



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN.

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Nr 5.  
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

---

---

# CELLULOSAFABRIKERNA OCH FISKET

EXPERIMENTELLA UNDERSÖKNINGAR

AV

*STEN VALLIN.*

---

Med 5 figurer och 8 tabeller

Deutsches Résumé

STOCKHOLM  
TRYCKERIAKTIEBOLAGET TIDEN  
1935



## FÖRTECKNING ÖVER KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSENS FISKERIPUBLIKATIONER.

(Meddelanden från Kungl. Lantbruksstyrelsen.)

1891. *Alexander Krüger*. Berättelse till Kgl. Lantbruksstyrelsen för åren 1889—1890 från fiskeriagenturen i Berlin. Nr 4.
- \*) 1893. *Filip Trybom*. Ringsjön i Malmöhus län dess naturförhållanden och fiske. Nr 13.
1895. *Filip Trybom*. Lyngern jämte Sundsjön, Stensjön och St. Svansjön i Älvsborgs och Hallands län. Nr 20. Pris kr. 0: 30.
1895. *Filip Trybom*. Sjöarna Noen och Valen i Jönköpings län. Nr 26.
- \*) 1896. *Filip Trybom*. Sjön Bunn i Jönköpings län. Nr 31.
1897. *Filip Trybom*. Berättelse om en för fiskeristudier till Tyskland och Österrike sommaren 1896 företagen resa. Nr 40. Pris kr. 0: 30.
- \*) 1898. *Einar Lönnberg*. Undersökningar rörande Öresunds djurliv. Nr 43. Pris kr. 0: 50.
1899. *Einar Lönnberg*. Fortsatta undersökningar rörande Öresunds djurliv. Nr 49. Pris kr. 0: 25.
- \*) 1899. *Filip Trybom*. Sjön Nömmen i Jönköpings län. Nr 50. Pris kr. 0: 50.
- \*) 1899. *Rudolf Lundberg*. Om svenska insjöfiskarnas utbredning Nr 58. Pris kr. 1: —.
1900. *Einar Lönnberg*. Om de kaspiska fiskerierna. Nr 61. Pris kr. 0: 50.
1901. *Filip Trybom*. Bexhedasjön, Norrasjön och Näsbysjön i Jönköpings län. Nr 76. Pris kr. 0: 50.
1902. *Einar Lönnberg*. Undersökningar rörande Skeldervikens och angränsande Kattgatt-områdes djurliv. Nr 80. Pris kr. 0: 50.
1904. *Alf Wollebæk*. Om Mörrums- och Ätraåarnas laxfiske. Nr 94. Pris kr. 0: 20.
1905. *Thorsten Ekman*. Undersökningar över flodpärlmusslans förekomst och levnadsförhållanden i Ljusnan och dess tillflöden inom Härjedalen. Nr 110. Pris kr. 0: 20.
1906. *Carl Schmidt*. Studier över fiskvägar m. m. Reseberättelse. Nr 119. Pris kr. 0: 75.
1907. *O. Nordqvist*. Undersökning av kräftor från sjön Rottnen. Nr 128. Pris kr. 0: 25.
1908. *Thorsten Ekman*. Vassbuksfisket i Finland och Estland. Reseberättelse. Nr 136. Pris kr. 0: 25.
1910. *Carl Schmidt*. Studier över fiskvägar, fiskodlingsanstalter m. m. Reseberättelse. Nr 150. Pris kr. 0: 50.
1910. *Filip Trybom*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. I. Viskan. Nr 156. Pris kr. 1: —.
1910. *Thorsten Ekman* och *Carl Schmidt*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. II. Motala Ström. Nr 157. Pris kr. 0: 30.

\*) Upplagan slut.

KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN.

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Nr 5.  
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

---

---

# CELLULOSAFABRIKERNA OCH FISKET

EXPERIMENTELLA UNDERSÖKNINGAR

AV

*STEN VALLIN.*

---

Med 5 figurer och 8 tabeller

Deutsches Résumé





## Inledning.

Under senare år utförda talrika undersökningar vid olika cellulosafabriker inom landet ha givit vid handen, att utsläppandet av sulfit- och sulfatfabrikernas avloppsvatten i våra vattendrag på väsentligt olika sätt medför en förändring av vattnets beskaffenhet, vilken åtföljes av en mer eller mindre utpräglad skadlig inverkan på förekommande fiskarter. Vid sulfitfabrikerna, där i regel hela och i varje fall den övervägande kvantiteten lösta vedämnen medföljer lut och tvättvatten ut i vattendraget, blir det förlopp, som är karakteristiskt för en organisk förorening, det väsentliga. Nedanför sulfitfabriker, belägna vid rinnande vattendrag, uppträder ofta riklig påväxt av smutsvattensvamp eller trådbakterier, vilka sekundärt kunna medföra svårigheter av olika slag ur fiskets synpunkt. I åar med liten vattenmängd i förhållande till avloppsvattnet uppträder ofta syrgasbrist, som kan medföra fiskdöd. I dylika smärre vattendrag har också i vissa fall den av sulfitluten förorsakade ökningen av vattnets surhetsgrad visat sig vara så stark, att direkt skadlig t. o. m. dödande inverkan på fisk och fiskyngel härigenom måste antagas ha varit för handen. Någon starkare direkt giftverkan genom andra i sulfitluten ingående beståndsdelar synes däremot icke föreligga. Utanför sulfitfabriker belägna vid smärre sjöar och slutna vikar med liten vattenomsättning är svampbildningen mindre framträdande medan syrgasbrist, stark fiberförorening och eventuellt kraftig höjning av vattnets surhetsgrad här ofta är det väsentliga.

