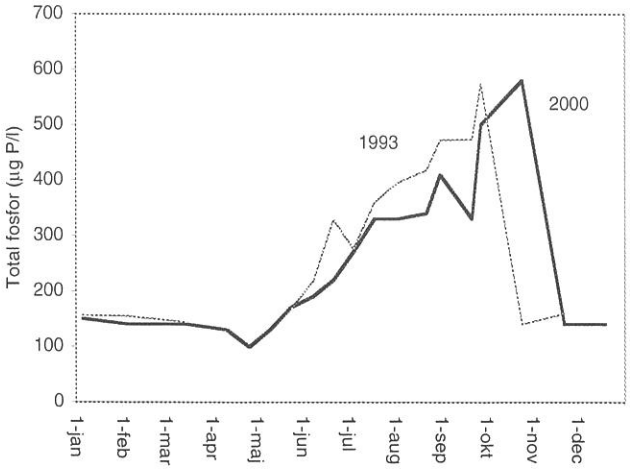
Figur 16
Årstidsvariationen i indholdet af ilt (øverst) og nitrat (nederst) i bundvandet i Fussing Sø i 1993 og 2000.

år.

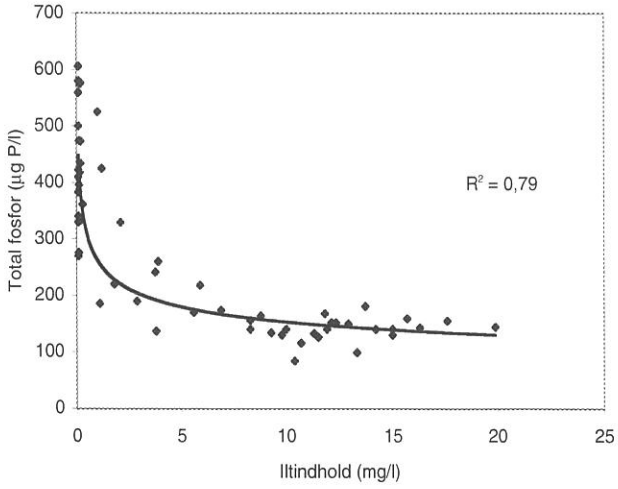
Under omsætningen af det organiske stof på bunden forbruges/omsættes også nitrat. Derfor reduceres nitratkoncentrationen i forlængelse af, at der bliver mindre ilt i bundvandet.

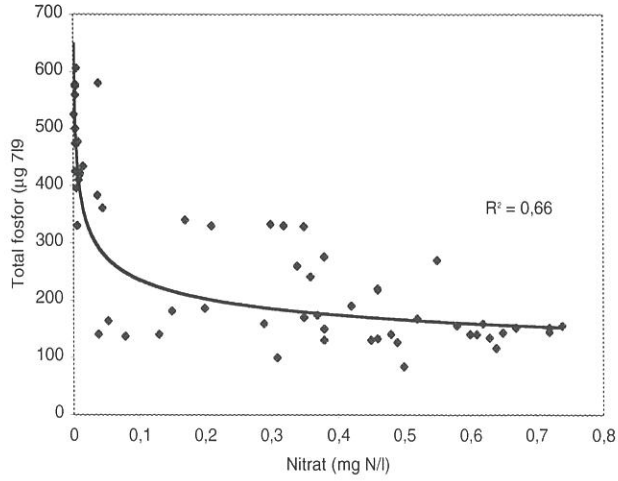
Figur 16 viser, at der ikke var nitrat i bundvandet i september og oktober i hverken 1993 eller i 2000. Figuren viser dog også, at der faktisk var et højere nitratindhold i bundvandet i juli og august 2000 sammenlignet med den tilsvarende periode i 1993. En højere nitratkoncentration kan indikere en mindre omsætning i bundvandet i 2000 end i 1993. Årsagen til denne mindre omsætning kan være en mindre algeproduktion i overfladen i 2000 end i 1993 og dermed også en mindre sedimentation af organisk materiale.
Det er de samlede redoksforhold, som er afgørende for den fosforfrigivelse, som eventuelt sker fra sedimentet. Da nitratkoncentrationen også påvirker redoksforholdene, skulle det umiddelbart forventes, at fosforpuljen i sedimentet forbliver her, så længe der er nitrat i det overliggende bundvand (i Fussing Sø i 2000 altså til omkring 1. september). Andre undersøgelser viser imidlertid, at nitratkoncentrationer mindre end ca. 1 mg N/l ikke i væsentlig omfang er i stand til at tilbageholde fosfor i sedimentet. I Fussing Sø er nitratkoncentrationen som bekendt lav og ikke på noget tidspunkt af året over 1 mg N/l. Det vurderes derfor, at fosforfrigivelsen fra sedimentet i Fussing Sø alt overvejende styres af den iltmængde, som til et givet tidspunkt er til stede i bundvandet.
Figur 17 viser da også at fosforkoncentrationen i bundvandet begynder at stige allerede i løbet af juni hvor iltindholdet kommer under 2 mg/liter. Iltindholdet forbliver meget lavt gennem hele sommeren og fosforkoncentrationen stiger som en konsekvens heraf støt indtil slutningen af oktober.

Figur 18 viser sammenhængen mellem ilt og total fosfor og nitrat og total fosfor i bundvandet i Fussing Sø.
Når iltindholdet reduceres til mindre end 3 - 4 mg ilt/l, sker der en fosforfrigivelse fra sedimentet (fosforkoncentrationen i bundvandet stiger). Særligt når iltindholdet reduceres til mindre end 1 mg ilt/l, er fosforfrigivelsen stor.
Selvom det først og fremmest er iltindholdet i bundvandet som regulerer fosforfrigivelsen fra sedimentet er der dog også en vis sammenhæng mellem nitatindhold og fosforfrigivelse i Fussing Sø. Særligt kan det bemærkes, at data indikerer en forøget fosforfrigivelse, når nitratkoncentrationen reduceres til mindre end 0,02 mg N/l.
Alt i alt kan det konkluderes at det primært er iltforhol-



Figur 17
Årstidsvariationen i indholdet af total fosfor i bundvandet i Fussing Sø i 1993 og 2000.





Figur 18
Sammenhængen mellem ilt og total fosfor (øverst) og nitrat og total fosfor (nederst) i bundvandet i Fussing Sø. Data fra måleårene i perioden 1982 - 2000.

dene i bundvandet der regulerer fosforfrigivelsen fra sedimentet i Fussing Sø. I andre dybere danske søer har nitratindholdet også en væsentlig regulerende effekt på fosforbalancen. I Fussing Sø er nitratkoncentrationen generel så lav at nitrat ikke har nogen væsentlig effekt på fosforfrigivelsen fra sedimentet.

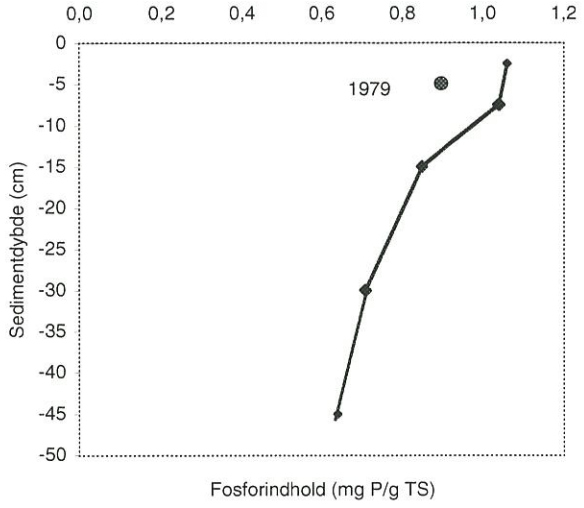
Sediment

Der er taget sedimentprøver i Fussing Sø i 1996. Forholdene i søen har ikke ændret sig i væsentlig grad fra 1996 til 2000. Det skønnes derfor, at sedimentprøverne fra 1996 kan beskrive forholdene i sedimentet også i 2000.
Sedimentprøverne er udtaget ved hjælp af en såkaldt Kajak-sedimenthenter. Der er udtaget tre søjler på det dybeste punkt i søen. Disse tre søjler er puljet og delt op i dybderne 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm og 20 - 40 og 40 - 50 cm.
Sedimentet er analyseret for tørstofindhold og glødetabsdelen heraf samt for kvælstof, fosfor og jern. Desuden er der foretaget en såkaldt fosforfraktionering, hvor det er bestemt hvilke stoffer, der binder fosfor i sedimentet.

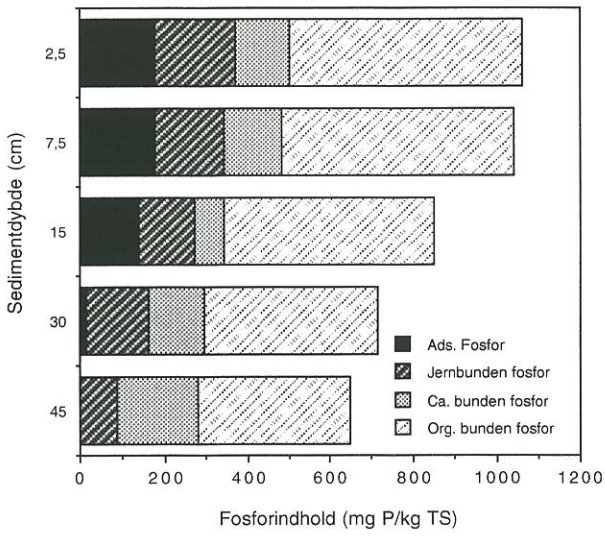
På figur 19 er fosforindholdet i sedimentets øverste 45 cm i efteråret vist. Øvrige sedimentanalyser kan findes i bilag.
Generelt er fosforindholdet i sedimentet i Fussing Sø lavt. Den største koncentration findes i overfladesedimentet, hvor indholdet af organisk stof og den adsorberede del af fosforpuljen også er størst (figur 20). Baggrundsniveauet på ca. 0,6 mg P/g TS nåes i 50 cm's dybde.

I 1979 er der taget en sedimentprøve i de øverste 10 cm af sedimentet. Bedømt ud fra denne prøve er der ikke sket nogen væsentlige ændringer i overfladesedimentets fosforindhold i de sidste tyve år.

Fosforpuljen i sedimentet er forholdsvist løst bundet dels til det organiske stof dels som adsorberet fosfor. Derfor frigives en stor del af den fosfor, som findes i de øverste sedimentlag hen i gennem sommeren. En betragtelig del af den organisk bundne fosfor frigives under omsætningen af det organiske stof. Den jernbundne fosfor frigives når iltindholdet i bundvandet nærmer sig nul.
Sedimentprøverne er taget i det sene efterår i en periode, hvor fluxen af fosfor fra sediment til vand er stor og har været det i flere måneder. Derfor beskriver de registrerede fosforniveauer i sedimentet i efteråret ikke de reelt tilgængelige fosformængder i Fussing Sø, fordi en stor



Figur 19
Fosforindholdet i sedimentet i Fussing Sø ned til 45 cm's dybde i 1996 og i 10 cm's dybde i 1979 i november måned.



Figur 20
Fosforfraktioneringen i sedimentet i Fussing Sø i 1996.

del af denne fosfor på prøvetagningstidspunktet befinder sig i vandfasen. Dette frigivne fosfor vil i løbet af vinteren og det tidlige forår atter indlejres i sedimentet i den periode, hvor der er iltrige forhold i bundvandet.

Der er altså en pulje af mobilt fosfor i sedimentet i Fussing Sø, som hver sommer og efterår frigives til søvan-

det. Dette medfører først og fremmest høje fosforkoncentrationer i bundvandet. Overfladevandet bliver dog også belastet, omend ikke før så når vandet i Fussing Sø i efteråret omrøres fuldstændigt. Herved tilføres overfladevandet en del af den frigivne fosfor. På grund af vandets lange opholdstid i søen vil en del af denne fosfor bidrage til et forhøjet fosforniveau i overfladevandet i det følgende forår og dermed også føre til en højere produktion i søen.

Som det tidligere er beskrevet, er fosforkoncentrationen i søvandet blevet mindre i 2000 sammenlignet med 1993. Da der ikke er sket nogen væsentlige ændringer i de eksterne fosfortilførsler skønnes det, at fosforfrigivelsen fra sedimentet er blevet mindre. Beregninger af fosforfrigivelsen ud fra stofbalancen for søen antyder da også en reduceret fosforfrigivelse.

Alger

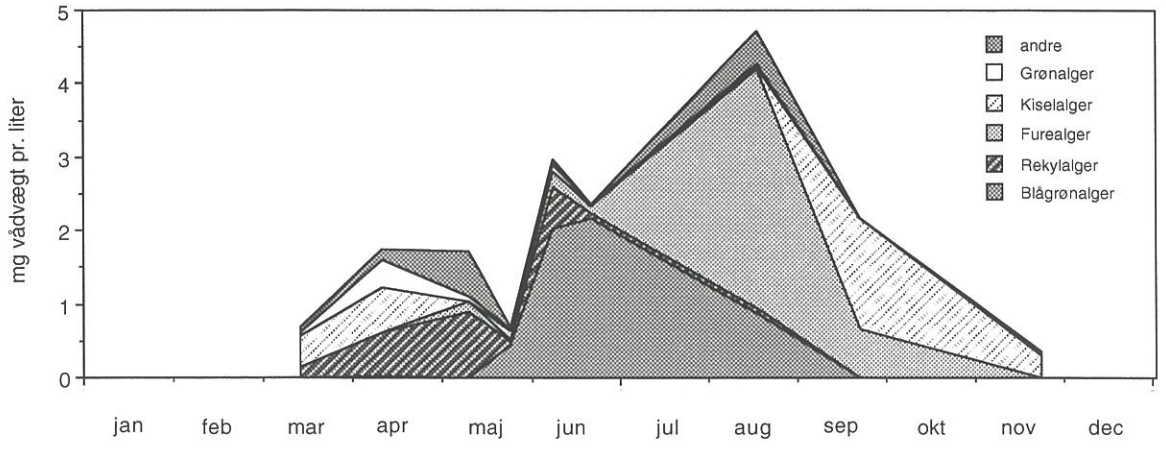
I dette afsnit vil algerne i Fussing Sø blive beskrevet. Der er taget algeprøver 19 gange i løbet 2000. Disse 19 prøver er efterfølgende blevet sorteret og 9 prøver er blevet bearbejdet. De 9 prøver er udvalgt således at udviklingen i algesamfundet beskrives bedst muligt. Prøverne vil blive sammenlignet med de 19 prøver, som blev taget ved den seneste fuldstændige søundersøgelse i 1989.

Fussing Sø er en forholdsvis dyb middel næringsrig sø. Algebiomassen er beskeden efter danske forhold, primært fordi algerne i vækstsæsonen skal konkurrere med den store bestand af undervandsplanter om såvel fosfor som kvælstof, men også fordi algerne i kraft af søens store dybder i visse perioder befinder sig på forholdsvis dybt vand, hvor mangel på lys begrænser væksten.

