

NIVA



RAPPORT LNR 4474-02

**Enkel overvåking av
Bergesvatnet, Bømlo
kommune, 2001**

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Enkel overvåking av Bergesvatnet, Bømlo kommune, 2001	Løpenr. (for bestilling) 4474	Dato 25.01.02
	Prosjektnr. Undernr. 21164	Sider Pris 11
Forfatter(e) Anne Lyche Solheim	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bømlo kommune	Oppdragsreferanse
-----------------------------------	-------------------

Sammendrag

Vannkvaliteten i Bergesvatnet på Bømlo var ennå dårligere i 2001 enn den har vært de siste 10 år, med totalfosfor på 17µg/l, total nitrogen på 892 µg/l, klorofyll a konsentrasjon på ca. 7 µg/l og siktedyp på ca. 3 m. Dette tilsvarer klasse III, mindre god, i SFTs klassifikasjonssystem for vannkvalitet i ferskvann. Innsjøen var totalt dominert av blågrønnalger i perioden juni - september, men algetoksiner ble ikke påvist. Så lenge denne typen alger dominerer i innsjøen, vil likevel faren for toksinproduksjon alltid være tilstede.

For å få en forbedring av vannkvaliteten i Bergesvatnet er det nødvendig å redusere næringssalttilførslene. Tilførselskildene bør kvantifiseres og en tiltaksplan utarbeides. For å få et sikrere datagrunnlag for en slik tiltaksplan bør innsjøen overvåkes med høyere frekvens (hver 14. dag fra mai-oktober) og flere parametre enn det som har vært gjort hittil.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Eutrofiering Ferskvann Overvåking Giftige blågrønnalger 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Eutrophication Freshwater Monitoring Toxic bluegreen algae
---	--

Anne Lyche Solheim

Prosjektleder

Dag Berge

Kvalitetssikrer

Nils Roar Sælthun

Forskningsjef

ISBN 82-577-4121-3

Enkel overvåking av Bergesvatnet 2001

Forord

Bergesvatnet i Bømlo kommune har i de senere år hatt en negativ utvikling av vannkvaliteten med oppblomstring av potensielt giftige blågrønnalger og konflikter mellom brukerinteressene. Bømlo kommune engasjerte derfor NIVA til å foreta en enkel overvåking av vannkvaliteten i Bergesvatnet sommeren 2001.

Saksbehandler hos NIVA har vært forskningsleder Anne Lyche Solheim. Forskningsassistent Arild Sundfjord fra NIVAs Vestlandsavdeling har bidratt med opplæring av personale fra kommunen i prøvetaking og hurtigtesting av algetoksiner. Alle biologiske og kjemiske analyser har vært utført ved NIVAs hovedkontor i Oslo, mens kvantitative analyser av algetoksiner har vært gjort av Folkehelsa. Forsker Pål Brettum har analysert artssammensetning og biomasse av algeprøvene.

Kontaktperson i Bømlo kommune har vært Njål Gunnar Slettebø. Berit Hallaråker ved Landbrukskontoret i kommunen har tatt vannprøver og målt algetoksiner ved hurtigtesting.

Alle samarbeidspartnere og oppdragsgiver takkes for et godt samarbeid.

Oslo, 25.01.2002

Anne Lyche Solheim

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1.	Innledning 7
2.	Materiale og metoder 7
3.	Resultater og diskusjon 7
4.	Referanser 9
Vedlegg A. Artssammensetning og biomasse av planktonalger i Bergesvatnet sommeren 2001.	10

Sammendrag

Bergesvatnet på Bømlo har i de senere år vært preget av eutrofiering med oppblomstring av potensielt giftige blågrønnalger. Innsjøen har siden 1984 blitt brukt til smoltoppdrett, noe som antas å være den primære årsaken til eutrofieringsproblemene. Den uheldige utviklingen av vannkvaliteten har rammet de andre brukerinteressene i området (rekreasjon og husdyrhold), og har skapt store konflikter mellom oppdrettsanlegget og lokalbefolkningen i området. Sommeren 2000 ble det påvist giftproduserende alger i innsjøen (Skulberg upubl.), noe som skapte en ytterligere tilspissing av brukerkonfliktene. Bømlo kommune ønsket derfor å engasjere NIVA til å gjøre en enkel overvåking av innsjøen i 2001, for å få en uavhengig vurdering av tilstanden i Bergesvatnet. Målet med overvåkingen var å gi en tilstandsvurdering av vannkvaliteten i innsjøen basert på de viktigste vannkjemiske og biologiske parametrene, i henhold til SFTs vannkvalitetskriterier.