Sulfatfabrikernas avloppsvatten innehåller betydligt mindre mängd organiska vedämnen beroende på att koklutarna indunstas och bränns för återvinning av natriumhydrat. Som följd härav är också syrgasbrist och svamppåväxt vid dessa fabriker av väsentligt mindre betydelse än vid sulfitfabrikerna. I stället har det visat sig att sulfatfabrikernas avloppsvatten ofta hava en stark direkt giftverkan ibland åtföljd av fiskdöd, och har denna giftverkan i vissa fall också visat sig ha ganska avsevärd räckvidd nedanför eller utanför en dylik fabrik. Även förekommer smakförsämring av fisk i större omfattning genom sulfat- än genom sulfitfabrikernas avloppsvatten. Fiberföroreningen synes i regel vara mindre omfattande utanför sulfatfabrikerna än utanför sulfitfabrikerna.



När det gäller att fastställa vilka i avloppsvattnen ingående ämnen eller beståndsdelar, som äro av väsentlig betydelse för framkallande av syrgasbrist, skadegörelse genom giftverkan m. m., ger givetvis den experimentella undersökningen på laboratoriet, där de olika beståndsdelarnas verkan var för sig kan följas, större möjligheter till slutsatser än undersökningar ute i naturen. Dylika experimentella undersökningar över verkan av cellulosafabrikernas avloppsvatten synas emellertid tidigare endast ha utförts i några enstaka fall. Resultaten av ganska omfattande försök särskilt över verkan av sulfatfabrikernas avloppsvatten ha således publicerats av *Ebeling* i *Zeitschrift für Fischerei* år 1932. Undersökningar avsedda att klarlägga orsaken till uppträdande syrgasbrist nedanför en sulfitspritfabrik ha utförts av *Silversparre* och publicerats i "Pappers- och trävarutidskrift för Finland" år 1932. I en mindre uppsats i "Ny Svensk Fiskeritidskrift" 1933 har jag i största korthet bl. a. refererat några försök särskilt belysande verkan av sulfatfabriksvatten och hartsämnen i detta. Senare ha ytterligare försök utförts vid fiskeriundersökningsanstalten på Drottningholm, såväl när det gäller sulfit- som sulfatfabrikernas avloppsvatten, och kommer jag i denna uppsats att redogöra för en del försöksserier och slutsatser, desamma gett anledning till. De förut nämnda undersökningarna vid olika fabriker ute i landet kommer jag i detta sammanhang icke närmare att ingå på.

## I. Försök med sulfitfabrikernas avloppsvatten.

### A. Försök över sulfitulutens giftverkan.

Vid dessa och följande försök över giftverkan eller syra-verkan ha fiskarna hållits i burkar med en liter vätska. Genomluftning har ägt rum under försökets gång, dock icke när det gällt dylika försök över syrgastäring. För utspädning av de avloppsvatten eller ämnen, vars verkan prövats, har använts fiskerianstaltens filtrerade Mälardvatten med ett pH-värde varierande mellan 7,2—7,8 och en alkalitet eller syrabindningsförmåga motsvarande c:a 1,00 cc. 1-normal HCl per liter. Försökskärlens uppställning och anordningen för genomluftning framgår av fig. 1.

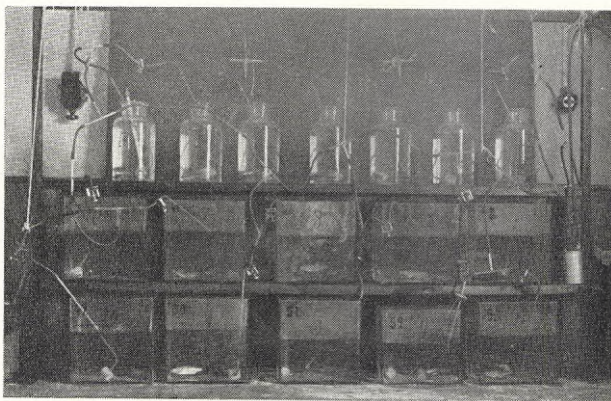


Fig. 1. Försöksanordning.  
(Versuchsanordnung.)

Då endast en liters prov använts för dessa försök, ha givetvis blott relativt små försöksfiskar av 4—8 cm. längd kunnat ifrågakomma. Vid försöken ha i regel lösningarna förnyats en gång dagligen, då det visat sig, att giftverkan särskilt hos starkt utspädda lösningar ofta relativt hastigt avtager i samband med genomluftningen.

I *Ebeling's* ovan nämnda arbete redogöres för tvenne försök över giftverkan på fiskar dels med avloppsvattnet bestående av lut och tvättvatten, dels med den direkta avloppslut, schlempen, från en sulfitspritfabrik. I det förra fallet levde försöksfisken, karp, även vid så ringa utspädning som 1:2.



I den koncentrerade sulfitspritletten påverkades ej försöksfiskarna (löja) vid en utspädning av 1 : 100 medan de redan efter 10 min. intogo sidoläge vid en koncentration av 1 : 20. Påverkan vid så stark koncentration anser *Ebeling* mera vara av rent fysikalisk art, alltså svårighet för fisken att leva i den tjockflytande vätskan, än bero på någon direkt giftverkan.

Några liknande försök ha även utförts av mig, varvid emellertid som utgångsmaterial valts den självrinna sulfitletten, då det väsentligen är denna som utsläppes antingen direkt eller utspädd i form av tvättvatten. Även vid de fabriker, där sulfitsprit framställs, går en stor del av sulfitletten (i regel c:a 40—50 %) ut i vattendraget, medan resten utsläppes först efter jäsningsprocessen i spritfabriken.

Försöken över sulfitlettens verkan anordnades i två olika serier, dels utan, dels efter neutralisering med natronlut till pH-värden belägna mellan 6,5—7,0 i de olika proven. Försöken pågingo under 48 timmar.

*Serie A.* Utan neutralisering.

Vattnets pH-värde = 7,2. Temp. = 9,2 — 10,9 °C.