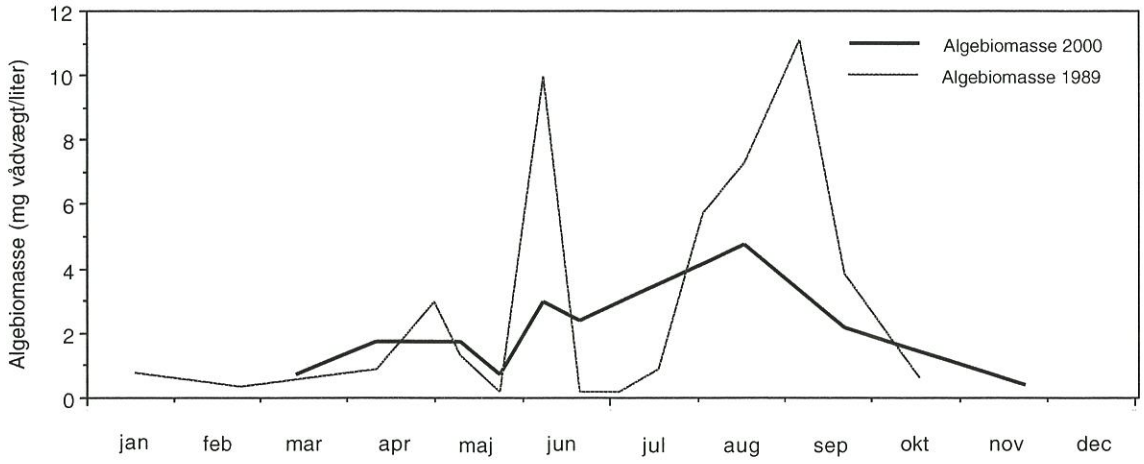
Der er normalt et forårsmaksimum i danske søer i april og maj måned som fortrinsvis består af kiselalger efterfulgt af en periode med meget få alger og klart vand i juni måned.
I Fussing Sø var der i 2000 imidlertid ikke nogen stor opblomstring af alger i det tidlige forår. Forårsmaksimummet i april måned var således beskedne 1,5 mg vådvægt/l og bestod af nogenlunde lige dele kiselalger, grønalger og rekylalger. I maj aftog algemængden til et det laveste niveau registreret i 2000 omkring 0,5 mg vv/l (den lille algemængde medførte dog ikke en tilsvarende stor sigtdybde).
I løbet af juni, juli og august steg algebiomassen igen til et sensommermaksimum på 4,0 - 4,5 mg vv/l, der også var årets maksimum. I juni og juli dominerede små blågrønalger, medens furealgerne og specielt arten *Ceratium hirundinella* dominerede i sidste halvdel af juli og i august. *C. hirundinella* kan vandre i vandsøjlen, og er dermed i stand til at trænge ned i springlaget, hvor næringsstofkoncentrationen er større end i overfladen. Arten er derfor typisk for dybere middelnæringsrige danske søer.

I takt med at springlaget blev nedbrudt hen over efteråret, aftog biomassen af *C. hirundinella*. I stedet dominerede kiselalgerne. Kiselalger er afhængige af, at søvandet bliver rørt rundt for ikke at synke til bunds og forekommer derfor oftest i vore søer om foråret og om efteråret.
Generelt aftog algebiomassen hen imod vinteren og vandet blev gradvist mere klart.

Der var visse ligheder mellem algernes udvikling hen igennem året i 2000 sammenlignet med 1989. Algebiomassens maksima faldt på nogenlunde samme tidspunkt i 2000 som i 1989. De to algemaksima omkring 1. juni og 1 september var dog væsentlig større i 1989 end i



Figur 21
Algernes årstidsvariation i Fussing Sø i 2000 fordelt på grupper.



Figur 22
Den samlede algebiomasse i Fussing Sø i 1989 og i 2000.

2000. Hvor årets maksimum i 2000 var ca. 4 mg vv/l, blev der registreret en biomasse på omkring 11 mg vv/l i 1989.
Det skal i øvrigt bemærkes, at der i 2000 ikke er analyseret algeprøver fra perioden 21 juni til 17 august. I denne periode var der i 1989 meget få alger i Fussing Sø. Det kan ikke afvises, at der også i 2000 har været en meget lille algebiomasse i denne periode, hvor konkurrencen om opløste næringssalte fra undervandsvegetationen er meget stor. Tilsvarende er det muligt, at kortvarige opblomstringer i april, maj og juni ikke er blevet registreret.

Fordelingen af de forskellige algegrupper har ikke været afgørende forskellig de to år imellem.
Som i 2000 var der i 1989 en stor opblomstring af *C. hirundinella* i september måned. I 1989 var opblomstringen dog ca. 3 gange så stor som i 2000.
Blågrønalgerne havde deres maksimum i sommermånederne begge år. Dog en smule tidligere i 2000 end i 1989 og endelig var der såvel i 1989 som i 2000 en mindre biomasse af relylalger i søen hen igennem sommeren.
Til forskel fra 2000 var der imidlertid en meget stor opblomstring af grønalger i juni i 1989, som medførte, at der var to lige store algemaksima i Fussing Sø dette år. I 2000 var der kun en beskeden opvækst af grønalger i april måned.

Generelt kan det konstateres, at der ikke er sket nogen væsentlig udvikling i algesammensætningen i Fussing Sø fra 1989 til 2000, men at algemængden i 2000 var mindre end i 1989.
Dette skyldes primært, at de markante biomasse-toppe, der blev registreret i 1989, ikke blev målt i 2000. Som det er nævnt, medførte forholdsvis lange intervaller mellem de analyserede prøver, at der ikke er registreret meget lave algemængder i søen i sommerperioden. Tilsvarende kan det ikke udelukkes, at kraftige og kortvarige algemaksima ikke er blevet registreret i 2000.

I 1989 blev dyreplanktonet i Fussing Sø også undersøgt. Ligesom der ikke er sket nogen væsentlige ændringer i algernes mængde og sammensætningen, er der sandsynligvis heller ikke sket nogen markante ændringer i dyreplanktonet.
I 1989 bestod dyreplanktonet af forholdsvis store arter af dafnier og og vandlopper. Specielt i foråret var dyreplanktonet i stand til at holde algemængden nede gennem dyreplanktonets græsning på algerne. I sommerperioden var algerne i højere grad styret af næringsstoftilgængelighed.

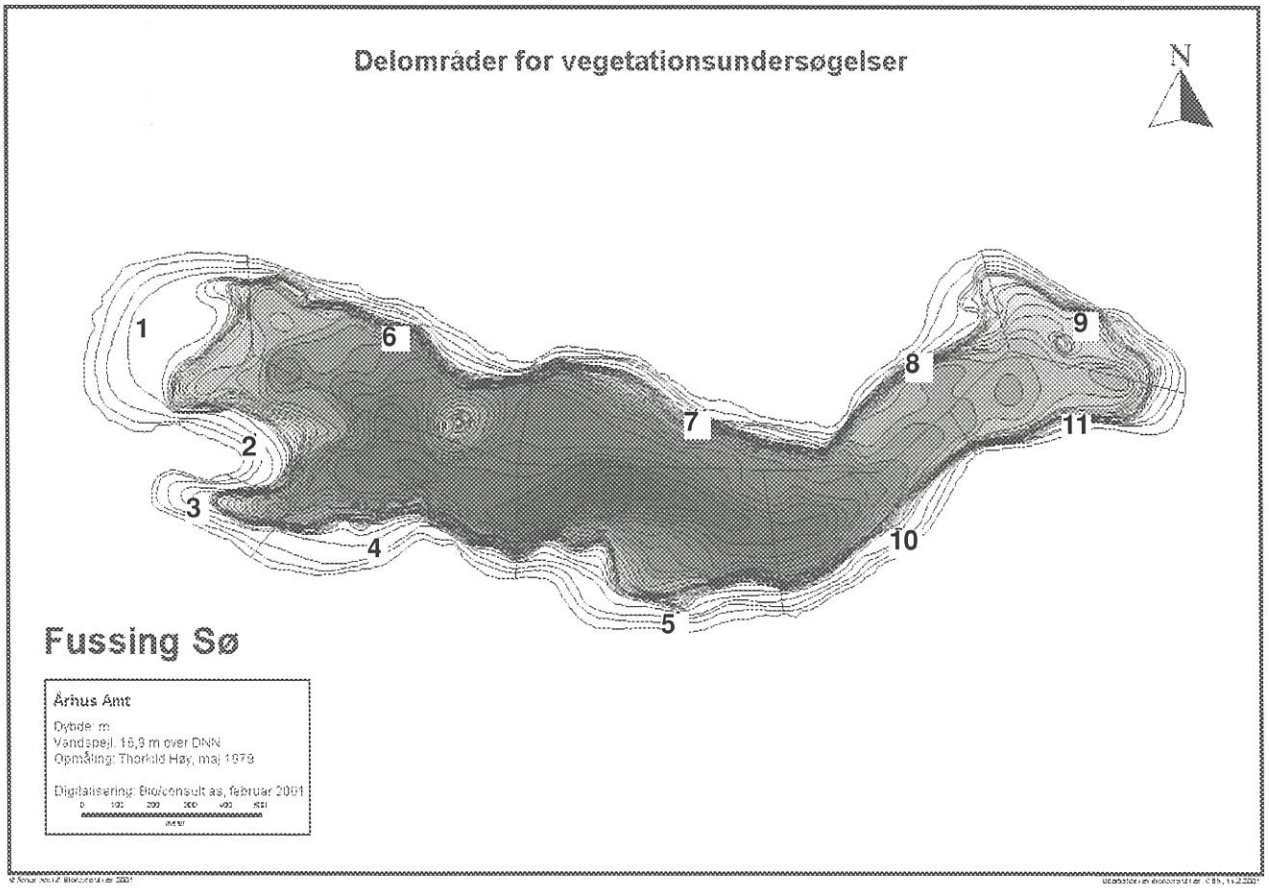
Det er sandsynligt, at tilsvarende forhold har været gældende i 2000.

Undervandsvegetation

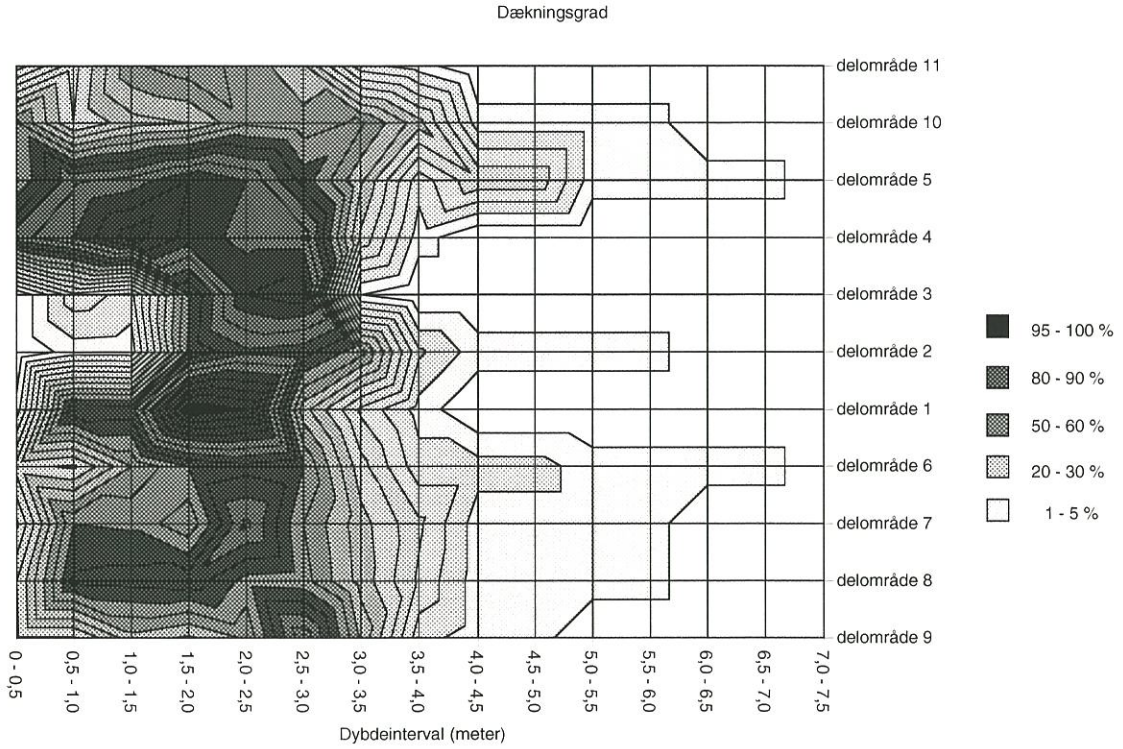
Kortskaftet skeblad (Alisma gramineum) står i den danske rødliste som formodet uddød i Danmark.
Men det er den heldigvis ikke !
Ved vegetationsundersøgelsen i Fussing Sø i august 2000 blev en sund bestand af Kortskaftet skeblad fundet i søens sydøstlige hjørne. Arten vokser på en vestvendt brændingskyst på sandbund fra ca. 0,5 meter's dybde ud til ca. 2,5 meter.

Metode

I august 2000 blev der lavet en undersøgelse af undervandsvegetationen i Fussing Sø. Undersøgelsen omfatter undervands- og flydebladsvegetationen og indeholder en beskrivelse af artssammensætning, dækningsgrad, plantefyldt volumen samt vegetationens dybdegrænse.
Ved undersøgelsen er Fussing Sø inddelt i 11 delområder fastlagt efter søens morfometri, bundforhold og eksponeringsgrad. I hvert delområde er vegetationen registreret i 0,5 meters intervaller. Fra 4 meters dybde dog i intervaller på en meter. Til vurdering af dækningsgrad og dybdegrænse er anvendt vandkikkert, planterive og bundskraber. Undersøgelsen er i øvrigt udført efter



Figur 23
Kort over Fussing Sø med angivelse af vegetationsundersøgelsens delområder.



Figur 24
Dækningsgraden af den samlede vegetation i Fussing Sø i 2000 i de 11 delområder.

anvisningerne i Vejledning i vegetationsundersøgelser i søer (Miljøministeriet, 1993).

Resultater

Fussing Sø er øst-vest vendt. På grund af søens orientering og den lævirkning, som de skovbeklædte skrænter ned til søen giver, er der særligt i søens vestlige og sydvestlige del læ for de dominerende vestlige vinde. Derimod er specielt søens nordkyst men også en del af den sydøstlige bred meget vindeksponeret. Vinden og de dominerende strømforhold i søen har formet Fussing Sø således, at den vestlige, sydvestlige og den nordøstlige del af søen har forholdsvis store arealer med lavt vand og sandet bund - her aflejres således en del af de sand- og lerpartikler, som er i søvandet. Stort set hele nordkysten og en del af den sydøstlige bred er derimod domineret af en meget stenet bund og et beskedent areal med lavt vand. Her når skrænterne, som fører ned til søens større dybder, forholdsvis tæt på land og søbredderne har mere eller mindre karakter af brændingskyst.