Månedlige vannprøver ble samlet inn fra blandprøver tatt med slangehenter fra det sirkulerende overflatesjiktet i innsjøen i perioden juni-oktober 2001, og analysert for total fosfor, total nitrogen og klorofyll a. Det ble også målt siktedyp og samlet inn algeprøve for analyse av algebiomasse, artssammensetning og algetoksiner.

Vannkvaliteten i Bergesvatnet sommeren 2001 var gjennomsnittlig mindre god (klasse III) i hht. SFTs klassifikasjonssystem for vannkvalitet. I august var vannkvaliteten dårlig (klasse IV), vurdert både ut fra fosfor, nitrogen og klorofyll a. Innsjøen var sterkt dominert av potensielt giftige blågrønnalger i hele perioden juni-september, men algetoksiner ble ikke påvist i de månedlige prøvene. Så lenge denne typen alger dominerer i innsjøen, vil likevel faren for toksinproduksjon alltid være tilstede.

Sammenlignet med vannkvaliteten de siste 10 årene, som angitt i Johnsen og Brekke 2001, ligger verdiene for år 2001 høyere for både fosfor og klorofyll a, nitrogen er betydelig høyere og siktedypet er betydelig dårligere: ca. 3 m i 2001 mot > 5 m alle år i perioden 1993-2000. Dette tyder på en ytterligere forverring av vannkvaliteten i 2001. Hvorvidt dette skyldes klimatiske forhold, økte eksterne tilførsler eller intern tilførsel av fosfor er foreløpig uklart.

For å få en forbedring av vannkvaliteten i Bergesvatnet er det nødvendig å redusere tilførslene av næringssalter til innsjøen. Dette bør gjøres ved først å kvantifisere de ulike kildene til næringssalter i innsjøen (eksterne og interne), som så kan være grunnlag for å utarbeide en tiltaksplan for reduksjon i næringssalttilførslene. For å få et sikrere datagrunnlag for en slik tiltaksplan, såvel som for vurdering av effekten av eventuelle tiltak, bør innsjøen overvåkes med høyere frekvens (hver 14. dag fra mai-oktober) og flere parametre i 2002, og i årene framover enn det som har vært gjort hittil. Dette bør også gjøres for å kunne vurdere helserisikoen ved bruk av innsjøen til rekreasjon og drikkevann for husdyr.

Summary

Title: Simplified monitoring of lake Bergesvatnet in 2001

Year: 2002

Author: Anne Lyche Solheim

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4121-3

Lake Bergesvatnet in Bømlo municipality has in recent years been eutrophied and dominated by heavy blooms of potentially toxic bluegreen algae. The lake has since 1984 been used for fish farming, which is assumed to be the primary cause of the eutrophication problems. The negative water quality development has threatened the other user interests in the area (recreational activities and live-stock farming), and has created large conflicts between the fish farm and the local population. In the summer of 2000 toxinproducing species of bluegreen algae was found in the lake (Skulberg unpubl.), an observation which led to a further aggravation of the existing user conflicts. The local authorities in Bømlo municipality therefore engaged NIVA to perform a simplified monitoring of the lake in 2001, to get an independent evaluation of the ecological status and water quality in lake Bergesvatnet. The objective has been to give an evaluation of the water quality status in the lake based upon the most important chemical and biological parameters, according to the guidelines provided by the Norwegian Pollution Control Authority.

Monthly water samples were collected from the epilimnion of the lake from June to October 2001, and analyzed for content of total phosphorus, total nitrogen and chlorophyll a. Secchi depth was also measured and phytoplankton samples were taken for determination of algal biomass, species composition and content of algal toxins.

The water quality in lake Bergesvatnet during summer 2001 was classified as "less good" (class III) according to the national system for water quality classification. In August the water quality was poor (class IV), judged both from phosphorus, nitrogen and chlorophyll a. The lake was heavily dominated by potentially toxic bluegreens during the whole period from June to September, although algal toxins were not recorded in the monthly samples. As long as this type of algae dominates in the lake, the danger for toxin-production will always be present.