1. Sulfitlut : vatten = 1 : 50. pH = 4,0  
Lax 55 mm. död efter 30 min.  
Mört 49 „ „ „ 90 „  
Ruda 70 „ „ „ 12 tim.
2. Sulfitlut : vatten = 1 : 100. pH = 5,1  
Lax 46 mm. sidoläge efter 42 tim.  
Mört 44 „ „ död efter 20 tim.  
Ruda 64 „ „ ej påverkad efter 48 tim.
3. Sulfitlut : vatten = 1 : 200 pH = 6,2
4. „ : „ = 1 : 500 „ = 6,8
5. „ : „ = 1 : 1000 „ = 7,1.

Försöksfiskarna lax, mört, ruda i ser. 3—5 utan påverkan vid försökens avbrytande efter 48 timmar.

*Serie B.* Neutralisering av sulfitletten blandningen med natronlut till pH-värden mellan 6,5—7,0. Vattnets pH-värde = 7,2. Temp. = 9,2 — 10,9 °C.

1. Sulfitlut : vatten = 1 : 50.  
Lax 50 mm. död efter 40 tim.  
Mört 50 „ „ „ 30 „  
Ruda 72 „ „ ej påverkad efter 48 tim.
2. Sulfitlut : vatten = 1 : 100
3. „ : „ = 1 : 200
4. „ : „ = 1 : 500
5. „ : „ = 1 : 1000.



Försöksfiskarna lax, mört, ruda utan påverkan vid försökens avbrytande efter 48 tim.

Den vid försöken använda starkaste koncentrationen, 1 del sulfitlut på 50 delar vatten, motsvarar eller överstiger i varje fall blott obetydligt den utspädning luten erhåller genom att uppblandas med övriga avloppsvatten från fabriken, i första hand tvättvattnet. Av försöken framgår således, att det direkta totala avloppsvattnet från en sulfitfabrik får beräknas hava en snabbt dödande verkan på fiskarna, medan denna effekt efter neutralisering till  $\text{pH} = 6,5-7,0$  uppnås betydligt långsammare. Den mest motståndskraftiga av de använda försöksfiskarna nämligen rudan visade t. o. m. vid det senare försökets avbrytande efter 48 tim. inga tecken till påverkan. Vid en utspädning av luten i förhållandet 1 :100 erhöles  $\text{pH} = 5,1$ . Även i detta fall var verkan tydlig på lax efter 48 tim., mörten dog efter 20 tim. medan rudan icke syntes påverkad. Efter neutralisering erhöles vid denna utspädning av luten ingen skadeverkan på försöksfiskarna. Tydligt är således, att surhetsgraden spelar en viktig roll, när det gäller sulfitlutens inverkan på fiskar, även om en påverkan av i luten ingående föreningar också är för handen, antingen densamma är av kemisk natur, alltså en giftverkan, eller såsom *Ebeling* antager mera en fysikalisk sådan. I varje fall får man, av de utförda försöken att döma, antaga, att denna verkan i samband med utspädningen i vattendraget snabbt försvinner. En sulfitfabriks avloppsvatten medför således i varje fall endast en svag direkt giftverkan på fisk i vattendraget jämförd med motsvarande verkan hos sulfatfabrikernas avloppsvatten, vilket längre fram skall närmare påvisas. Även ökningen av surhetsgraden i vattendragen genom lutens utsläppande anses i regel vara utan praktisk betydelse (*Ebeling* 1932, *Öhman* 1930) beroende på det naturliga vattnets förmåga att binda fria syror. Att så emellertid icke alltid är fallet har redan antytts i inledningen.

Skogs- och mossvatten kunna ibland på grund av riklig förekomst av fria humussyror ha en så stark surhetsgrad att fiskdöd inträffar. Sålunda har bland annat *Schäperclaus* (1926) påvisat, att karp och gädda i dylika vatten med ett  $\text{pH}$ -värde = 4,8 duktat under utan att syrgasbrist samtidigt förefanns. *Dahl* (1926) visade, att laxöringyngel dödades då  $\text{pH}$ -värdet i dylikt vatten sjönk till 5,0, men även menligt påverkades i sin utveckling vid något mindre surhetsgrad eller vid  $\text{pH}$ -värden mellan 5,0—5,5. Man får således räkna med, att i varje fall då  $\text{pH}$ -värdet i ett vattendrag sjunker till 5,0 eller därunder, en direkt skadeverkan på fiskarna uteslutande beroende på vattnets surhetsgrad är för handen. I motsats härtill antager *Öhman* att en ända till 10 gånger starkare surhetsgrad, alltså motsvarande ett  $\text{pH}$ -värde av 4,0, minst erfordras för att vattnets växt- och djurliv skall skadas. Detta



antagande är således, särskilt när det gäller fiskar, som ovan visats, alldeles felaktigt. I samband med olika undersökningar har jag funnit pH-värden mellan 4,7—5,0 i vattendrag vid sulfittfabriker även på ganska stort avstånd nedanför dessa. Särskilt om luten från kokarna utsläppes direkt medför detta, att en våg av starkare surt vatten ofta med ett pH-värde under den kritiska punkten passerar ned genom vattendraget.