Bundforholdene medfører alt andet lige, at vegetationen først og fremmest findes i den vestlige - og sydvestlige del af søen samt i det nordøstlige hjørne.

Der er ikke tidligere foretaget en tilsvarende områdeundersøgelse af undervandsvegetationen i Fussing Sø. I 1989 blev vegetationen beskrevet ud fra en mindre undersøgelse i tre transekter i søen.
I det følgende vil 2000-undersøgelsen blive beskrevet og vegetationsforholdene vurderet i forhold til de øvrige undersøgelser, der er foretaget i søen. I det omfang det er muligt, vil resultaterne fra den mindre undersøgelse i 1989 blive anvendt til en sammenligning med 2000-undersøgelsen.

På figur 24 er dækningsgraden af undervandsvegetation i alle delområder i Fussing Sø i 2000 illustreret. Figuren forsøger at give et overblik over undervandsvegetationens udbredelse i søen. Figuren præsenterer delområde 9, som det nederste delområde beliggende i søens nordøstlige hjørne (figur 23). Næste delområde er område 8, der ligger umiddelbart vest for område 9. Således følger figuren søbredden rundt (imod urets retning), indtil man kommer til delområde 11, der ligger i det sydøstlige hjørne af Fussing Sø og støder op til område 9 - figurens nederste delområde.
Det fremgår, at der generelt er en tæt undervandsvegetation i Fussing Sø ud til ca. 3 meter. De største dækningsgrader findes i den vestlige og sydvestlige del af søen nærmere bestemt i delområde 1 på 1,5 til 2,5 meters

dybde og i delområde 3, 4 og 5 fra ca. 1 meter til omkring 3 meter.
Tæt på land er dækningsgraden typisk ikke så stor. Særligt i delområde 2 og 3 er der næsten ingen undervandsvegetation på dybder mindre end 1 meter. Forklaringen herpå er, at der her er en kraftig udviklet rørskov. Til gengæld er der forholdsvis høje dækningsgrader på lavt vand i delområde 4 og 5, hvor rørskoven kun har en beskeden udstrækning.

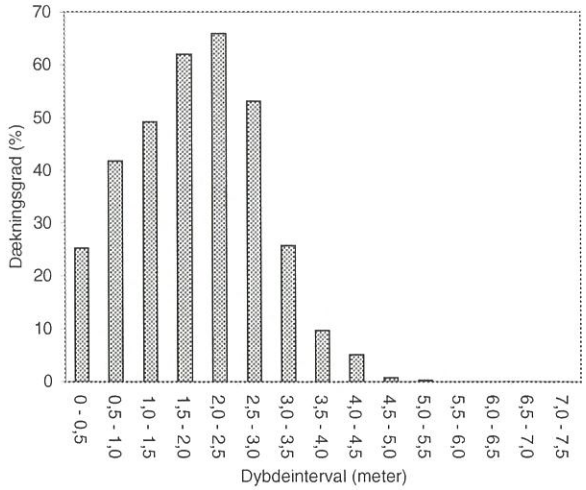
Dybdegrænsen varierer forholdsvis meget søen rundt. De største dybder nåes i de dele af søen, hvor lavvandede partier når relativt langt ud i søen, medens de mindste dybdegrænser findes i delområder, som ligger i vige i søen, hvor vandbevægelsen er mindre, depositionen af materiale større og hvor blandt andet lysforholdene derfor er en smule dårligere.
I figur 25 er den gennemsnitlige dækningsgrad præsenteret. På dybder mellem 1,5 og 3 meter er den gennemsnitlige dækningsgrad større end 50 %. Generelt er undervandsvegetationens dækningsgrad forholdsvis stor helt ud til omkring 3,5 meter.

I områder uden rørskov kan dækningsgraden være forholdsvis stor på lavt vand, hvor der samtidig er nogenlunde læ for de sydvestlige og vestlige vinde. Langs mere vindeksponerede bredder er undervandsvegetationen derimod noget mere sparsom. I de områder, hvor rørskoven er kraftigst, er der typisk først en betydelig dækningsgrad fra omkring 1,5 meter, fordi de mange døde rørrester, som ligger udenfor rørskoven fra 1,0 til 1,5 meter, gør substratet uegnet for undervandsplanter.

Undervandsplanter	
Kredsbladet vandranunkel	Batrachium circinatum
Brodbladet vandaks	Potamogeton friesii
Børstebladet vandaks	Potamogeton pectinatus
Hjertebladet vandaks	Potamogeton perfoliatus
Liden vandaks	Potamogeton berchtholdii
Glinsende vandaks	Potamogeton lucens
Akstusindblad	Myriuphyllum spicatum
Krybende vandkrans	Zannichellia repens
Almindelig vandpest	Elodea canadensis
Kortskaftet skeblad	Alisma gramineum
Anden undervands- og flydebladsvegetation	
Hvid åkande	Nymphea alba
Gul åkande	Nuphar luteum
Rørhinde	Enteromorpha sp.
Kransnålalger	Chara sp. (bl.a. Chara globularis)

Tabel 5

De registrerede arter af undervandsvegetation i Fussing Sø i 2000.



Figur 25

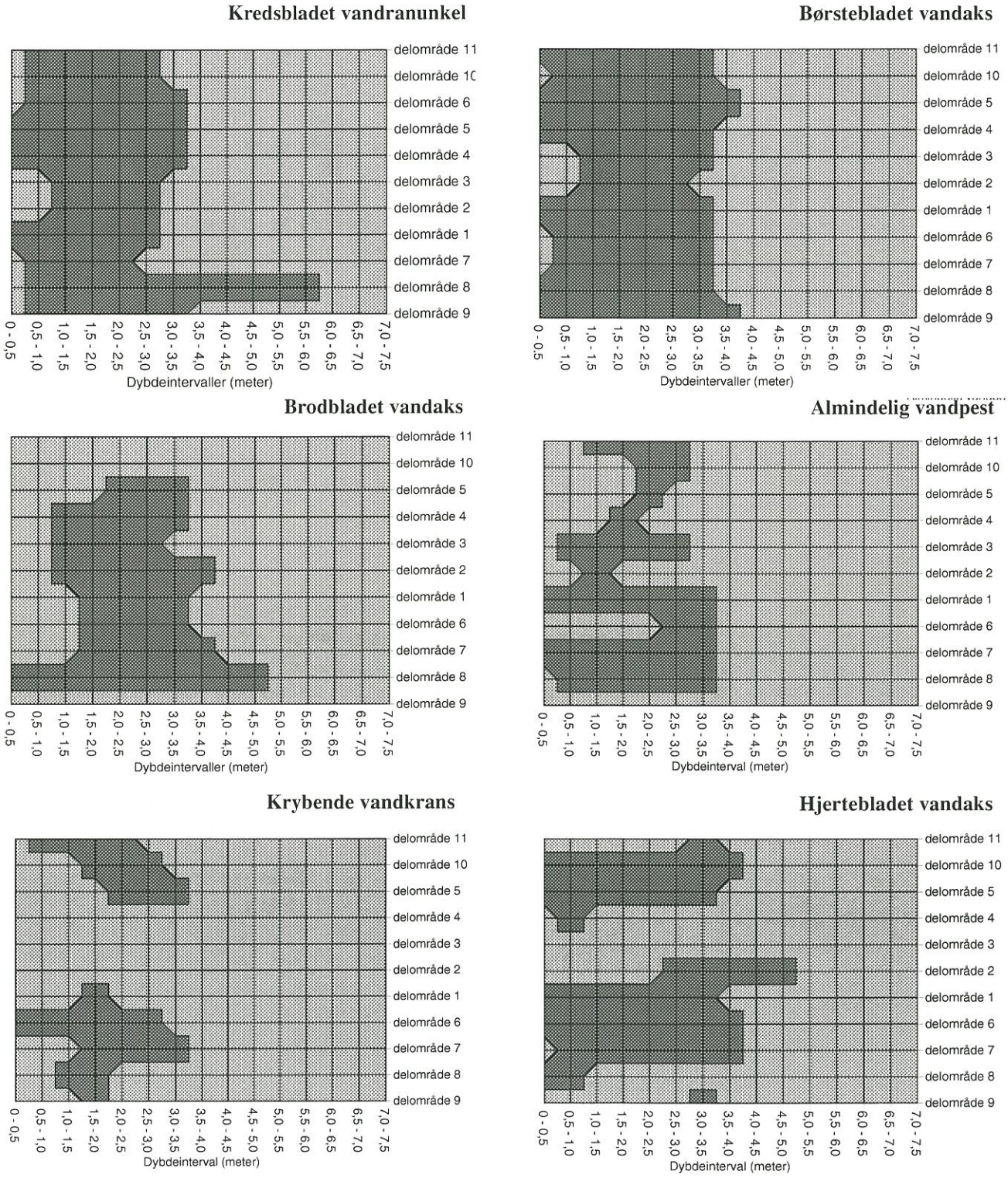
Undervandsvegetationens gennemsnitlige dækningsgrad i Fussing Sø i 2000 i de enkelte dybdeintervaller.

Trådalger af forskellige arter (blandt andet Cladophora sp. og Rhizoclonium sp.) findes i mange områder. Særligt i den mest rolige vestlige del er der en kraftig bevoksning af trådalger på undervandsvegetationen såvel på lavt som på dybt vand. Også i den øvrige del af søen er der store bestande af trådalger flere steder.
Trådalgerne danner den absolutte dybdegrænse i Fussing Sø - i 2000 omkring 7 meter. Dybdegrænsen for egentlige undervandsplanter blev fundet i delområde 8 hvor Kredsbladet vandranunkel voksede ud til 5,5 meter. Der blev desuden fundet kransnålalger på 6 meters dybde flere steder i søen.

Fussing Sø er en typisk alkalisk sø, hvor undervandsvegetationen er domineret af langskudsplanter. I tabel 5 er de arter af undervandsplanter, der er registreret i søen i 2000 præsenteret.

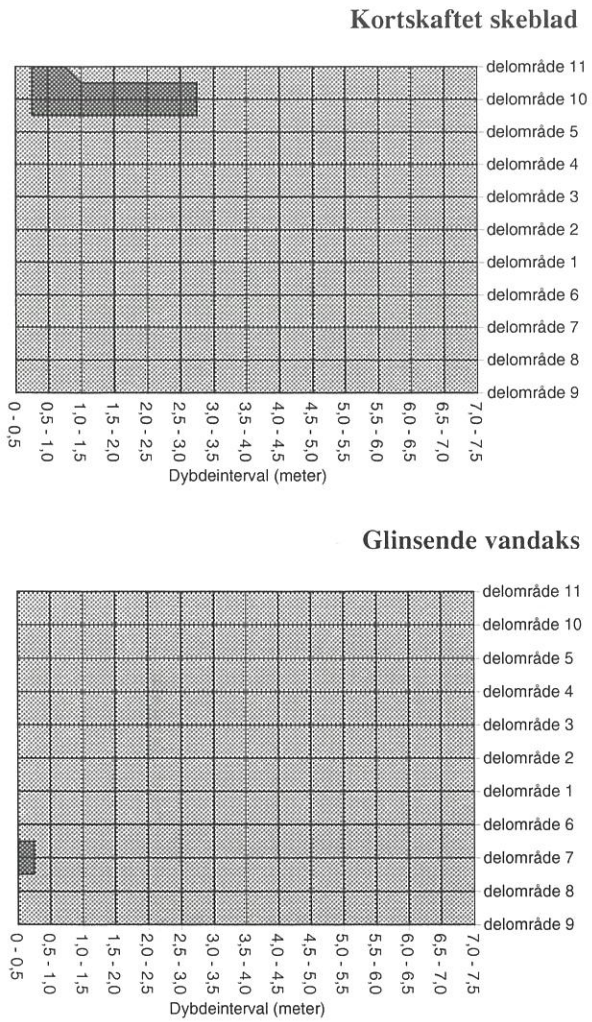
Kredsbladet vandranunkel, Brodbladet vandaks og Børstebladet vandaks er skønsmæssigt nok de arter, som har den største udbredelse i søen. Hjertebladet vandaks og Almindelig vandpest er dog også forholdsvis hyppig. I figur 26 - 28 er arternes forekomst i de enkelte delområder vist. Rækkefølgen af de enkelte delområder er den samme som i figur 24.

I 1989 blev undervandsvegetationen undersøgt ved tre transsekter. Ud fra denne undersøgelse blev der fundet undervandsplanter ud til 4,5 meter. Den hyppigst forekommende art var Kredsbladet vandranunkel men også



Figur 26

Angivelse af tilstedeværelsen af de enkelte arter af undervandsvegetation i Fussing Sø i 2000. Figuren beskriver ikke en hyppighed men blot om den pågældende art har været tilstede i delområdet.



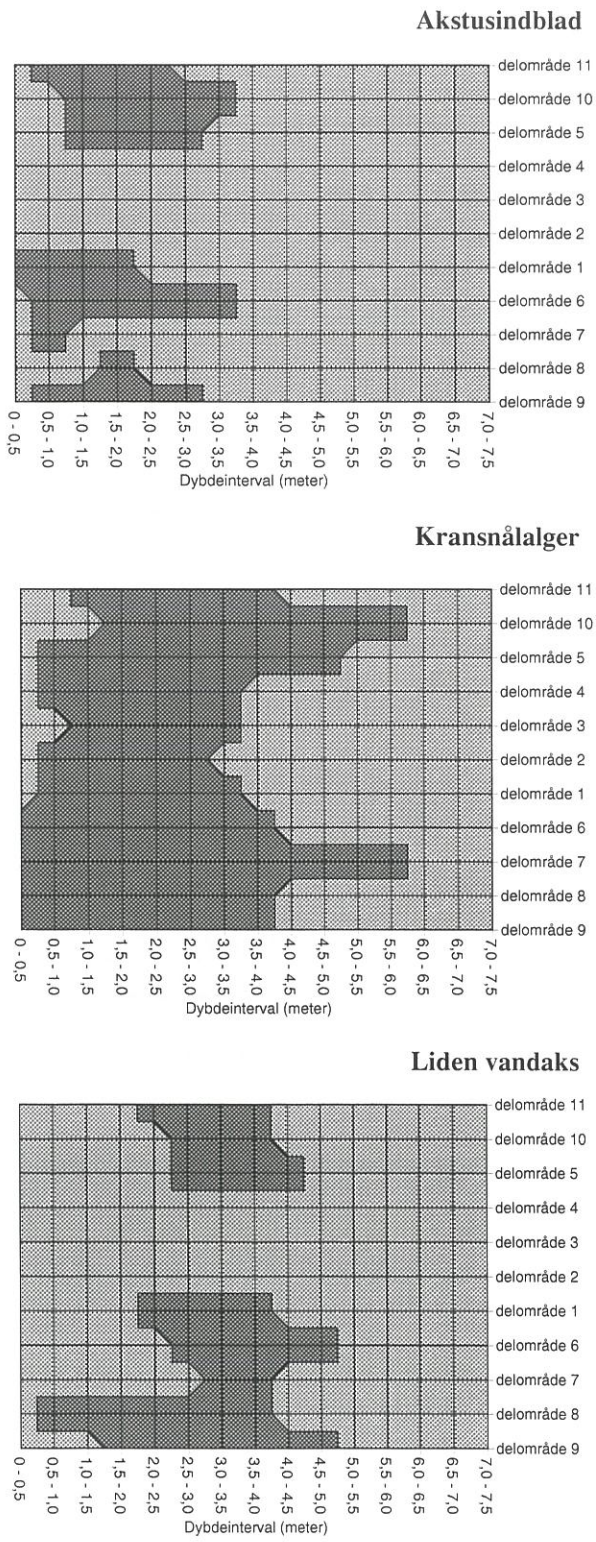
Figur 27

Angivelse af tilstedeværelsen af de enkelte arter af undervandsvegetation i Fussing Sø i 2000. Figuren beskriver ikke en hyppighed men blot om den pågældende art har været tilstede i delområdet.