The monitoring results from 2001 indicate a deterioration of the water quality as compared to the water quality the last ten years, presented by Johnsen and Brekke (2001). This applies for all parameters: total phosphorus, chlorophyll a, total nitrogen and secchi depth.

In order to improve the water quality in lake Bergesvatnet the nutrient loading of the lake must be reduced. This should be done by quantifying the different sources of nutrient loading to the lake (external as well as internal), as a basis for establishing an abatement plan for reduction of the nutrient loading. The lake should be monitored in 2002 and the following years with higher sampling frequency including more parameters than done previously, in order to get necessary baseline-data to enable the construction of a solid abatement plan, as well as to evaluate the effect of relevant abatement measures. This should also be done in order to evaluate the health risk of using the lake for recreation purposes, as well as for drinking water for live-stock.

1. Innledning

Bergesvatnet på Bømlø har i de senere år vært preget av eutrofiering med oppblomstring av potensielt giftige blågrønnalger. Innsjøen har siden 1984 blitt brukt til smoltoppdrett, noe som antas å være den primære årsaken til eutrofieringsproblemene. Den uheldige utviklingen av vannkvaliteten har rammet de andre brukerinteressene i området (rekreasjon og husdyrhold), og har skapt store konflikter mellom oppdrettsanlegget og lokalbefolkningen i området.

Vannkvaliteten har gjennom hele 1990-tallet blitt overvåket av Rådgivende Biologer på oppdrag fra oppdrettsanlegget (Skippersmolt settefisk AS), se bl.a. Johnsen og Brekke 2001. Sommeren 2000 ble det påvist giftproduserende alger i innsjøen (Skulberg upubl.), noe som skapte en ytterligere tilspissing av brukerkonfliktene. Bømlø kommune ønsket derfor å engasjere NIVA til å gjøre en enkel overvåking av innsjøen i 2001, for å få en uavhengig vurdering av tilstanden i Bergesvatnet. Målet med overvåkingen var å gi en tilstandsvurdering av vannkvaliteten i innsjøen basert på de viktigste vannkjemiske og biologiske parametrene, i henhold til SFTs vannkvalitetskriterier (SFT-veiledning 97:04).

2. Materiale og metoder

Månedlige vannprøver ble samlet inn fra blandprøver tatt med slangehenter fra det sirkulerende overflatesjiktet i innsjøen i perioden juni-oktober 2001, og analysert for total fosfor, total nitrogen og klorofyll a. Det ble også målt siktedyp og samlet inn algeprøve for analyse av algebiomasse, artssammensetning og algetoksiner. Prøvetakingen ble gjort av kommunen etter opplæring fra NIVA, og alle prøver ble sendt NIVA senest dagen etter prøvetaking for analyse av kjemiske og biologiske parametre.

Algetoksiner ble analysert først semikvantitativt ved hjelp av et hurtigtest kit, basert på molekylærbiologisk metodikk (ELISA-teknologi), der kommunen selv sto for analysen etter opplæring fra NIVA. Dersom denne hurtigtesten indikerte tilstedeværelse av algetoksinet mikrocystin, ble det også sendt prøver til Folkehelse, for kvantitativ bestemmelse av mikrocystin. Dette algetoksinet er det vanligst forekommende algetoksinet ved oppblomstring av blågrønnalgeslekten *Planktothrix*, som var den dominerende algeslekten i innsjøen i år 2000 (Johnsen og Brekke 2001).

Algebiomasse og artssammensetning ble målt ved standard Utermøhl-teknikk, basert på sedimentering av prøven og telling i omvendt mikroskop. Algetelling og alle kjemiske analyser ble gjort på NIVAs laboratorium.