Avgörande för omfattningen av den skadeverkan på fisk, som åstadkommes genom allt för stark surhetsgrad förorsakad av sulfittluten, är dels utspädningen d. v. s. förhållandet mellan vattenmängd och lutmängd, men kanske i ännu högre grad olika vattentypers alkalitet eller förmåga att binda syror, vilken i sin tur i huvudsak motsvaras av vattnets kalkhalt. Detta belyses bäst av trenne serier av pH-värden erhållna vid stark utspädning av sulfittlut med vatten innehållande olika mängder kalk. Dels har jag använt destillerat, alltså helt kalkfritt vatten, dels vatten från Bolmån med mycket låg kalkhalt uppgående till endast c:a 4 mg. CaO per liter och dels vatten från Mälaren med en kalkhalt av c:a 26 mg. per liter. De härvid erhållna pH-värdena ha sammanställts i tab. 1 och motsvarande pH-kurvors utseende framgår av fig. 2. Vid användandet av destillerat vatten minskar surhetsgraden som synes ytterligt långsamt vid utspädningen. Den vid försöket använda sulfittlutens pH-värde var ungefär 2,0. Utspädning med ända upp till 2000 delar dest. vatten medförde en höjning av pH till endast 4,2 och kurvans flacka förlopp visar, att en utomordentligt stark utspädning i detta fall skulle vara nödvändig för att eventuellt höja pH-värdet över den kritiska gränsen 5,0. Vid utspädning med det kalkfattiga Bolmåvattnet erfordrades 1000 delar vatten på en del sulfittlut för att höja pH till 5,4, alltså till ett något så när betryggande värde ovanför den kritiska gränsen, medan

Tab. 1. Sulfittlutens inverkan på pH-värdet i vatten med olika alkalitet och kalkhalt.

(Die Einwirkung der Sulfittlauge auf pH in Wasser mit verschiedener Alkalität und Kalkgehalt.)

<i>Utspädning</i>	I. Dest. vatten pH = 6.2	II. Vatten från Bolmån pH = 6.5 Alkalitet = 0.07 Kalkhalt = c:a 4 mg. lit. CaO	III. Vatten från Mälaren vid Drottningholm pH = 7.5 Alkalitet = 1.00 Kalkhalt c:a 26 mg. lit. CaO
1 : 50	3,0	3,1	4,0
1 : 100	3,2	3,45	5,15
1 : 200	3,4	3,85	6,25
1 : 500	3,85	4,6	6,95
1 : 1000	4,1	5,4	7,2
1 : 2000	4,2	5,95	7,8

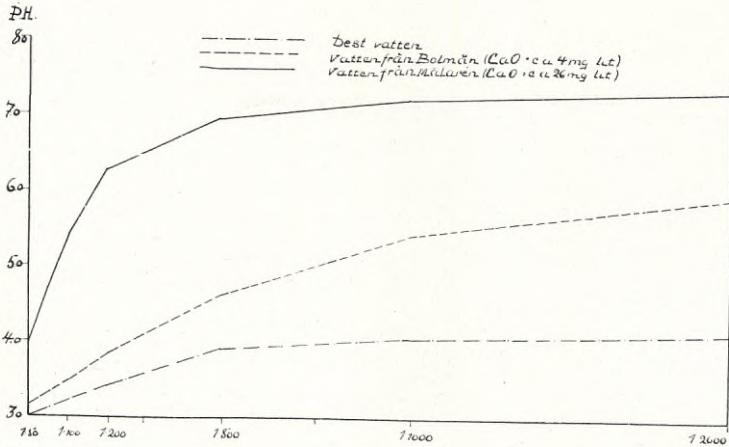


Fig. 2. Sulfitlutens inverkan på pH-värdet i vatten med olika alkalitet och kalkhalt.

(Die Einwirkung der Sulfitlauge auf pH im Wasser mit verschiedener Alkalität und Kalkgehalt.)

av det mera kalkhaltiga Mälarvattnet tiondedelen, alltså en utspädning 100 : 1 gav motsvarande pH. De anförda exemplen visa således, vilken stor roll olika vattendrags alkalitet eller kalkhalt spelar, när det gäller att motverka en skadlig surhetsgrad, givetvis icke blott nedanför en sulfitfabrik utan även nedanför andra industrier med sura avloppsvatten. De vattendrag och sjöar, vid vilka våra sulfitfabriker äro belägna, föra ofta ett humusrikt skogsvatten med låg syrabindningsförmåga (alkalitet = 0,1—0,3) och låg kalkhalt (3—6 mg. lit. CaO), varför också risken för uppträdande av en skadlig surhetsgrad är relativt stor.

Naturligtvis medför utsläppandet av den med kalk behandlade schlempen från sulfitspritfabriken ej på långt när så stark ökning av vattnets surhetsgrad som den direkta sulfitluten. Att dock även spritluten sänker pH-värdet framgår av följande serie, varvid ett kalkfattigt utspädningsvatten med pH = 5,65 användes.

Utspädning	pH
1 del lut : 1000 delar vatten .....	5,48
1 " " 500 " " .....	5,36
1 " " 200 " " .....	5,07.

Direkt sulfitlut utspädd med samma (kalkfattiga) vatten i förhållandet 1 : 200 gav ett pH = 4,18. Som förut framhållits förbrukas emellertid i regel vid de fabriker, där sulfitsprit framställs, endast hälften eller något däröver av den totala lutmängden för detta ändamål.



## B. Försök över lutens och fiberns syrgasförbrukning.

Det har sedan många år tillbaka ansetts, att den syrgasbrist, som ofta uppträder nedanför eller utanför en sulfittfabrik i främsta rummet får tillskrivas de i luten ingående *lösta* organiska vedämnena. *Silversparre*, som vid sina försök använde spritlut, ansåg sig emellertid kunna draga den slutsatsen, att luten var helt oskyldig till uppträdande syrgasbrist, som uteslutande skulle bero på fiberns förmåga att sannolikt på "oorganisk väg" absorbera syrgasen ur vattnet. Med stöd av denna undersökning har även vid svenska fabriker framhållits, att särskilda anordningar för minskande av lutens verkan i vattendragen skulle vara obehövlige. Jag har därför ansett det vara av viss betydelse att genom experimentella försök, där verkan av fiber och lut hållits helt åtskilda, påvisa i vad mån desamma verkligen äro ansvariga för den uppträdande syrgasbristen.

Försök ha utförts med

1. fiberfri, självrunnan *sulfitlut* med torrsubstans 124 gr. per lit., varav organisk substans 109 gr. per lit.,
2. fiberfri *spritlut* (schlempen) med torrsubstans 113 gr. per lit., varav organisk substans 97 gr. per lit.,
3. *fiber*, rentvättad, avfilterad från en fabriks avloppsvatten.