Børstebladet og Hjertebladet vandaks var forholdsvis hyppige. I 1989 er Butbladet vandaks registreret i søen. Sandsynligvis har der været tale om Brodbladet vandaks - altså en art, som også er fundet i 2000.

Der var også mange trådalger på vegetationen i 1989 og specielt er det nævnt, at trådalgerne på 2 - 3 meters dybde fuldstændigt dækkede de større undervandsplanter.

Det er vanskeligt at foretage en egentlig sammenligning mellem den registrering af undervandsplanterne, der blev foretaget i 1989 og vegetationsundersøgelsen i 2000. Umiddelbart tyder det dog på, at undervandsvegetationen har bredt sig i de forløbne 10 år og at der i 2000 har været knapt så mange trådalger som i 1989.



Figur 28

Angivelse af tilstedeværelsen af de enkelte arter af undervandsvegetation i Fussing Sø i 2000. Figuren beskriver ikke en hyppighed men blot om den pågældende art har været tilstede i delområdet.

Delområder

I det følgende vil undervandsvegetationen i de enkelte delområder kort blive beskrevet :

Delområde 1

Den vestlige ende af søen.
Generelt er der en meget tæt undervandsvegetation særligt fra 2,0 til 3,5 meters dybde med dækningsgrader op til 100 % flere steder. Der er en meget kraftig bevoksning af trådalger på undervandsvegetationen her, dog primært på dybder fra 1 til 3 meter. I den nordlige del af delområdet dominerer Brodbladet - og Børstebladet vandaks samt Kredsbladet vandranunkel. I den midterste del vokser primært Børstebladet vandaks og i den sydlige del er der en forholdsvis stor bestand af Krybende vandkrans.
Liden vandaks danner dybdegrænsen i dette delområde på ca. 4 meter vand.
Der er desuden mange kransnålalger her. Det skal bemærkes, at der ikke vokser trådalger på kransnålalgerne.
Bunden er temmelig sandet. Dog er der nogen sten i den sydlige del af delområdet.

Delområde 2

Brodbladet- og Børstebladet vandaks dominerer i en meget tæt undervandsvegetation. Visse steder består vegetationen dog udelukkende af Kredsbladet vandranunkel.
Udfor halvøen Gammelhave på lavt vand er der kun trådalger. Generelt er vegetationen "klistret ind" i trådalger.
Liden vandaks forekommer også forholdsvis hyppig her.

Delområde 3

Også her store hyppigheder af Brodbladet- og Børstebladet vandaks. Op til 100 % dækning på 2 - 3 meters vand.
Aflejringsområde fra 2 - 3 meters dybde. Derfor er bunden meget blød på dybere vand. På lavt vand består sedimentet primært af sand.
Inderst i vigen er der store bestande af Hvid åkande.
Der er mange trådalger på undervandsplanterne i denne del af søen.

Delområde 4

Generelt er der stor dækningsgrad ud til ca. 3,5 meter. På lavt vand er der mange trådalger på fortrinsvis Kredsbladet vandranunkel og Børstebladet vandaks. Længere ude (fra ca. 1 meters dybde) dominerer Børstebladet vandaks. I denne del forekommer Brodbladet vandaks med beskedne hyppigheder. Der er fortsat mange kransnålalger men også mindre bestande af Almindelig vandpest og Hjertebladet vandaks.
Liden vandaks udgør dybdegrænsen på ca. 4 meter. Vegetationen ophører i øvrigt forholdsvis brat fra 3 til 4 meter.

Delområde 5

Den midterste del af den sydlige bred.
På lavt vand ud til ca. 1 meter er der mange trådalger i blandt spredte bevoksninger af Børstebladet vandaks og kransnålalger. Fra 1,5 til 2,5 meter tæt vegetation (dækningsgrad 75 - 100 %) bestående af kransnålalger og Børstebladet vandaks. Dybdegrænsen for den egentlige undervandsvegetation er 4 meter og udgøres af Liden vandaks og Krybende vandkrans. Trådalger (primært Cladophora) vokser ud til ca. 6 meter.
Der er sandbund på lavt vand men mange sten fra 2 til 4 meter.
Skoven skygger langs bredden på lavt vand. Det er sandsynligvis forklaringen på den manglende rørskov og de beskedne dækningsgrader. Brodbladet vandaks vokser hist og her.

Delområde 6

Den nordvestlige del (delområde 6 støder altså ikke op til delområde 5)
Her står rørskoven forholdsvis tæt. Den forholdsvis artsrige undervandsvegetation har de største dækningsgrader fra 1,5 til 2,5 meter. Børstebladet vandaks dominerer på dybere vand, Krybende vandkrans findes forholdsvis tæt ud til ca. 3 meter. Dybdegrænsen for egentlig undervandsvegetation udgøres af Liden vandaks på ca. 5 meter. Trådalgerne vokser ud til ca. 7 meter.

Delområde 7

Den nordlige breds midterste del.
I den største del af delområdet er dækningsgraden 10 - 50 %, med de højeste dækningsgrader mellem 1 og 2 meter. Børstebladet vandaks og kransnålalger dominerer med Kredsbladet vandranunkel, Brodbladet vandaks og Almindelig vandpest spredt i blandt. Hjertebladet vandaks findes i kraftige forekomster på 3 til 4 meters dybde og Glinsende vandaks vokser her i mindre bestande på lavt vand som det eneste sted i søen.

Delområde 8

Skrænten ned mod søens større dybder når i den sydvestlige del af delområdet forholdsvis tæt på land. Her er undervandsvegetationen begrænset.
I den nordligste del af delområdet er der nogen vegetation med de største dækningsgrader fra 1 til 2 meter. Brodbladet vandaks er fundet ud til 5 meter og Kredsbladet vandranunkel ud til 5,5 meter og danner dermed

den egentlige undervandsvegetations dybdegrænse for Fussing Sø i 2000.

Delområde 9

Generelt er dækningsgraden mindre i denne del af søen end i den midterste og vestligste del. Årsagen er blandt andet, at det relativt hurtigt bliver dybt her. Børstebladet vandaks og kransnålalger dominerer, men Akstusindblad er også forholdsvis talrig. Liden vandaks er registreret på 4,5 meter.

Delområde 10

Delområdet strækker sig langs den sydlige bred fra søens midterste del indtil pynten, som markerer afgrænsningen til østbassinet.
Kortskaftet skeblad blev fundet i denne del af søen. Arten er registreret på den danske rødliste over truede planter og dyr som formodet uddød i Danmark, men altså fundet her i Fussing Sø's sydøstlige del i en forholdsvis stor og levedygtig bestand voksende på sandbund på den vestvendte brændingskyst fra ca. 0,5 meter til 2,5 meters dybde.
Der er i øvrigt kun spredte forekomster af undervandsvegetation i delområdet. Også rørskoven er meget begrænset her.

Delområde 11

Generelt er undervandsvegetationens udbredelse beskeden i dette delområde. De største dækningsgrader findes fra 1 til 2,5 meter. Dybdegrænsen er 4 meter. Kortskaftet skeblad er registreret med enkelte eksemplarer i delområdets vestligste del.

Kortskaftet skeblad

Arten vokser som undervandsform i Fussing Sø og fra 0,5 til 2 meter blomstrer den. Alle eksemplarer var på undersøgelsestidspunktet udelukkende submerse, selv på lavt vand var såvel blade som blomsterstande under vand. På de største dybder var der ingen blomsterstande og her havde planten kun lange båndformede undervandsblade
Den største dækningsgrad (75 % i mindre områder) fandtes på 1 - 2 meter og alt i alt voksede arten på 3 - 400 m^2. Der er altså tale om en forholdsvis beskeden udstrækning men til gengæld en relativ høj dækningsgrad og meget store og kraftige eksemplarer.

Der er stort set ikke anden vegetation i området og der var heller ikke nogen videre trådalger på individerne på trods af, at trådalgerne er i kraftig vækst på undervandsvegetationen andre steder i Fussing Sø. Årsagen hertil er nok, at det område, hvor arten findes, er en brændingskyst med stor mekanisk påvirkning.

Kortskaftet Skeblad i Fussing Sø er en ca. halv meter høj plante med lange båndformede blade, der er blødt afrundede i spidsen. Arten har kraftige blomsterstande, 0,5 - 1,0 meter høje. På undersøgelsestidspunktet var blomsterne afblomstret, men tilsyneladende har blomsterne haft store kronblade mm. og ligner umiddelbart andre vindbestøvede blomster. Det virker imidlertid ikke sandsynligt, at blomstertypen er i stand til at sikre fremmed bestøvning under vand. Sandsynligvis spredes arten i Fussing Sø ved vegetativ formering eller muligvis selvbestøvning.

Kortskaftet skeblad findes typisk i to former. Den ene er en forholdsvis lav plante, der vokser i halvtørre sumpede lokaliteter, hvor substratet har et højt organisk indhold. Denne form findes ofte på lokaliteter, der er svagt påvirkede af salt - som de indre dele af fjorde - og hvor vandstanden varierer gennem året. Den anden er en større undervandsform, som findes på et mere grovkornet substrat (sand men ofte ikke mudder) med et højt kalk- og lerindhold, hvor konkurrencen fra andre planter af den ene eller anden grund er lille. I Fussing Sø som nævnt sandsynligvis fordi voksestedet er meget påvirket af vind og bølger.

K. Skeblad er tidligere registreret fra Fussing Sø og er fundet som sumpplante af H. Mathiesen i Grund Fjord ca. 20 km øst for Fussing Sø. Arten er endvidere registreret i Danmark i et par mindre søer i Thy. På den danske rødliste er arten som nævnt registreret som mulig uddød.
Arten har sandsynligvis sin nordlig udbredelsesgrænse i Danmark og det sydlige Norge, men er ellers kendt i spredte forekomster fra det meste af det nordlige Europa og Nordamerika. Også i den øvrige del af Nordvesteuropa er arten sjælden, men på verdensplan er den ikke truet.

Fundet af en planteart, som er registreret som uddød i Danmark bidrager til at øge Fussing Sø's værdi som naturområde og det er klart, at den Kortskaftede skeblad i de kommende år vil være med til yderligere at rette fokus på det arbejde, der gøres for at sikre og forbedre tilstanden i søen.

I dette arbejde er en fortsat stabil udvikling i undervandsvegetationens udbredelse og artssammensætning et centralt element. Det er afgørende for en fortsat tilfredsstillende udvikling generelt i søen at der vedbliver at være en stor bestand af undervandsvegetation i Fussing Sø,

Udvikling

Udviklingen i stoftilførslen til Fussing Sø er behandlet i afsnittet om vand- og stofbalancen til søen.
I det følgende vil Fussing sø's tilstand igennem de sidste 20 år blive beskrevet ud fra vandkemimålinger fra 1982, 1989, 1993 og 2000. Udviklingen er blandt andet illustreret ved hjælp af figurer, som de, der er vist her på siden. I figurerne er præsenteret gennemsnittet for den pågældende periode som punktet på den angivne linie samt 25 - og 75 % fraktilerne, der er liniens to yderpunkter.

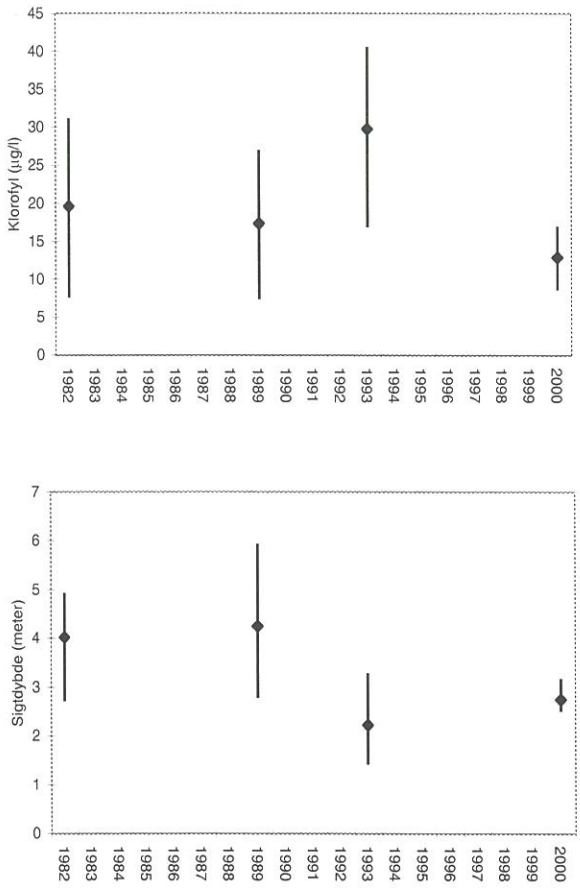
Klorofyl

Den gennemsnitlige klorofylkoncentration i sommermånederne var i 1982 og 1989 15 - 20 µg/l, steg til ca. 30 µg/l i 1993 og var i 2000 reduceret til ca. 10 µg klorofyl/l.
Bedømt ud fra klorofylniveauet har der således nok været en vis variation i indholdet af alger fra år til år men ikke nogen entydig ændring i klorofylindholdet i den forløbne 20 årige periode. Dog er sommergennemsnittet i 2000 det laveste blandt de 4 måleår.
25 og 75 % fraktilerne i 2000 viser endvidere, at variationen over året er blevet mindre i 2000 sammenlignet med den variation, der var i tidligere måleår. Fussing Sø oplever altså ikke længere de forholdsvis høje klorofylkoncentrationer, som 75 % fraktilen i specielt 1993 beskriver.