3. Resultater og diskusjon

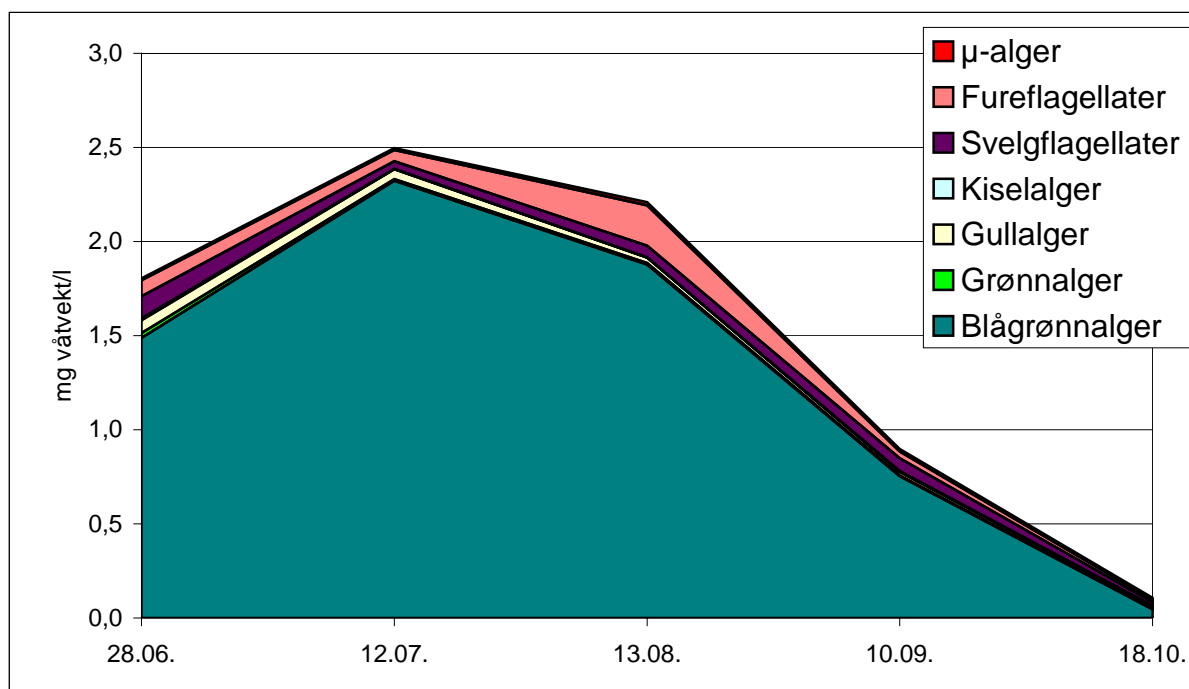
Tabell 1 viser at vannkvaliteten i Bergesvatnet sommeren 2001 var gjennomsnittlig mindre god (klasse III) i hht. SFTs klassifikasjonssystem for vannkvalitet (Andersen og medarb. 1997). I august var vannkvaliteten dårlig (klasse IV), vurdert både ut fra fosfor, nitrogen og klorofyll a. Innsjøen var sterkt dominert av blågrønnalger i hele perioden juni-september, der *Planktothrix mougeotii* var den mest dominante arten (**Figur 1**). Denne algegruppen utgjorde 80-90% av total algebiomasse i perioden juni-september. I juli og august indikerte hurtigtesten for mikrocystin av det kunne være ca. 0,5 µg/l algetoksin i vannprøvene, men ved kvantitativ analyse ble mikrocystin ikke påvist. Det ble altså ikke funnet algetoksin i vannprøvene fra Bergesvatnet i 2001.

Tabell 1. Vannkvalitetsmålinger i Bergesvatnet, Bømlø kommune, juni-oktober 2001. Fargene viser SFTs tilstandsklasser der grønn = klasse II "god", gul = klasse III "mindre god", oransje = klasse IV "dårlig" og rød = klasse V "meget dårlig".

Parameter	Dato benevning	28.06.	12.07.	13.08.	10.09.	18.10.	middelverdi
Dyp	m	0-6	0-6	0-6	0-6	0-6	
Farge	(visuelt)	gul	grønnlig gul	grønnlig gul	brunlig gul	brun	
Siktedyp	m	2,7	3,0	2,8	4,3	2,7	3,1
Tot-P	µg/l	16	17	22	18	11	17
Tot-N	µg/l	310	890	1010	1780	470	892
Klf a	µg/l	5,2	7,1	8,0	11,0	2,9	6,8
N:P-forhold		19	52	46	99	43	52
Algebiomasse	mg/l	1,8	2,5	2,2	0,9	0,1	1,5
% blågrønnalger		82 %	93 %	85 %	84 %	43 %	77 %
Microcystin ¹	µg/l	<0,5	0,5	0,5	<0,5	<0,5	
Microcystin ²	µg/l	-	ikke påvist	ikke påvist	-	-	ikke påvist

1: Semikvantitativ hurtigtest Enviroligix ELISA-kit

2: Kvantitativ analyse m. HPLC (Folkehelse)



Figur 1. Biomasse og fordeling av algeklasser i Bergesvatnet sommeren 2001 (rådata i vedlegg A).