Vid försöken har, som tidigare framhållits, för utspädning använts fiskeriundersökningsanstaltens filterade Mälurvatten.

Vid bestämningen av syrgashalten har använts *Winklers* metod efter förbehandling med brom enligt *Alsterberg*. På grund av reducerande ämnen i luten ger nämligen *Winkler*metoden för låga värden. Särskilt närmast nedanför fabriken, där vattnet är uppblandat med färsk sulfittlut, kan denna felkälla vara högst avsevärd. En analys enligt *Winkler*metoden kan här ge 0,0 syrgas, medan i själva verket ända upp till 4—5 mg. per lit. i vissa fall kunnat konstateras vara för handen med brommetoden. Genom förbehandlingen med brom oxideras det väsentliga av de reducerande substanserna i luten innan analysen utföres. Även brommetoden synes emellertid vid starkare lutförorening ge något för låga värden.

Resultatet av den första försöksserien med *syrgastärning i slutna flaskor* vid en temperatur av c:a 18° C. framgår av tabell 2 och kurvorna i figur 3. Vid den starka utspädning av luten, som använts för dessa försök, nämligen 1 : 1000 kan ett eventuellt fel i syrgasanalysen enligt brommetoden enligt utförda kontrollförsök i varje fall beräknas vara så litet, att man kan bortse från detsamma. Mälurvattnet höll vid försökets början 90 % syrgas motsvarande 8,60 mg. per liter. Provet med spritluten visade en sänkning av

Tab. 2. Syrgastäring i slutna flaskor genom fiber, sulfitlut och sulfitspritlut.

(Sauerstoffzehrung in geschlossenen Flaschen durch Fiber, saure Sulfitlauge und Spirituslauge.)

Tid Antal		Kontroll: Rent Mälarvatten		Rent mälarvatten tillsatt med:						Anmärkningar
				Ren sulfit- fiber 200 mg./lit.		Sulfitlut 1 : 1000		Luten efter sprit- fabriken 1 : 1000		
Dygn	Timmar	mg./O <sub>2</sub> lit.	%	mg./O <sub>2</sub> lit.	%	mg./O <sub>2</sub> lit.	%	mg./O <sub>2</sub> lit.	%	
0	0	8,60	90	—	—	—	—	—	—	Proven uppbe- rade i mörker vid rumstemperatur (c:a 18° C.)  % -värdet beräk- nat efter 18° C.
1/2	17	8,29	88	8,32	88	7,31	78	5,65	60	
1	22	8,13	86	8,10	86	6,95	74	4,80	51	
2	39	7,99	85	7,31	78	3,90	41	2,29	24	
2	48	7,87	83	6,61	70	1,36	14	0,83	9	
3	68	7,08	75	6,49	69	0,29	3	0,24	3	
4	92	7,53	80	5,96	63	0,33	4	0,32	4	
6	140	7,41	79	4,27	45	0,29	3	0,26	3	
8	188	6,87	73	3,99	42	0,16	2	0,67	1	
10	236	6,97	74	2,94	31	0,10	1	0,13	1	

syrgasvärdet från 90 till 22 % efter 40 timmar, medan densamma i sulfitlut-  
provet under motsvarande tid sjönk från 90 till 38 %. Efter 65 timmar  
understeg syrgashalten i båda proven 5 % eller c:a 0,4 mg. per liter. Mäng-  
den organisk substans utgjorde enligt analys i spritlutprovet 97 mg. per  
liter och i sulfitprovet 109 mg. per liter. Dessa siffror överskridas ofta  
väsentligt nedanför sulfitfabriker vid mindre vattendrag. Fiberprovet avsåg  
visa den nyss utsläppta svävande fiberns förmåga att nedsätta syrgashalten.

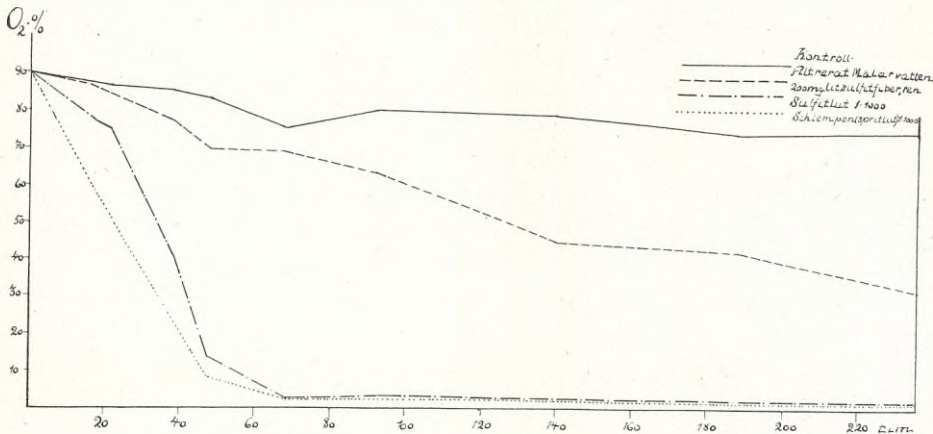


Fig. 3. Syrgastäring i slutna flaskor.  
(Sauerstoffzehrung in geschlossenen Flaschen.)



Ett vatten med 200 mg. fiber per liter användes. Denna fiberhalt är väsentligt större än den genomsnittliga fibermängd, som i regel avgår med avloppsvattnet från fabrikena, och således mångdubbelt större än den fibermängd, som påträffas svävande i vattendraget någon sträcka nedanför fabriken vid normal vattenföring. Provflaskorna med fiber vändes några gånger dagligen under försökets gång, för att fibern skulle komma i bättre kontakt med hela vattenmängden i flaskan. Som framgår av kurvan för fibervattnet jämförd med renvattenskurvan var fiberns inverkan på syrgashalten efter 65 timmar obetydlig. För kontrollvattnet var syrgasvärdet då 75 %, för fibervattnet 69 %. Vid försökets slut efter 10 dygn hade syrgasvärdet i fibervattnet dock sjunkit till 31 % eller 2,94 mg. per liter medan detsamma i kontrollvattnet fortfarande höll c:a 75 %.