Sigtdybde

Den gennemsnitlige sommersigtdybde i 2000 var 2,7 meter. Sammenlignet med niveauet i 1982 og 1989 (henholdsvis 4,0 og 4,2 meter) var sigtdybden altså noget mindre i 2000 men dog større end i 1993 (2,2 meter).
Det er tidligere nævnt, at sigtdybden i Fussing sø i al væsentlighed er reguleret af indholdet af alger og altså af klorofylkoncentrationen i overfladevandet. Derfor er udviklingen i sigtdybden i store træk også et spejlbillede af den udvikling, der er set i klorofylindholdet i søen. Dog har det lave indhold af klorofyl, som er registreret i 2000, ikke afspejlet sig i en tilsvarende større sigt-dybde.

Årsagen til den forholdsvis lave gennemitssigtdybde i 2000 er blandt andet, at der ikke er registreret nogen egentlig klarvandsperiode med meget store sigtdybder. 75 % fraktilen var beskedne 3 meter sammenlignet med næsten 6 meter i 1989.



Figur 29

Udviklingen i indholdet af klorofyl (øverst) og sigtdybde (nederst) i Fussing Sø i måleårene fra 1982 til 2000. Punktet på linien angiver sommergennemsnittet. Liniens to yderpunkter repræsenterer 25 - og 75 % fraktilerne.

Målinger af algebiomassen i 1989 og 2000 (se senere) viser, at udviklingen gennem de to år er nogenlunde ens, men at algemaksima i 2000 var væsentligt mindre end i 1989. Også den gennemsnitlige algebiomasse i sommermånederne var mindre i 2000 end i 1989.
Noget kunne derfor tyde på, at den gennemsnitlige sigtdybde i 2000 er underestimeret eller alternativt, at sigtdybden i 2000 ikke har været styret af indholdet af alger i så høj grad som tidligere. I den sammenhæng skal det nævnes, at der desværre ikke eksisterer målinger af det suspenderede stof fra 1980'erne.

Total fosfor

På grund af fosforfrigivelse i sensommer- og efter-årsmånederne og en meget lang opholdstid er fosforniveauet i vinterhalvåret højere end om sommeren. Det betyder, at årsgennemsnittet er højere end de i figur 30 præsenterede sommergennemsnits (110 - 130 µg P/l fra 1982 til 1993 og 103 µg P/l i 2000).

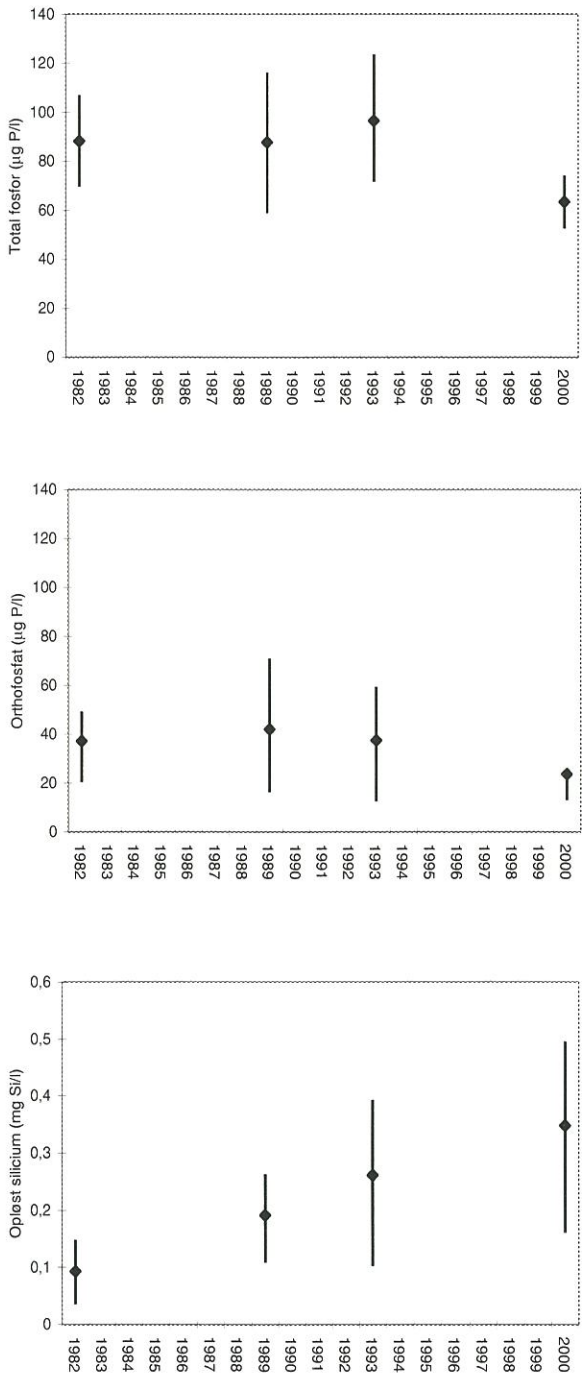
Fosforniveauet har været nogenlunde konstant fra 1982 til 1993 - omkring 90 µg P/l som et sommergennemsnit (figur 30 øverst). I 2000 er fosforniveauet reduceret til ca. 60 µg P/l som sommergennemsnit. Også 75 % fraktilen er reduceres markant fra omkring 120 µg P/l til ca. 80 µg P/l. Denne reduktion afspejler den mindre fosforfrigivelse og det deraf følgende lavere fosforindhold i overfladevandet i efteråret, hvor der tidligere er registreret forholdsvis høje fosforkoncentrationer (op til 200 µg P/l).

Orthofosfat

Indholdet af orthofosfat er tilsvarende blevet mindre i 2000 sammenlignet med perioden 1982 til 1993 - sommergennemsnittet er reduceret fra ca. 40 µg P/l til ca. 20 µg P/l. Også for orthofosfats vedkommende er vinterniveauet væsentligt højere end koncentrationen i sommermånederne. Endnu er indholdet af orthofosfat dog ikke reduceret så meget, at alger og undervandsplanter er vækstbegrænset af mangel på fosfor.

Opløst silicium

Indholdet af opløst silicium i sommerhalvåret er steget jævnt siden 1982. I 1982 var sommergennemsnittet ca. 0,1 mg Si/l - i 2000 0,35 mg Si/l. Koncentrationen af opløst silicium om sommeren reguleres dels af de eksterne tilførsler fra oplandet, dels af den optagelse der sker fra først og fremmest kiselalgerne. Det er ikke sandsynligt, at der er sket nogen væsentlige ændringer i tilførslen af silicium til Fussing Sø. Til gengæld er der en meget klar sammenhæng mellem indholdet af opløst silicium og kiselalger i søen (se afsnittet om alger), således at koncentrationen af opløst silicium reduceres kraftigt i perioder med større kiselalgeopblomstringer. Det skønnes derfor, at den generelt forøgede koncentration af opløst silicium i sommerhalvåret skyldes en gradvist reduceret biomasse af kiselalger i Fussing Sø siden 1982.



Figur 30

Udviklingen i indholdet af total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og opløst silicium (nederst) i Fussing Sø i måleårene fra 1982 til 2000. Punktet på linien angiver sommergennemsnittet. Liniens to yderpunkter repræsenterer 25 - og 75 % fraktilerne.

Total kvælstof

Kvælstofniveauet har i hele perioden siden 1982 været lavt. I 2000 er sommergennemsnittet dog yderligere reduceret til ca. 0,6 mg N/l i forhold til knapt 1 mg N/l i 1989 og 1993.

Som det tidligere er beskrevet, er der ikke noget, der tyder på, at kvælstoftilførslen er blevet mindre i 2000 sammenlignet med tidligere måleår (det skal her erindres at stofbalancen for Fussing Sø er behæftet med nogen usikkerhed). Et lavere kvælstofniveau i søvandet kan således skyldes interne processer i Fussing Sø - nemlig en kombination af en større optagelse og binding af kvælstof i undervandsvegetationen og en forøget kvælstofomsætning i og på sedimentoverfladen.

Nitrat

Ligesom for total kvælstof er også nitratindholdet generelt reduceret i søen siden 1982. I 2000 var der således næsten ingen nitrat i overfladevandet fra starten af maj til 1. oktober og den gennemsnitlige sommerkoncentration var bare 0,02 mg N/l.

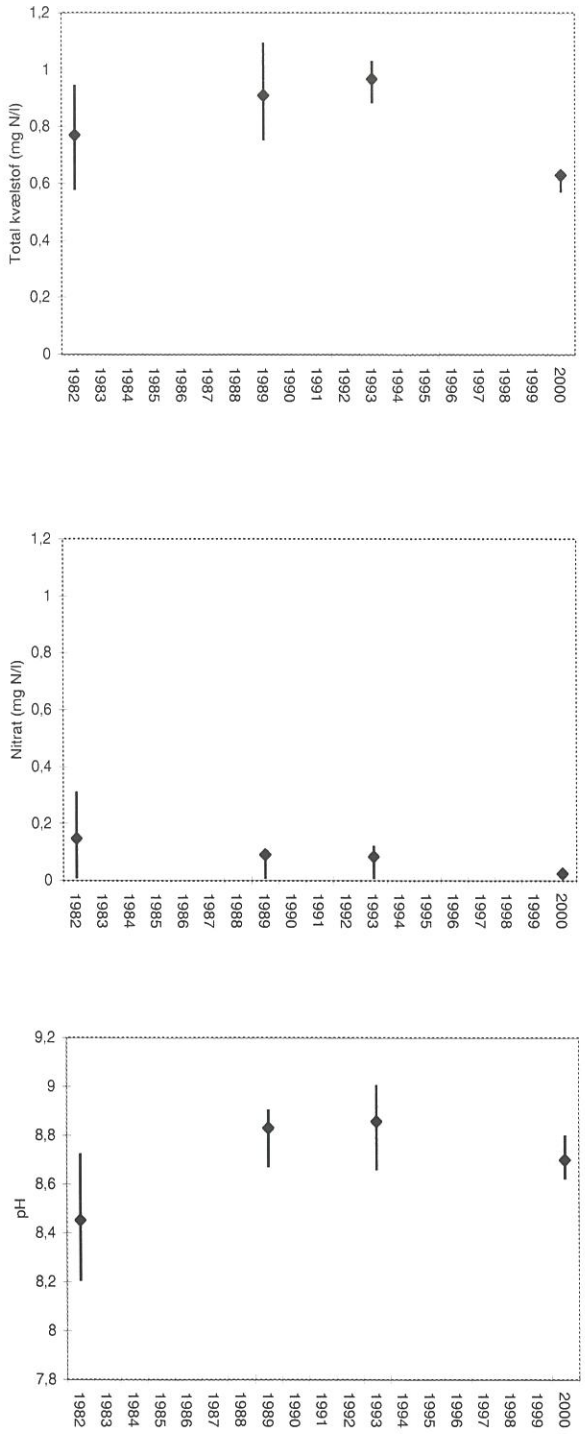
Kvælstof har i de foregående måleår været begrænsende for algernes vækst i visse perioder om sommeren. Det generelt lavere kvælstofniveau har givetvis medført, at algerne i Fussing Sø i 2000 i længere perioder end hidtil har været kvælstofbegrænsede.

Et lavt kvælstofniveau favoriserer ofte blågrønalger, som kan fiksere atmosfærisk kvælstof. I 2000 var der en opvækst af mindre blågrønalger i sommermånederne af nogenlunde samme størrelsesorden som i 1993. Det reducerede kvælstofniveau har dermed ikke medført ændringer i forekomsten af blågrønalger i søen.

Det er givet, at en yderligere reduktion i indholdet af kvælstof og specielt nitrat i søen yderligere vil bidrage til en reduceret algevækst.

pH

Fussing Sø er en alkalisk sø med forholdsvis høj pH. pH-forholdene i søen afspejler dog også til en vis grad den store produktion fra specielt undervandsvegetationen i søen. Generelt har pH været stort set konstant i de forløbne 20 år og den reducerede algebiomasse har ikke medført væsentlige ændringer i pH-forholdene. Den gennemsnitlige sommerværdi var således kun reduceret fra ca. 8,85 i 1993 til 8,7 i 2000 (figur 31).



Figur 31

Udviklingen i indholdet af total kvælstof (øverst), nitrat (i midten) og pH (nederst) i Fussing Sø i måleårene fra 1982 til 2000. Punktet på linien angiver sommergennemsnittet. Liniens to yderpunkter repræsenterer 25 - og 75 % fraktilerne.

Sedimentbalance

Bedømt ud fra stoftransportberegningerne har der været en mindre fosforfrigivelse fra sedimentet i 2000 end i 1989. Årsagen hertil skønnes at være en mindre fosforpulje i sedimentet nu end tidligere som et resultat af en udskylning samt en permanent indlejring i sedimentet af en stor del af den overskudsfosfor, som var i søen for 10 og 20 år siden. Den mindre fosforfrigivelse har resulteret i, at fosforkoncentrationen generelt er reduceret i bundvandet. Dog forekommer der fortsat temmeligt høje fosforkoncentrationer i bundvandet i september og oktober lige før efterårsomrøringen.
Den reducerede fosforfrigivelse bidrager til en mindre fosforkoncentration i overfladevandet det følgende forår. Samtidig er kvælstofniveauet i søvandet også blevet mindre. Som følge heraf er blandt andet algeproduktionen i søen reduceret i 2000 sammenlignet med 1989 og 1993. En mindre produktion medfører, at færre alger sedimenterer til søbunden og dermed også, at der er en mindre omsætning på bunden af søen. Det skønnes, at denne mindre omsætning er forklaringen på, at der var et mindre indhold af nitrat i bundvandet i en måned længere i 2000 end i 1993. Selvom der også i 2000 er tale om forholdsvis små nitratkoncentrationer, vil nitrat i bundvandet alt andet lige modvirke fosforfrigivelse fra sedimentet.

Det vurderes således, at fosforfrigivelsen i disse år reduceres og at Fussing Sø dermed er på vej imod en ligevægt i forhold til fosfortilførslerne. Som det tidligere er nævnt, vil der dog fortsat gå adskillige år, inden søen vil komme i en egentlig fosforligevægt.

Det skal understreges, at det fortsat er vigtigt at begrænse fosfortilførslerne, således at den positive udvikling, som søen er inde i, kan fortsætte.

En stigende kvælstoftilbageholdelse ses ofte i søer, der udvikler sig imod en mindre næringsrig tilstand. Årsagen er, at produktionen i et vist omfang flyttes fra vandfasen til sedimentoverfladen. Herved forbedres blandt andet mulighederne for bakteriel omsætning i sedimentet - herunder kvælstofomsætningen.
Det må derfor forventes, at kvælstoffjernelsen i de kommende år vil stige yderligere, hvis tilstanden i Fussing sø bliver endnu bedre.

Fremtidig tilstand

Generelt er der en positiv udvikling i Fussing Sø. Specielt er næringsstofniveauet i søen reduceret fra 1993 til 2000. Lavere næringsstofkoncentrationer i søvandet vil gradvist forbedre forudsætningerne for, at Fussing Sø kan opnå mere stabile forhold.