Det høye N:P-forholdet i innsjøen kan delvis skyldes utlekking av langtransportert nitrogen fra nedbørfeltet, da denne delen av Norge har høy N-deposisjon og liten kapasitet for retensjon (SFT-rapport 800/2000). Nitrogenkonsentrasjonen i 2001 var imidlertid 892 µg/l, noe som er en dobling av det som er målt de siste 10 årene (300-500 µg/l i perioden 1990 - 2000, Johnsen og Brekke 2001).

Dette tyder på at det må være andre kilder til de høye nitrogenkonsentrasjonene, f.eks. lokalt landbruk og/eller andre utslipp fra menneskelig aktivitet.

Manglende påvisning av algetoksiner i Bergesvatnet i 2001 kan ikke tolkes som noe "faren over"-signal, da den sterke dominansen og relativt høye biomassen av potensielt toksinproduserende blågrønnalger gjør at faren for toksinproduksjon er tilstede. Den månedlige prøvetakingen kan også ha vært for sjelden til å kunne konkludere med sikkerhet at det ikke fantes algetoksiner i Bergesvatnet på noe tidspunkt i 2001. Slike blågrønnalger som dem man finner i Bergesvatnet kan skru av og på toksinproduksjonen avhengig av forandringer i miljøet, og det finnes ikke nok kunnskap pr. idag til å si med sikkerhet hvilke miljøforhold som øker sjansen for toksinproduksjon i en innsjø som er dominert av blågrønnalger. Det man kan si med sikkerhet er at høye konsentrasjoner av næringssalter er positivt korrelert med oppblomstring og dominans av blågrønnalger, som potensielt kan være giftige. Oppblomstring av slike alger vil derfor alltid være en trussel mot brukerinteressene i innsjøen. Dette gjelder også oppdrettsanlegget, da fisk også er sensitiv til disse algetoksinene (se bl.a. Kotak et al. 1994). Skal man redusere faren for giftige alger må man altså redusere tilførselene av næringssalter, særlig fosfor.

Sammenlignet med vannkvaliteten de siste 10 årene, som angitt i Johnsen og Brekke 2001, ligger verdiene for år 2001 høyere for både fosfor og klorofyll a, nitrogen er betydelig høyere og siktedypet er betydelig dårligere: ca. 3 m i 2001 mot > 5 m alle år i perioden 1993-2000. Dette tyder på en ytterligere forverring av vannkvaliteten i 2001. De innsamlede data gir ikke grunnlag til å fastslå årsaken til denne forverringen, annet enn at næringstilførselene til innsjøen er for høye.

For å få en forbedring av vannkvaliteten i Bergesvatnet er det nødvendig å redusere tilførselene av næringssalter til innsjøen. Dette bør gjøres ved å først kvantifisere de ulike kildene til næringssalter i innsjøen (eksterne og interne), for så å utarbeide en tiltaksplan. For å få et sikrere datagrunnlag for en slik tiltaksplan, såvel som for vurdering av effekten av eventuelle tiltak, bør innsjøen overvåkes med høyere prøvetakingsfrekvens (hver 14. dag fra mai-oktober) og flere parametre i 2002 og i årene framover enn det som har vært gjort hittil. Dette bør også gjøres for å kunne vurdere helserisikoen ved bruk av innsjøen til rekreasjon og drikkevann for husdyr.

4. Referanser

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., Aanes, K.J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04: 31 s.

Johnsen, G. og Brekke, E. 2001. Driftsrapport for Skippersmolt settefisk AS og tilstandsrapport for Bergesvatnet på Bømlø for 2000. Rådgivende Biologer AS rapport 480: 28 s.

Kotak et al. 1994. Cyanobacterial liver toxins in the aquatic environment : implications for fish health. Lake Reservoir Management: 9,2.