En jämförelse mellan kurvorna för fiberproven och lutproven (fig. 3) visar tydligt den nyutsläppta fiberns ringa inverkan på syrgashalten. Med tanke på att den från en fabrik utsläppta fibern i regel redan under de första timmarna, i varje fall under det första dygnet, till huvudsaklig del hunnit avsätta sig på botten torde man, i motsats till *Silversparres* antagande, vara berättigad påstå att den nyss i vattnet utsläppta ännu svävande massa-fibern knappast spelar någon roll som förbrukare av vattnets syrgas.

Annorlunda ställer det sig med de fiberbankar, som man i större eller mindre omfattning, beroende på mängden utsläppt fiber och vattendragets natur, påträffar i lugnvattenområdena nedanför en fabrik. I dessa bankar uppträda efter hand sönderdelningsprocesser, som kunna medföra väsentlig syrgasbrist. Den ovan relaterade försöksserien med syrgastäring å slutna flaskor kan givetvis icke direkt parallelliseras med motsvarande process i ett vattendrag nedanför en sulfittfabrik. Här äger ett kontinuerligt tillskott av lutämnen och fiber rum, medan vi i försöksserien ha att göra med en engångstillsats. Den ersättning av den förbrukade syrgasen i vattendraget, särskilt stark i mera strömmande delar, som äger rum genom vattnets kontakt med luften är i försöksserien med slutna flaskor borteliminerad. Genom flaskornas uppbevarande i mörker förhindras också produktionen av syrgas genom i vattnet eventuellt förekommande gröna växtceller, varför syrgasminskningen i försöksflaskorna givetvis försiggick betydligt snabbare och fullständigare än som skulle varit fallet i ett vattendrag vid motsvarande temperatur och koncentration av de förorenande ämnena. De erhållna resultaten böra emellertid ge den rätta relationen mellan spritlutens, sulfitulutens och den rena fiberns syrgastäringsförmåga. Spiritluten verkar således något snabbare syrgastärande än sulfituluten, medan någon mera omedelbar verkan härvidlag av den färska i vattnet svävande fibern, som ovan framhållits, praktiskt taget icke synes ifrågakomma.



I en annan försöksserie (tabell 3, fig. 4) användes 1-liters prov i öppna cylindriska burkar, vilka stodo i diffust dagsljus vid rumstemperatur, c:a 18° C. Något starkare lutkoncentrationer än i föregående serie, nämligen 1:200 och 1:500 användes. I fiberförsöket användes 5 gr. torrfiber per liter vatten utgörande ett c:a 4 cm. tjockt fiberlager på burkens botten och alltså i viss mån motsvarande en fiberavlagring på botten av ett lugnvatten nedanför en fabrik. Syrgashalten bestämdes enligt brommetoden efter respektive 3, 5, 10, 17, 27 och 40 dygns förlopp. Samtidigt med syrgasbestämningarna insattes en mörtunge (5—6 cm. i längd) i vardera av de olika försökskärlen. Mörtarna upptogs åter döda eller levande efter 5 timmar. Provet för syrgasbestämningen togs med hävert, och efter mörtens upptagande påfylldes lika mycket renvatten i försökskärlen (c:a  $\frac{1}{10}$  av volymen), som åtgått för syrgasbestämningen.

Av tabell 3 och kurvorna på fig. 4 framgår syrgastäringens förlopp samt inverkan på försöksfiskarna. Vattnet i kontrollförsöket höll hela tiden en syrgashalt av c:a 7 mg. per liter. Någon påverkan på försöksfiskarna ägde, som var att vänta, ej rum.

I fiberförsöket sjönk syrgashalten efter hand. Först efter 10 dygn hade dock syrgasvärdet sjunkit till 0,85 mg. per liter d. v. s. ungefär till det kritiska värdet för mörten. Den insatta mörten levde dock vid upptagandet efter 5 timmar fastän tydligt påverkad av syrgasbristen. Fibern började anta en mera gulaktig färg, och visade sig fiberns yta redan vara tätt besatt med bakterier. Efter 17 dagar hade syrgasvärdet nedgått till 0,36 mg. per liter och den insatta mörten dog i kvävställning efter 30 minuter. Vid försökets slut efter 40 dygn var syrgashalten fortfarande låg, 0,39 mg./lit., och mörten dog 1 timma efter insättningen.

I försökskärlen med sulfitlut 2:1000 var syrgashalten först efter 17 dygn så starkt nedsatt att mörten dog. Det därvid erhållna syrgasvärdet 1,94 mg./lit. var säkerligen för högt och torde ha berott på något fel begånget vid analysen. Efter 40 dygn hade en tydlig förbättring av vattnet ägt rum med syrgasvärdet 3,01 mg. per liter och utan påverkan på försöksfisken.

Försöket med mera koncentrerad sulfitlut, 5:1000, visade redan efter 5 dagar en syrgashalt av endast 0,65 mg. Mörten levde ännu efter 5 timmar, dock tydligt påverkad. Efter 10 dygn dog mörten redan efter 20 minuter. Syrgashalten bestämdes då till 0,12 mg. per liter. Efter 40 dygn dog mörten efter 1 timma. Någon nämnvärd förbättring av vattnet efter 40 dygn med mörten död efter 1 timma och syrgasvärdet 0,34 mg. var således ej för handen.

Spritlutförsöket visade en mera snabbt inträdande syrgastäring men även



Tab. 3. Syrgastärning i öppna burkar i dagsljus vid rumstemperatur (18° C) genom fiber, sulfittlut och sulfitsprittlut. Försöksfisk: mört.