Søen har allerede nogenlunde klart vand, mange undervandsplanter og generelt et varieret dyre- og planteliv.
De mange trådalger på undervandsvegetationen og den fortsat høje fosforkoncentration i såvel bundvand som overfladevand er imidlertid et udtryk for et for højt næringsniveau, som medfører, at søen stadigt befinder sig i en lettere ustabil tilstand.

Den positive udvikling er sket, selvom næringsstoftilførslerne ikke er reduceret i noget særligt omfang i de seneste 10 - 20 år. Årsagen er, at den overskudspulje af fosfor, som tidligere belastede søen, nu i stort omfang er skyllet ud af søen eller indlejret permanent i søbunden.

For at sikre en positiv udvikling er det vigtigt, at næringsstoftilførslerne bliver yderligere reduceret.
Når Fussing Sø samtidig nærmer sig en fosforligevægt, vil den netto-fosforfrigivelse, som har fundet sted i de sidste 20 år, blive afløst af en tilbageholdelse af fosfor. Alt i alt vil dette resultere i et fald i først og fremmest fosforniveauet til maksimalt 40 µg P/l som et sommergennemsnit. Et fosforniveau på 40 µg P/l vil medføre at sigtdybden i Fussing Sø som et minimum vil være 3,0 - 3,5 meter som et sommergennemsnit.

Da kvælstofkoncentrationen i søen er meget lav har kvælstofniveauet i disse år en afgørende indflydelse på væksten i søen. På kort sigt vil reducerede kvælstoftilførsler derfor medføre en begrænsning af først og fremmest alger og trådalgers vækst med blandt andet klarere vand til følge.

Mindre næringsrige forhold vil generelt reducere produktionen i søen. Algebiomassen vil blive mindre og trådalgebevoksningen på undervandsvegetationen vil blive reduceret.
Også undervandsvegetationen vil blive påvirket af et lavere næringsstofindhold. Det kan forudses, at undervandsplanterne vil vokse knapt så kraftigt i de områder, hvor der i dag er en meget tæt vegetation og stor dækningsgrad. Til gengæld vil muligheden for en indvandring af arter, der er tilpasset til mere næringsfattige miljøer øges og variationen i undervandsvegetationen dermed sandsynligvis blive større.
Med mere klart vand er der også en reel mulighed for, at

dybdegrænsen for undervandsvegetationen vil øges.

Bedømt ud fra sammenhænge mellem sigtdybde og undervandsplanternes dybdegrænse i Danmark opstillet i forskellige sammenhænge (Middelboe & Markager, 1997 og Jensen et al, 1996) kan det forventes, at en forøgelse af sigtdybden til et gennemsnit på 3,5 meter vil resultere i, at undervandsplanterne breder sig ud til en dybdegrænse på 6 - 7 meter - altså omkring 1 meter mere end i dag.

Konkluderende bemærkninger

Fussing Sø kan med en yderligere reduktion i næringsstofniveauet udvikle sig til at blive en endog meget fin sø med efter danske forhold klart vand og med undervandsvegetation ud til forholdsvis store dybder.

Det skal blandt andet sikres, at spildevandstilførslen fra den spredte bebyggelse er så lille som mulig gennem etablering af nedsivningsanlæg i størst mulig omfang.

I følge Vandkvalitetsplanen for Århus Amt er det målet, at såvel fosfor- som kvælstofkoncentrationen i Fussing sø er så lav, at sigtdybden er mere end 3,0 meter som et gennemsnit over sommerhalvåret.

Alt i alt er Fussing Sø i disse år inde i en positiv udvikling på trods af uændrede næringsstoftilførsler. Det kan forventes, at forholdene i søen bliver endnu bedre, i takt med at næringsstoftilførslerne bliver mindre og søen opnår en fosforligevægt, hvor fosfor tilbageholdes i sedimentet i modsætning til den fosforfrigivelse, som har fundet sted i de forløbne 20 år.
Målsætningen for søen er dog endnu ikke opfyldt. Næringsstoftilførslerne er fortsat for store og sommersigtdybden endnu ikke 3,0 meter som et gennemsnit.

Det er derfor vigtigt fortsat at arbejde imod de mål, som er fastsat i Vandkvalitetsplanen.
Reduceres belastningen til søen i det omfang, som Vandkvalitetsplanen foreskriver, vil de miljøforbedringer, som i øjeblikket sker i søen, blive af permanent karakter.

Fundet af Kortskaftet skeblad understreger vigtigheden af det arbejde, der allerede foregår for at sikre en fortsat positiv udvikling i søen. Herved sikres også, at bestanden af en planteart, som hidtil har været anset for at være uddød i Danmark, fortsat kan vokse i Fussing Sø. Generelt er det altafgørende, at der fortsat er udbredt undervandsvegetation i søen. Herved sikres nemlig klart vand, lave næringsstofkoncentrationer og stabile tilstande i Fussing Sø og dermed også en god badevandskvalitet.

Referencer

Færgemann, H & Petersen, A (1992) : Dynamisk stofbalancemodel for kvælstofkredsløbet i søer.
DTH. Laboratoriet for Økologi og Miljølære.

Jacobsen, O.S. (1977) : Sorption of phosphate by Danish lake sediments. - Vatten 33, 290-98.

Jensen, H.S. & Andersen F.Ø. (1990) : Fosforbelastning i lavvandede, eutrofe søer. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, C4. 96 pp.

Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, J. Windolf, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær (1995) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 139.

Jensen, J.P., E. Jeppesen, M. Søndergaard, T.L.Lauridsen, L. Sortkjær (1998) : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 251.

Kristensen, P. et al. (1990a) : Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990. 130 pp. - Faglig rapport fra Kristensen et al. nr 5.

Kristensen, P. et al. (1990b) : Prøvetagning og analysemetoder i søer - teknisk anvisning: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, 1990: 27 sider.

Kristensen, P., J.P. Jensen og E. Jeppesen (1990c) : Slutrapport for NPo-forskningsprojekt C9: Eutrofieringsmodeller for søer. NPo-projekt 4.5. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen: 120 sider.

Kristensen, P. et al. (1991): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. 104 sider + bilag. Faglig rapport nr. 38.

Middelboe, A.L. & S. Markager (1997) : Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. Freshw. Biol. 37 : 553-568.

Moeslund, B., P.H. Møller, J. Windolf & P. Schriver (1993) : Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. 45 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 6.

Olrik, K. (1990) : Planteplanktonsamfund i danske søer.

Olrik, K. (1991) : Vejledning i phytoplanktonbedømmelse, del I, Metoder. Rapport til Miljøstyrelsen.

Rebsdorf, Aa., M. Søndergaard og N. Thyssen (1988) : Overvågningsprogram. Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. - Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium 1988: 59 sider. Teknisk rapport nr. 21. Publ. nr. 98.

Reynolds, C.S. (1984) : The ecology of freshwater phytoplankton.

Rosen, Göran (1981) : Tusen sjöar, Växtplanktons miljøkrav.

Søndergaard M., Jeppesen E., Jensen J.P., Lauridsen T., Müller J.P., Jensen H.J., Berg S., Hvidt C. (1998) : Sørestaurering i Danmark. Metoder, erfaringer og anbefalinger. Miljønyt nr. 28, 1998. Miljøstyrelsen.

Vollenweider, R.A. (1976) : Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33 :53 - 83.

Windolf, J. E. Jeppesen, M. Søndergård, J.P. Jensen, L. Sortkjær : Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1992. Faglig rapport fra DMU, nr. 90.

Århus Amt (1980) : Fussing Sø 1979, Teknisk rapport. Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1991) : Fussing Sø 1989. Teknisk rapport. Miljøkontoret, Århus Amt.

Bilagsoversigt

Den beregnede vand- og stofbalance for Fussing Sø i 2000.	Bilag 1
Metode til beregning af vand - og stofbalance.	Bilag 2
Sedimentanalyser i Fussing Sø	Bilag 3
Alger i Fussing Sø - metodik og rådata.	Bilag 4
Undervandsvegetation i Fussing Sø - delområder	Bilag 5

SØ-VAKS, Sø-modul | *VANDBALANCE* | Side : *1*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *1989* | Enhed.....: *1000 m3* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	24.1	22.1	26.3	23.3	18.8	13.8	13.9	16.0	19.4	26.6	25.5	25.2	81.9	255.1
20171	19.3	24.0	33.1	27.7	20.6	13.3	10.2	10.2	9.9	10.2	9.9	15.9	64.3	204.4
Målt tilløb	43.4	46.2	59.4	51.0	39.4	27.1	24.1	26.2	29.3	36.8	35.4	41.1	146.2	459.5
Umålt opland	152.2	189.3	260.3	217.8	162.2	104.6	80.6	80.6	78.0	80.6	78.0	125.5	505.9	1609.5
Nedbør	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	54.0	129.6
Samlet tilførsel	206.3	246.2	330.5	279.6	212.4	142.6	115.5	117.6	118.1	128.2	124.2	177.5	706.1	2198.6
Fordampning	1.1	2.2	5.4	9.7	16.2	18.4	20.5	18.4	8.6	3.2	1.1	0.4	82.1	105.2
20142	420.7	389.2	473.9	407.6	297.2	183.9	180.6	230.2	316.4	479.3	459.7	447.3	1208.3	4286.1
Samlet fraførsel	421.8	391.3	479.3	417.4	313.4	202.2	201.1	248.5	325.1	482.5	460.7	447.8	1290.4	4391.3
Volumen ændring	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	0.0	259.2	259.2	86.4	0.0	0.0	0.0
Vandbalance	129.1	58.7	62.4	51.4	14.6	-26.7	-0.7	131.0	466.2	613.6	422.9	270.3	584.3	2192.7

SØ-VAKS, Sø-modul | *STOFBALANCE* | Side : *2*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1211 Total-N* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *1989* | Enhed.....: *Kg* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	212.4	195.7	234.4	209.0	171.5	129.0	132.9	146.1	162.1	200.8	183.2	180.9	741.5	2157.8
20171	152.9	179.7	261.2	214.1	144.4	89.8	71.3	73.0	68.9	64.0	68.3	146.8	447.4	1534.2
Målt tilløb	365.3	375.4	495.6	423.0	315.8	218.8	204.3	219.0	231.0	264.8	251.4	327.7	1188.9	3692.0
Umålt opland	1203.7	1414.9	2056.6	1685.6	1136.9	707.4	561.8	574.5	542.5	504.1	537.6	1156.2	3523.0	12081.6
Atm. deposition	275.2	248.5	275.2	266.3	275.2	266.3	275.2	275.2	266.3	275.2	266.3	275.2	1358.1	3240.0
Stofbalance	774.3	352.1	374.7	308.4	87.9			785.9	2797.0	3681.4	2537.7	1621.8	3670.7	13321.1
Samlet tilførsel	2618.5	2390.8	3202.0	2683.3	1815.8	1192.5	1041.2	1854.6	3836.7	4725.4	3593.0	3380.9	9740.8	32334.7
20142	442.6	482.2	589.6	456.9	338.8	139.8	121.9	209.6	339.7	473.2	494.2	547.9	1149.8	4636.4
Stofbalance						21.1	0.6						21.7	21.7
Samlet fraførsel	442.6	482.2	589.6	456.9	338.8	160.9	122.5	209.6	339.7	473.2	494.2	547.9	1171.5	4658.1
Magasinændring	2667.4	3622.9	-3047.2	-3066.9	-4910.8	-5471.7	6456.8	236.6	5049.6	-417.8	5189.3	1943.1	1360.5	8251.3
Søbalance	-2176.0	-1908.7	-2612.4	-2226.4	-1477.0	-1031.6	-918.7	-1644.9	-3497.0	-4252.3	-3098.8	-2833.0	-8569.3	-27676.7
Søbalance -%	-83.1	-79.8	-81.6	-83.0	-81.3	-86.5	-88.2	-88.7	-91.2	-90.0	-86.3	-83.8	-435.9	-1023.5
Søbalance -g/m2	-1.01	-0.88	-1.21	-1.03	-0.68	-0.48	-0.43	-0.76	-1.62	-1.97	-1.43	-1.31	-3.97	-12.81
Sedimentbalance	491.5	1714.3	-5659.6	-5293.4	-6387.8	-6503.4	5538.1	-1408.3	1552.6	-4670.1	2090.5	-889.8	-7208.8	-19425.3
Sedimentbalance -%	18.8	71.7	-176.8	-197.3	-351.8	-545.4	531.9	-75.9	40.5	-98.8	58.2	-26.3	-400.7	-751.2
Sedimentbalance -g/m2	0.23	0.79	-2.62	-2.45	-2.96	-3.01	2.56	-0.65	0.72	-2.16	0.97	-0.41	-3.34	-8.99

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1211 Total-N* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *1989* | Enhed.....: | Af : *TJ*

Søareal.....: 2.16 km2 Søvolumen....: 27300000 m3 Umålt opland: 5.70 km2 Atmosfærisk deposition: 15.00 kg/ha/år

Indløb: 20121 (0.8 km2) , 20171 (0.8 km2) ,
Udløb.: 20142 ,

Kilde		Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	(mm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Fordampning	(mm)	5.0	10.0	25.0	45.0	75.0	85.0	95.0	85.0	40.0	15.0	5.0	2.0
Vandtilf. fra grundvand	(l/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	(mg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	(mg/l)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Dato	Vandst. (m)
01/01/1989	1.10
01/02/1989	1.06
01/03/1989	1.02
01/04/1989	0.98
01/05/1989	0.94
01/06/1989	0.90
01/07/1989	0.86
01/08/1989	0.82
01/09/1989	0.82
01/10/1989	0.94
01/11/1989	1.06
01/12/1989	1.10

Dato	Konc. (mg/l)
17/01/1989	1.05
23/02/1989	1.30
16/03/1989	1.26
13/04/1989	1.12
01/05/1989	1.07
10/05/1989	1.19
24/05/1989	1.20
08/06/1989	0.62
22/06/1989	0.89
05/07/1989	0.60
18/07/1989	0.56
02/08/1989	0.96
16/08/1989	0.87
05/09/1989	0.96
21/09/1989	1.17
04/10/1989	1.04
17/10/1989	0.95
08/11/1989	1.02
12/12/1989	1.24