SFT-rapport 800/2000. Overvåking av langtransporterte forurensninger 1999. Sammendragsrapport. Statlig program for forurensningsovervåking. TA-1729/2000: 64 s.

Vedlegg A. Artssammensetning og biomasse av planktonalger i Bergesvatnet sommeren 2001.

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2001	2001	2001	2001	2001
	Måned	6	7	8	9	10
	Dag	28	12	13	10	18
Cyanophyceae (Blågrønner)						
Anabaena flos-aquae		345,2	631,0	705,1	41,9	3,5
Planktothrix mougeotii		1143,3	1693,0	1172,6	710,9	42,4
Snowella lacustris		.	.	0,3	.	.
Sum - Blågrønner		1488,5	2324,0	1878,0	752,8	45,9
%blågrønner		82 %	93 %	85 %	84 %	43 %
Chlorophyceae (Grønner)						
Chlamydomonas sp. (l=12)		.	.	1,6	0,2	.
Chlamydomonas sp. (l=8)		.	.	0,3	0,5	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	0,5	.	0,6	.
Eudorina elegans		1,7	.	1,2	0,6	.
Gyromitus cordiformis		.	1,2	.	.	.
Monoraphidium dybowskii		.	.	.	0,5	0,6
Oocystis parva		.	1,3	.	.	.
Pandorina morum		0,6	.	.	.	.
Paulschulzia pseudovolvox		6,2	0,6	0,5	.	.
Scenedesmus ecomis		0,1
Staurastrum gracile		3,2	1,6	.	.	1,6
Staurastrum luetkermuelleri		7,0	2,1	4,2	2,1	1,4
Staurastrum lunatum		6,4	.	.	.	.
Sum - Grønner		25,1	7,3	7,7	4,5	3,7
Chrysophyceae (Gullalger)						
Chrysochromulina parva		4,8	5,7	13,5	.	0,1
Craspedomonader		0,9	0,4	1,5	0,8	0,8
Dinobryon divergens		0,7
Epipyxis polymorpha		.	.	.	1,4	.
Kephyrion sp.		0,1
Mallomonas caudata		0,6
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1,4	0,9	0,8	5,9	4,1
Små chrysomonader (<7)		6,2	3,3	11,4	8,1	6,1
Store chrysomonader (>7)		1,7	0,9	1,7	1,7	1,3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0,2
Ubest.chrysophyce		.	.	0,1	.	0,1
Uroglena cf.americana		52,6	42,7	.	1,0	.
Sum - Gullalger		67,7	53,9	28,9	19,0	14,0
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Asterionella formosa		1,3	0,6	.	0,7	0,3
Rhizosolenia longiseta		.	.	.	0,4	.
Tabellaria fenestrata		9,3	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa		.	0,8	.	3,2	0,4

Sum - Kiselalger	10,6	1,4	0,0	4,3	0,7
Cryptophyceae (Svelgflagellater)					
Cryptomonas cf.erosa	54,1	19,1	31,8	49,6	9,6
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	11,2	3,6	4,4	4,0	.
Cryptomonas marssonii	4,2	.	1,1	.	.
Cryptomonas spp. (I=24-30)	9,5	1,5	2,5	8,0	6,0
Cyathomonas truncata	.	0,4	0,4	.	.
Katablepharis ovalis	3,3	4,0	6,2	3,3	1,0
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	35,6	11,1	16,6	2,3	3,0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	.	.	0,3
Sum - Svelgflagellater	118,0	39,6	62,9	67,2	19,9
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Ceratium hirundinella	84,0	60,0	198,0	24,0	.
Gymnodinium cf.lacustre	.	1,1	.	.	0,4
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	6,6	3,3	.
Gymnodinium fuscum	.	.	9,0	9,0	.
Gymnodinium helveticum	.	.	.	.	12,0
Peridinium sp. (I=15-17)	.	.	0,7	.	.
Sum - Fureflagellater	84,0	61,1	214,3	36,3	12,4
Euglenophyceae (Øyealger)					
Trachelomonas volvocina	.	.	.	.	0,4
Sum - Øyealger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
My-alger					
My-alger	10,6	9,0	17,7	14,4	10,9
Sum - My-alge	10,6	9,0	17,7	14,4	10,9
Sum totalt :	1804,6	2496,2	2209,5	898,5	107,9