(Sauerstoffzehrung in offenen Flaschen bei Tageslicht und Zimmertemperatur (18° C) durch Fiber, saure Sulfittlauge, Spirituslauge. Versuchsfisch: Plötze.)

Antal dagar	Kontroll: Rent Målarvatten.	Fiber 5 gr. per lit.	S u l f i t l u t (fiberfri)		Luten efter spritfabriken (fiberfri)	
			2: 1000	5: 1000	2: 1000	5: 1000
3	O <sub>2</sub> = 7,14 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 5,68 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 2,97 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 2,41 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 1,15 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,45 Mört död efter 2 tim.
5	O <sub>2</sub> = 6,95 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 2,37 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 1,36 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,65 Mört efter 5 tim. i ytan, forcedad and-ning	O <sub>2</sub> = 0,23 Mört död efter 20 min.	O <sub>2</sub> = 0,00 Mört död efter 20 min.
10	O <sub>2</sub> = 7,31 * Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,85 Mört efter 5 tim. i ytan, forcedad and-ning	O <sub>2</sub> = 1,00 Mört efter 5 tim. i ytan	O <sub>2</sub> = 0,12 Mört död efter 20 min.	O <sub>2</sub> = 1,19 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,00 Mört död efter 20 min.
17	O <sub>2</sub> = 7,53 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,36 Mört död efter 30 min.	O <sub>2</sub> = 1,94 ? Mört död efter 30 min.	O <sub>2</sub> = 0,00 Mört död efter 20 min.	O <sub>2</sub> = 3,89 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,33 Mört död efter 2 tim.
27	O <sub>2</sub> = 7,12 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,26 Mört död efter 30 min.	O <sub>2</sub> = 1,25 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,00 Mört död efter 30 min.	O <sub>2</sub> = 6,17 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 2,02 Mört efter 5 tim. utan påverkan
40	O <sub>2</sub> = 7,17 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,39 Mört död efter 1 tim.	O <sub>2</sub> = 3,01 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 0,34 Mört död efter 1 tim.	O <sub>2</sub> = 7,18 Mört efter 5 tim. utan påverkan	O <sub>2</sub> = 4,29 Mört efter 5 tim. utan påverkan
Botten- sats i burken efter 40 dygn.	Detritusflockar + Melosira r Rotatorier r	På fibern: bakterier c, Cladotrix c, Infusorier +, Detritus +	Detritus c med Cladotrix c, Sphaerotilus r, Infusorier c (särsk. Vorticella sp), Kiselalger r	Detritus c, Cladotrix c, Sphaerotilus r, Infusorier c (särsk. Vorticella sp), Kiselalger r	Detritus + Vorticellider +	Detritus c Vorticellider c

c = riklig förekomst.

+ = mindre riklig förekomst.

r = obetydlig förekomst.

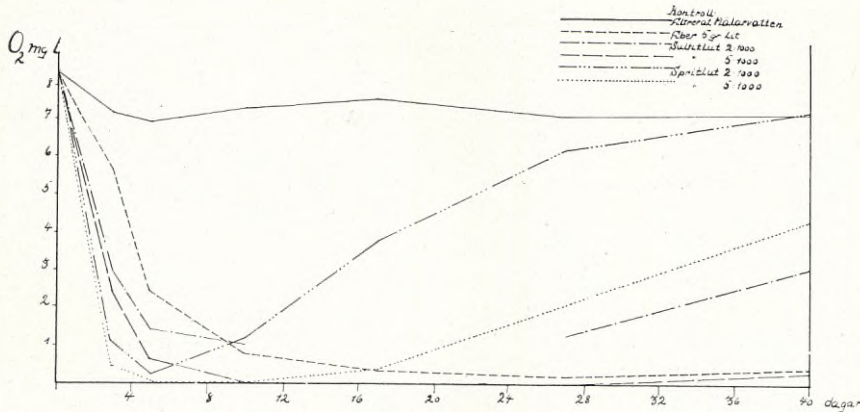


Fig. 4. Syrgastäring i öppna burkar.  
(Sauerstoffzehrung in offenen Flaschen.)

en betydligt hastigare förbättring av vattenbeskaffenheten med stigande syrgasvärden. Utspädningen 2:1000 medförde således en nedgång av syrgasvärdet redan efter 3 dygn till 1,15 mg. per liter, samt efter 5 dygn till 0,23 mg. med mörten död 20 minuter efter insättningen. Efter 5:te dygnet erhöles emellertid stigande syrgasvärden och vid försökets slut efter 40 dygn hade syrgashalten uppnått samma värde som i kontrollförsöket d. v. s. c:a 7 mg. per liter. I försöket med 5 delar spritlut på 1,000 delar vatten var syrgastäringen så hastig att redan efter tre dygn endast 0,45 mg. per liter var för handen med mörten död 2 timmar efter insättningen. Sedan följde praktiskt taget fullständig syrgasbrist till och med 17 dygnet, varefter syrgashalten åter började stiga för att efter 40 dygn ha stigit till 4,29 mg. per liter.

Beträffande syrgasvärdena kan framhållas, att desamma i denna serie med större lutkoncentrationer än i serien med slutna flaskor särskilt under försökets början sannolikt äro något för låga, trots att brommetoden kommit till användning. Detta framgår bland annat därav att mörten i ett fall kunnat hålla sig vid liv i 5 timmar i prov med ett värde av endast 0,65 mg. per liter, medan minimum vid försök med syrgasfattigt vatten utan luttillsats visat sig vara c:a 0,8 mg. per liter syrgas. Att det vid lutförsöken verkligen varit syrgasbrist och ej direkt giftverkan, som varit orsaken till mörten död, framgår dels av de i föregående avdelning omnämnda försöken över lutens giftverkan, dels därav, att påverkan eller död först inträffat då syrgashalten enligt analyserna ungefärligen nedgått till det för mörten kvävning kritiska värdet. Vidare ha mörterna vid sin död visat typisk kvävställning.