SØ-VAKS, Sø-modul | *STOFBALANCE* | Side : *2*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1376 Total-P* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *1989* | Enhed.....: *Kg* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	5.7	5.2	5.8	4.8	3.3	2.1	2.2	2.0	1.7	1.7	1.3	1.3	11.3	37.0
20171	1.2	1.4	2.2	2.7	1.4	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	1.0	3.5	12.8
Målt tilløb	6.9	6.6	8.0	7.5	4.8	2.7	2.6	2.5	2.2	2.1	1.8	2.3	14.7	49.9
Umålt opland	9.4	11.1	17.3	20.9	11.4	4.7	3.3	4.2	3.7	3.4	3.6	8.0	27.3	101.0
Atm. deposition	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	9.1	21.6
Stofbalance	7.7	3.5	3.7	3.1	0.9			7.9	28.0	36.8	25.4	16.2	36.7	133.2
Samlet tilførsel	25.9	22.9	30.9	33.3	18.8	9.2	7.7	16.5	35.6	44.2	32.5	28.3	87.7	305.7
20142	65.7	61.7	78.7	62.0	37.9	11.7	10.9	19.6	38.2	83.9	83.6	79.0	118.4	632.9
Stofbalance						1.7							1.7	1.7
Samlet fraførsel	65.7	61.7	78.7	62.0	37.9	13.4	10.9	19.6	38.2	83.9	83.6	79.0	120.1	634.7
Magasinændring	63.1	-2.2	-543.6	-139.7	-1420.2	-1416.5	1025.5	1132.0	643.5	616.2	411.5	194.3	-35.7	563.9
Søbalance	39.8	38.8	47.8	28.8	19.1	4.2	3.3	3.2	2.7	39.7	51.1	50.7	32.4	329.0
Søbalance -%	153.7	169.5	154.9	86.4	101.4	45.8	42.6	19.1	7.4	89.8	157.1	179.3	216.3	1207.0
Søbalance -g/m2	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.14
Sedimentbalance	103.0	36.6	-495.8	-111.0	-1401.1	-1412.2	1028.7	1135.2	646.1	655.8	462.6	245.1	-3.3	892.9
Sedimentbalance -%	397.4	159.9	-1607.0	-333.6	-7439.3	-15341.6	13439.4	6899.5	1815.6	1483.8	1422.3	866.1	-626.4	1762.5
Sedimentbalance -g/m2	0.05	0.02	-0.23	-0.05	-0.65	-0.65	0.48	0.53	0.30	0.30	0.21	0.11	0.01	0.42

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1376 Total-P* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *1989* | Enhed.....: | Af : *TJ*

Søareal.....: 2.16 km2 Søvolumen....: 27300000 m3 Umålt opland: 5.70 km2 Atmosfærisk deposition: 0.10 kg/ha/år

Indløb: 20121 (0.8 km2) , 20171 (0.8 km2) ,
Udløb.: 20142 ,

Kilde		Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	(mm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Fordampning	(mm)	5.0	10.0	25.0	45.0	75.0	85.0	95.0	85.0	40.0	15.0	5.0	2.0
Vandtilf. fra grundvand	(l/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	(µg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	(µg/l)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0

Dato	Vandst. (m)
01/01/1989	1.10
01/02/1989	1.06
01/03/1989	1.02
01/04/1989	0.98
01/05/1989	0.94
01/06/1989	0.90
01/07/1989	0.86
01/08/1989	0.82
01/09/1989	0.82
01/10/1989	0.94
01/11/1989	1.06
01/12/1989	1.10

Dato	Konc. (µg/l)
17/01/1989	163.00
23/02/1989	170.00
16/03/1989	157.00
13/04/1989	139.00
01/05/1989	142.00
10/05/1989	138.00
24/05/1989	112.00
08/06/1989	70.00
22/06/1989	37.00
05/07/1989	37.00
18/07/1989	55.00
02/08/1989	77.00
16/08/1989	85.00
05/09/1989	125.00
21/09/1989	100.00
04/10/1989	152.00
17/10/1989	162.00
08/11/1989	162.00
12/12/1989	184.00

SØ-VAKS, Sø-modul | *VANDBALANCE* | Side : *1*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *2000* | Enhed.....: *1000 m3* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	33.2	31.5	33.5	31.5	30.0	28.6	28.8	28.8	28.3	30.6	35.1	34.3	144.5	374.2
20171	22.1	21.3	22.6	20.6	17.6	16.4	16.0	16.0	16.0	18.4	25.7	23.7	81.9	236.3
Målt tilløb	55.3	52.7	56.1	52.1	47.5	45.0	44.8	44.8	44.3	49.0	60.8	58.1	226.4	610.5
Umålt opland	236.5	224.2	238.8	224.8	213.5	203.8	205.3	205.3	201.5	217.8	250.5	244.7	1029.4	2666.7
Nedbør	8.6	14.0	13.0	6.5	9.7	17.3	8.6	10.8	22.7	16.2	17.3	16.2	69.1	160.9
Samlet tilførsel	300.5	291.0	307.9	283.4	270.8	266.1	258.7	260.9	268.5	282.9	328.6	318.9	1325.0	3438.1
Fordampning	1.1	2.2	5.4	9.7	19.4	18.4	16.2	15.1	8.6	3.2	1.1	0.4	77.8	100.9
20142	512.3	487.8	485.4	254.3	166.6	147.9	126.0	109.5	132.2	151.4	291.3	453.3	682.1	3317.9
Samlet fraførsel	513.4	490.0	490.8	264.0	186.0	166.3	142.2	124.6	140.8	154.6	292.4	453.7	759.9	3418.7
Volumen ændring	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	-86.4	0.0	259.2	259.2	86.4	0.0	0.0	0.0
Vandbalance	126.5	112.6	96.6	-105.8	-171.1	-186.2	-203.0	-136.3	131.6	130.9	50.3	134.8	-565.1	-19.3

SØ-VAKS, Sø-modul | *STOFBALANCE* | Side : *2*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1211 Total-N* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *2000* | Enhed.....: *Kg* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	255.4	247.6	278.6	269.2	238.9	217.9	229.7	236.8	234.0	256.7	300.8	295.1	1157.3	3060.7
20171	139.2	137.2	154.6	144.8	113.8	100.3	102.2	106.4	109.2	127.6	179.2	166.0	531.9	1580.5
Målt tilløb	394.7	384.9	433.2	414.0	352.7	318.2	331.9	343.2	343.3	384.3	480.0	461.1	1689.2	4641.2
Umålt opland	1489.1	1446.9	1636.0	1581.5	1382.0	1244.0	1314.8	1368.8	1376.7	1509.2	1748.9	1711.6	6686.3	17809.5
Atm. deposition	274.4	256.7	274.4	265.6	274.4	265.6	274.4	274.4	265.6	274.4	265.6	274.4	1354.4	3240.0
Stofbalance	758.8	675.7	579.3						789.5	785.3	301.6	808.5	789.5	4698.8
Samlet tilførsel	2917.0	2764.1	2922.9	2261.1	2009.1	1827.8	1921.1	1986.4	2775.0	2953.2	2796.1	3255.6	10519.4	30389.4
20142	570.0	536.3	526.3	246.4	124.6	91.5	75.8	69.1	73.7	94.4	257.6	502.7	434.6	3168.2
Stofbalance				101.8	128.5	112.3	114.6	76.0					431.5	533.3
Samlet fraførsel	570.0	536.3	526.3	348.2	253.1	203.8	190.4	145.1	73.7	94.4	257.6	502.7	866.1	3701.5
Magasinændring	-603.5	-132.6	-1833.4	-4036.4	-7526.9	-518.5	-1642.8	1228.5	931.2	6108.5	7912.1	2912.0	-7528.5	2798.2
Søbalance	-2347.0	-2227.9	-2396.7	-1912.9	-1756.0	-1624.0	-1730.7	-1841.4	-2701.3	-2858.8	-2538.5	-2752.9	-9653.4	-26688.0
Søbalance -%	-80.5	-80.6	-82.0	-84.6	-87.4	-88.9	-90.1	-92.7	-97.3	-96.8	-90.8	-84.6	-456.4	-1056.2
Søbalance -g/m2	-1.09	-1.03	-1.11	-0.89	-0.81	-0.75	-0.80	-0.85	-1.25	-1.32	-1.18	-1.27	-4.46	-12.35
Sedimentbalance	-2950.5	-2360.5	-4230.1	-5949.2	-9283.0	-2142.4	-3373.5	-612.9	-1770.1	3249.7	5373.7	159.1	-17181.9	-23889.7
Sedimentbalance -%	-101.2	-85.4	-144.7	-263.1	-462.1	-117.2	-175.6	-30.9	-63.8	110.0	192.2	4.9	-849.5	-1136.8
Sedimentbalance -g/m2	-1.37	-1.09	-1.96	-2.75	-4.30	-0.99	-1.56	-0.28	-0.82	1.50	2.49	0.07	-7.95	-11.06

SØ-VAKS, Sø-modul | *DATAGRUNDLAG* | Side : *3*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1211 Total-N* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *2000* | Enhed.....: | Af : *TJ*

Søareal.....: 2.16 km2 Søvolumen....: 27300000 m3 Umålt opland: 5.70 km2 Atmosfærisk deposition: 15.00 kg/ha/år

Indløb: 20121 (0.8 km2) , 20171 (0.8 km2) ,
Udløb.: 20142 ,

Kilde		Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	(mm)	40.0	65.0	60.0	30.0	45.0	80.0	40.0	50.0	105.0	75.0	80.0	75.0
Fordampning	(mm)	5.0	10.0	25.0	45.0	90.0	85.0	75.0	70.0	40.0	15.0	5.0	2.0
Vandtilf. fra grundvand	(l/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	(mg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	(mg/l)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Dato	Vandst. (m)
01/01/2000	1.10
01/02/2000	1.06
01/03/2000	1.02
01/04/2000	0.98
01/05/2000	0.94
01/06/2000	0.90
01/07/2000	0.86
01/08/2000	0.82
01/09/2000	0.82
01/10/2000	0.94
01/11/2000	1.06
01/12/2000	1.10

Dato	Konc. (mg/l)
05/01/2000	1.12
03/02/2000	1.10
14/03/2000	1.10
11/04/2000	1.00
26/04/2000	0.90
10/05/2000	0.87
24/05/2000	0.58
08/06/2000	0.64
21/06/2000	0.61
04/07/2000	0.59
18/07/2000	0.64
03/08/2000	0.52
22/08/2000	0.74
31/08/2000	0.58
21/09/2000	0.55
27/09/2000	0.54
25/10/2000	0.65
22/11/2000	0.94
19/12/2000	1.10

SØ-VAKS, Sø-modul | *STOFBALANCE* | Side : *2*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1376 Total-P* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *2000* | Enhed.....: *Kg* | Af : *TJ*

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
20121	2.8	2.6	2.6	2.3	2.4	2.5	2.9	3.0	2.6	2.7	3.1	3.1	13.5	32.6
20171	1.1	1.1	1.4	1.4	1.1	1.0	1.2	1.6	1.9	1.9	1.6	1.3	6.9	16.6
Målt tilløb	3.9	3.7	4.0	3.7	3.5	3.5	4.2	4.6	4.6	4.6	4.8	4.4	20.3	49.3
Umålt opland	11.4	11.6	14.7	15.3	13.4	12.7	15.9	20.0	24.3	22.6	16.2	13.5	86.3	191.5
Atm. deposition	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	9.0	21.6
Stofbalance	7.6	6.8	5.8						7.9	7.9	3.0	8.1	7.9	47.0
Samlet tilførsel	24.6	23.8	26.3	20.8	18.7	18.0	21.9	26.3	38.5	36.9	25.7	27.7	123.5	309.3
20142	72.8	67.9	62.7	29.0	12.9	9.7	6.6	5.4	10.4	14.4	38.7	63.4	44.9	393.8
Stofbalance				12.1	13.7	11.0	9.8	6.6					41.0	53.2
Samlet fraførsel	72.8	67.9	62.7	41.2	26.6	20.6	16.4	12.0	10.4	14.4	38.7	63.4	85.9	446.9
Magasinændring	-88.4	-17.7	-185.9	-1039.7	-841.9	-298.5	-273.9	262.8	1214.2	524.5	619.4	0.0	62.6	-125.1
Søbalance	48.2	44.1	36.4	20.4	7.9	2.6	-5.5	-14.4	-28.2	-22.5	12.9	35.7	-37.6	137.6
Søbalance -%	195.8	185.6	138.4	98.1	42.3	14.4	-25.3	-54.6	-73.1	-61.0	50.3	128.8	-96.3	639.7
Søbalance -g/m2	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.02	0.07
Sedimentbalance	-40.2	26.4	-149.6	-1019.3	-834.0	-295.9	-279.4	248.4	1186.0	502.0	632.4	35.7	25.0	12.5
Sedimentbalance -%	-163.2	111.0	-569.0	-4905.0	-4462.5	-1640.3	-1273.6	942.6	3078.5	1359.6	2458.1	128.8	-3355.4	-4935.1
Sedimentbalance -g/m2	-0.02	0.01	-0.07	-0.47	-0.39	-0.14	-0.13	0.11	0.55	0.23	0.29	0.02	0.00	-0.01

SØ-VAKS, Sø-modul | *DATAGRUNDLAG* | Side : *3*

Sø: *Fussing Sø* | Parameter: *1376 Total-P* | Udskrevet: *28/02/2002*

År: *2000* | Enhed.....: | Af : *TJ*

Søareal.....: 2.16 km2 Søvolumen....: 27300000 m3 Umålt opland: 5.70 km2 Atmosfærisk deposition: 0.10 kg/ha/år

Indløb: 20121 (0.8 km2) , 20171 (0.8 km2) ,
Udløb.: 20142 ,

Kilde		Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	(mm)	40.0	65.0	60.0	30.0	45.0	80.0	40.0	50.0	105.0	75.0	80.0	75.0
Fordampning	(mm)	5.0	10.0	25.0	45.0	90.0	85.0	75.0	70.0	40.0	15.0	5.0	2.0
Vandtilf. fra grundvand	(l/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	(µg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	(µg/l)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0

Dato	Vandst. (m)
01/01/2000	1.10
01/02/2000	1.06
01/03/2000	1.02
01/04/2000	0.98
01/05/2000	0.94
01/06/2000	0.90
01/07/2000	0.86
01/08/2000	0.82
01/09/2000	0.82
01/10/2000	0.94
01/11/2000	1.06
01/12/2000	1.10

Dato	Konc. (µg/l)
05/01/2000	143.00
03/02/2000	140.00
14/03/2000	140.00
11/04/2000	130.00
26/04/2000	99.00
10/05/2000	89.00
24/05/2000	50.00
08/06/2000	77.00
21/06/2000	55.00
04/07/2000	53.00
18/07/2000	53.00
03/08/2000	42.00
22/08/2000	53.00
31/08/2000	53.00
21/09/2000	94.00
27/09/2000	97.00
25/10/2000	110.00
22/11/2000	140.00
19/12/2000	140.00

Metode til beregning af vand - og stofbalance

Vandbalancen opstilles ud fra følgende størrelser :

		GRUNDDATA
N :	nedbør	(månedsværdier, mm)
E_a :	fordampning	(månedsværdier, mm)
Q_p :	direkte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Q_t :	sum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Q_a :	afløb	(månedsværdier, l/s)
Q_u :	umålt opland (beregnes udfra vægtning af tilløb)	(månedsværdier, l/s)
Q_s :	vandstandsvariationer (magasinering)	(diskrete værdier, m)
Q_g :	udveksling med grundvand	(månedsværdier, mm)
A	søareal	(konstant, m^2)

Ligning : $Q_g = - A (N-E_a) - Q_p - Q_t + Q_a - Q_u + Q_s$

hvor Q_u = sum af ($Q_i(v_i - 1)$), for i = 1 til antal tilløb (v_i er vægte < > 1,0)

Q_s = produktet af lineært interpoleret ændring i vandstand mellem månedsslut/-månedsstart og søareal.

Stofbalance opstilles ud fra :

P_a :	atmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
T_t :	sum af målte transporter i tilløb	(månedsværdier, kg)
T_a :	transport i afløb	(månedsværdier, kg)
T_p :	direkte stofudledning fra punktkilder	(månedsværdier, kg)
$T_ø$:	direkte udledning fra øvrige kilder	(månedsværdier, kg)
T_u :	stoftilførsel fra umålt opland (vægtede)	(månedsværdier, kg)
T_g :	stofudveksling med grundvand (+/-)	(månedsværdier, kg)
S :	ændret stofindhold i søen (søkonc., volumen)	(diskrete værdier, $\mu g/l\text{-}m^3$)
T_i :	intern belastning	(månedsværdier, kg)
C :	søkoncentration	(diskrete værdier, µg/l)
V :	søvolumen	(diskrete værdier, m^3)
g_+ :	koncentration af tilført grundvand	(konstant, µg/l)
g_- :	koncentration af udsivet grundvand	(konstant, µg/l)

Ligning : $T_i = - P_a A - T_t + T_a - T_p - T_ø - T_u - T_g + S$

hvor T_u = sum af ($T_t(v_i - 1)$), for i = 1 til antal tilløb (med vægte < > 1,0)

$T_g = g_+Q_g$ for $q_g > 0$ (måneder med tilstrømning) og
$T_g = g_-Q_g$ for $Q_g < 0$ (måneder med udsivning).

$S = C_{n+1}V_{n+1} - C_nV_n$ (interpolerede værdier ved månedsskifter)

(søvolumener er beregnet ud fra diskrete vandstande og søareal)

Sedimentdata Fussing Sø

1998	Tørstof %	Glødetab % af tørstof	Kvælstof mg/g TS	Fosfor mg/g TS	Calcium mg/g TS	Jern mg/g TS
0 - 5 cm	7,6	21,4	11,7	1,06	100	13
5 -10 cm	11,1	17,8	9,77	1,04	120	13
10 - 20 cm	13	18,1	9,691	0,85	98	15
20 - 40 cm	13,8	16,6	9	0,71	73	21
40 - 50 cm	18,7	12,5	7,32	0,64	71	24
1979 - 10 cm	9,6	19,9	11,4	0,90	99	18

Alger - metodik

Prøvetagning
De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget på en station, som er placeret på det dybeste sted i søen. Prøven er udtaget med vandhenter og af blandingsprøven fra 0,2 + 2 + 4 + 6 m er der udtaget 200 ml, som er fikseret i sur lugol opløsning.

Derudover er der udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med maskevidde på 20 µm, hvorefter den er fikseret i sur lugol opløsning.
I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning : Miljøprojekt nr. 187. Planteplanktonmetoder, 1991.

Bearbejdning af prøver
Den kvalitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Uthermöhls sedimentationsteknik (Uthermöhl, 1958). Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 10 ml.

For hver prøvetagningdag er der fra net - og vandprøverne udarbejdet en artsliste med samtlige fundne slægter og arter.

Der er tilstræbt at tælle mindst 100 individer/kolonier af de hyppigst forekommende arter i hver prøve. Et tæltal på ca. 100 medfører en usikkerhed på ca. 20 %.

Volumen af de kvantitativt dominerende arter er bestemt ved opmåling af de lineære dimensioner af 10 - 15 celler og en efterfølgende tilnærmelse af cellens form til simple geometriske figurer (Edler, 1979).

For kiselalger er der for data fra 1989 ved omregning fra vådvægt til kulstof, altid kalkuleret med en vakuolestørrelse i cellen på 75 %. Med data for 1990 og 1991 er der ved denne omregning kalkuleret med en plasmatykkelse i cellen på 1 µm. Efterfølgende omregning til kulstof er foretaget ved hjælp af formlen :

$$PV = CV - (0{,}9*VV)$$

hvor PV er det modificerede plasmavolumen, CV det totale cellevolumen og VV vakuolens volumen.

I følge overnævnte retningslinier er det endvidere antaget, at kulstof udgør følgende procentdele af organismernes plasmavolumen : Thekate furealger 13 %, øvrige algegrupper 11 %.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater tilhørende slægten Cryptomonas, flagellater der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfikserede prøver, celler der var for fåtallige til at blive optalt særskilt samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper. Volumenet af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabaseprogrammet ALGESYS.

Taxonomisk gruppe	14/mar	11/apr	10/maj	24/maj	08/jun	21/jun	17/aug	21/sep	22/nov
Blågrønalger		0,0290		0,4396	2,0200	2,1613	0,8720		
Rekylalger	0,1320	0,5740	0,8910	0,0610	0,5790	0,0750	0,0640		0,0070
Furealger			0,1490	0,0240	0,2060	0,0870	3,2530	0,6570	
Kiselalger	0,4430	0,6190		0,1100			0,0280	1,5150	0,2940
Prymnesiophyceae			0,2600				0,2990		
Grønalger	0,0420	0,3750	0,0700	0,0220	0,0860	0,0430	0,0620		0,0500
Ubestemte eller fåtallige celler			0,3410	0,0340			0,0200		
Zoomastigophora	0,0680	0,1380			0,0700		0,1220		
TOTAL 2000	0,6850	1,7350	1,7120	0,6906	2,9620	2,3663	4,7210	2,1730	0,3510

Rådata fytoplankton Fussing Sø 2000 (mg vådvægt pr liter)

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 1 Vandstand (m): 0,00	Prøvetager : tj
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 7/08/2000
Prøvenr : 1		Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,00 - 3,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,50 - 3,50	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	0,00 - 3,50	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,00 - 2,00	-
NYMP ALB	Nymphaea alba	Hvid åkande (nøkkerose)	0,50 - 1,00	-
POLY AMP	Polygonum amphibium	Vand-pileurt	0,00 - 0,50	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2,00 - 4,00	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,50 - 3,50	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	1,50 - 2,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 2 Vandstand (m): 0,00	Prøvetager : tj
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 7/08/2000
Prøvenr : 2		Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 3,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,50 - 3,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,00 - 1,50	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,00 - 4,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,00 - 3,00	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	2,50 - 5,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 3 Vandstand (m): 0,00	Prøvetager : tj
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 7/08/2000
Prøvenr : 3		Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 3,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	1,00 - 3,50	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	0,50 - 3,00	-
ENTEROMZ	Enteromorpha sp.	Rørhinde	2,00 - 2,50	-
NYMF ALB	Nymphaea alba	Hvid åkande (nøkkerose)	0,50 - 1,50	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,00 - 3,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,00 - 3,50	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 4 Vandstand (m): 0,00	Prøvetager : tj
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 18/08/2000
Prøvenr : 4		Side : 1

REGISTRERERE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,00 - 3,50	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,50 - 3,50	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,50 - 2,00	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	0,50 - 5,00	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,00 - 3,50	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,50 - 1,00	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 1,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 5	Vandstand (m): 1,00
DMU-station: 20905 Fussing Sø		
Prøvenr : 5		

Prøvetager : Torben B. Jørge	
Dato : 18/08/2000	
Side : 1	

REGISTRERETE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,00 - 3,50	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,80 - 5,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	2,00 - 2,50	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	1,00 - 3,00	-
NYMP ALB	Nymphaea alba	Hvid åkande (nøkkerose)	0,00 - 0,50	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2,50 - 4,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 4,00	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	2,00 - 3,50	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 7,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 6 Vandstand (m): 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørge
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 18/08/2000
Prøvenr : 6		Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 3,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,00 - 4,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	2,50 - 3,50	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 3,50	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2,50 - 5,00	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,50 - 3,50	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,50 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 4,00	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	0,00 - 3,00	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 7,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 7 Vandstand (m): 1,00	Prøvetager : Torben B. Jørge
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 5/09/2000
Prøvenr : 7		Side : 1

REGISTRERede ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 2,50	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,00 - 6,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	0,00 - 3,50	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 1,00	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	3,00 - 4,00	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	1,50 - 4,00	-
POTA LUC	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks	0,00 - 0,50	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,50 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,50 - 4,00	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	1,50 - 3,50	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 5,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 8 Vandstand (m): 1,00	Prøvetager : Torben B. Jørge
DMU-station: 20905 Fussing Sø		Dato : 22/08/2000
Prøvenr : 8		Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 6,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,00 - 4,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	0,50 - 3,50	-
ENTEROMZ	Enteromorpha sp.	Rørhinde	0,50 - 1,00	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	1,50 - 2,00	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	0,50 - 3,50	-
POTA FRI	Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks	0,00 - 5,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 1,00	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	1,00 - 2,00	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 1,00	-
NUPH LUT	Nuphar lutea	Gul åkande	0,00 - 0,50	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 9	Vandstand (m): 1,00	Prøvetager : Torben B. Jørge
DMU-station: 20905 Fussing Sø			Dato : 22/08/2000
Prøvenr : 9			Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 3,50	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	0,00 - 4,00	-
ENTEROMZ	Enteromorpha sp.	Rørhinde	0,50 - 2,00	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 3,00	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	1,50 - 5,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 4,00	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	3,00 - 3,50	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	1,50 - 2,00	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 6,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 10	Vandstand (m): 1,00	Prøvetager : Torben B. Jørge
DMU-station: 20905 Fussing Sø			Dato : 29/08/2000
Prøvenr : 10			Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
ALIS GRA	Alisma gramineum	Kortskaftet skeblad	0,50 - 3,00	-
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 2,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	1,50 - 6,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	2,00 - 3,00	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	1,00 - 3,50	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2,50 - 4,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,50 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 4,00	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	1,50 - 3,00	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 5,00	-

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000	Delområde : 11	Vandstand (m): 1,00
DMU-station: 20905 Fussing Sø		
Prøvenr : 11		

Prøvetager :	Torben B. Jørge
Dato :	29/08/2000
Side :	1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE

RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	HYPPIGHED fra - til
ALIS GRA	Alisma gramineum	Kortskaftet skeblad	0,50 - 1,00	-
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 3,00	-
CHARA Z	Chara sp.	Kransnål	1,00 - 4,00	-
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,00 - 3,00	-
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 2,50	-
POTA BER	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2,00 - 4,00	-
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 3,50	-
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	3,00 - 3,50	-
ZA PA.RE	Zannichellia repens	Krybende vandkrans	0,50 - 2,50	-
TR.ALGER		Trådalger	0,00 - 0,50	-

SAMLESKEMA FOR PLANTEDÆKKET AREAL

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000
DMU-station : 20905 Fussing Sø
Periode : 7/08/00 - 5/09/00

	Normaliseret vanddybde-interval (m)														
	0,00 - 0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 1,50	1,50 - 2,00	2,00 - 2,50	2,50 - 3,00	3,00 - 3,50	3,50 - 4,00	4,00 - 5,00	5,00 - 6,00	6,00 - 7,00	7,00 - 8,00	8,00 - 9,00	9,00 - 10,00	-
Delområdenr.	Plantedækket areal fra delområder (1000m²)														
1	0,974	8,163	9,315	15,095	14,151	5,883	5,710	2,249							
10	3,967	2,133	1,909	2,005	1,539	1,453	2,397	1,642	0,181	0,041					
11	0,522	1,674	2,876	3,139	2,112	1,776	0,388	0,057							
2		0,040	0,258	1,836	2,978	2,847	2,013	0,698	0,070	0,070					
3		0,773	0,716	2,632	4,495	4,682	0,029								
4	4,813	5,415	7,176	6,368	8,959	8,959	1,817	0,063							
5	4,774	6,764	5,095	5,708	6,881	5,226	2,630	0,878	2,611	0,055	0,036				
6	1,822	1,619	2,447	3,067	3,544	3,360	1,565	0,382	0,411	0,030	0,017				
7	1,074	3,766	1,283	1,061	1,959	1,357	0,572	0,367	0,087	0,013					
8	1,271	2,910	2,691	2,744	1,829	1,770	1,078	0,643	0,035	0,091					
9	2,113	2,054	2,971	2,648	1,948	3,286	1,291	0,398	0,144						
Sum	21,330	35,311	36,737	46,303	50,395	40,599	19,490	7,377	3,539	0,300	0,053				
Bundareal(1000m²)	84,746	84,747	74,742	74,742	76,466	76,466	75,772	75,772	71,285	42,383	31,601	29,860	28,967	34,710	
Dækningsgrad (%)	25,169	41,666	49,152	61,950	65,905	53,094	25,722	9,736	4,965	0,708	0,168				

SAMLESKEMA FOR PLANTEFYLDT VOLUMEN

Projekt : 2090500 Fussing Sø 2000
DMU-station : 20905 Fussing Sø
Periode : 7/08/00 - 5/09/00

	Normaliseret vanddybde-interval (m)														
	0,00 - 0,50	0,50 - 1,00	1,00 - 1,50	1,50 - 2,00	2,00 - 2,50	2,50 - 3,00	3,00 - 3,50	3,50 - 4,00	4,00 - 5,00	5,00 - 6,00	6,00 - 7,00	7,00 - 8,00	8,00 - 9,00	9,00 - 10,00	-
Delområdenr.	Plantefyldt volumen fra delområder (1000m3)														
1	0,730	6,122	9,315	7,548	14,151	2,942	2,855	1,125							
10	1,190	1,600	1,909	3,007	2,308	1,453	1,198	0,821	0,054	0,008					
11	0,157	1,256	2,876	4,708	3,696	2,664	0,388	0,043							
2		0,020	0,258	1,836	1,489	1,423	0,503	0,140	0,007	0,007					
3		0,580	0,716	2,632	4,495	4,682	0,015								
4	1,444	2,708	7,176	6,368	8,959	6,719	0,908	0,032							
5	1,432	3,382	5,095	8,562	6,881	2,613	0,526	0,176	0,392	0,006	0,004				
6	0,547	0,809	2,447	3,067	3,544	1,680	0,313	0,076	0,082	0,006	0,002				
7	0,430	2,636	1,283	1,061	1,959	1,018	0,286	0,073	0,017	0,001					
8	0,381	1,455	2,691	4,116	2,744	1,770	1,078	0,322	0,011	0,018					
9	0,634	1,540	2,971	3,972	2,922	1,643	0,645	0,119	0,072						
Sum	6,945	22,108	36,737	46,877	53,148	28,607	8,715	2,927	0,635	0,046	0,006				
Vandvol. (1000m3)	21,187	63,560	93,428	130,799	172,049	210,282	246,259	284,145	320,783	233,107	205,407	223,950	246,220	329,745	
Rel. plantefyldt Volumen (%)	32,780	34,783	39,321	35,839	30,891	13,604	3,539	1,030	0,198	0,020	0,003				

ISBN NR. 87-7906-209-1

Århus Amts Trykkeri · DS/EN ISO 14001 miljøcertificeret og EMAS-registreret · 157-02-006