Denna senare försöksserie, där icke endast syrgashalten bestämts genom analyser utan även verkan av syrgasnedsättningen kontrollerats genom försök med fisk, ger tydligt vid handen, att icke blott den direkta sulfituluten utan även sprituluten eller schlempen verkar starkt syrgastärande vid utspädningar av en storleksordning, som ofta förekomma i vattendragen nedanför fabrikerna. Sprituluten medför till och med en snabbare nedgång av syrgashalten, men den biologiska sönderdelnings- eller reningsprocessen av de syrgastärande ämnena i sprituluten förlöper emellertid avsevärt hastigare än motsvarande process när det gäller den direkta sulfituluten. Detta torde bero på dels att sprituluten är mindre sur, dels att de biologiska syrgastärande sönderdelningsprocesserna på grund av i sprituluten förhandenvarande svamp- och bakterieflora omedelbart igångsätta. Den direkta sulfituluten är vid utsläppandet däremot starkare sur samt praktiskt taget steril, vilket medför ett långsammare igångsättande av motsvarande processer. Den längre varaktigheten av syrgastärningen när det gäller sulfituluten, beror sannolikt huvudsakligen på, att en stor del av de syrgasförbrukande substanserna, nämligen sockerarterna, vid sprittillverkningen elimineras och således saknas i den uttrinnande sprituluten. Som tidigare nämnts, utsläppes emellertid även vid fabriker med tillverkning av sulfitsprit ofta en väsentlig del av luten utan att passera spritfabriken, samt att givetvis detta alltid är förhållandet med den i tvättvattena ingående lutkvantiteten, enligt uppgifter i den tekniska litteraturen uppgående till c:a 20 % av hela lutmängden.

Vid den tidigare nämnda undersökningen av *Silversparre* ha försök utförts dels med olika lutkoncentrationer (några siffror för dessa angivas emellertid icke) dels med fiber i vatten i stora till  $\frac{4}{5}$  fyllda glasflaskor. Flaskorna tillslötos med gummikork med manometer och termometer. Även efter en längre tids uppbevaring erhöles inget som helst manometerutslag visande tryckminskning i flaskorna med lutblandningen. Slutsatsen blev, att någon absorbtion av syrgas från den i flaskan instängda luftvolymen här icke äger rum. I fiberflaskorna däremot erhöles ett tydligt dylikt utslag. Slutsatsen blev alltså den, att luten ej absorberar syrgas, men att så är fallet med fibern. Den väsentligaste anmärkningen torde vara, att ingen analys utförts av den inneslutna luften i lutflaskorna sedan försöken pågått någon tid. Ingenting hindrar, att en viss absorbtion av luftsyret ägt rum, men att samtidigt detta ersatts av andra gaser, i första hand kolsyra, som bildats vid de biologiska syrgastärande sönderdelningsprocesserna i lutblandningen. Att sulfituluten såväl som sprituluten har en avgjort mycket snabbare inträdande och mera omfattande syrgastärande verkan än fibern torde med all tydlighet ha framgått av mina ovan relaterade försök, även om givetvis



starka fiberavlagringar efter hand kunna medföra stark syrgasnedsättning särskilt i det stagnerande bottenvattnet.

I detta sammanhang kan även framhållas, att en relativt stark utspädning av sulfituluten med vatten är nödvändig för att de syrgastärande processerna skola komma igång. Själva luten eller starkare lutblandningar kunna således t. ex. uppbevaras på flaskor praktiskt taget hur länge som helst utan att de biologiska sönderdelningsprocesserna igångsätta. Även i öppna bassänger tyckes i varje fall den direkta sulfituluten kunna uppbevaras obegränsad tid utan risk för uppträdande av egentliga förruttnelseprocesser.

### C. Försök över uppkomst av påväxt av svamp och trådbakterier.

Som redan framhållits i inledningen är i regel den slemmiga påväxten av svamp och trådbakterier betydligt starkare utvecklad nedanför sulfit- än nedanför sulfatfabrikerna, och detta beror väsentligen på den rikligare mängden lösta vedämnen i sulfituluten. I vattendragen nedanför våra sockerfabriker påträffas som bekant också en dylik ofta mycket rikt utvecklad slemmig påväxt. Här utgöres näringen för denna påväxt väsentligen av de i avloppsvattnet ingående kolhydraterna. Det ligger därför nära till hands att antaga, även när det gäller sulfituluten, att det i första hand är sockerämnena i denna, som äro ansvariga för påväxten, ett antagande, som även framförts bland annat av *Hofer*. Att detta emellertid verkligen fastställts genom direkta försök har jag ej kunnat finna i litteraturen. Vid spritfabriken elimineras just dessa kolhydrat, och ansåg jag det därför vara av intresse att jämföra sulfitulutens och spritlutens svampbildningsförmåga. Samtidigt utfördes försök över fiberns roll härvidlag. Försöken anordnades på följande sätt.

Fyra akvarier med genomluftning iordningställdes med 3 liter Mälarevatten. Temperaturen steg under försökstiden från omkring 6 till 12° C.

1. Renvatten.
2. Tillsattes rentvättad sulfitfiber, 1 gr. per liter.
3. Tillsattes 5 cc. fiberfri sulfitlut per liter. Under försökets gång tillsattes ytterligare lut — 0,5 cc. per liter — en gång i veckan.
4. Tillsattes 5 cc. fiberfri spritlut per liter (schlempen). Under försökets gång tillsattes ytterligare 0,5 cc. per liter en gång i veckan.

I vardera av de fyra akvarierna insattes vid försökets början några torra



kvistar samt en liten tuss levande svamppåväxt, huvudsakligen bestående av *Fusarium*, tagen nedanför en sulfittfabrik. Kraftig genomluftning ägde rum dels för motverkande av syrgasbrist, dels för åstadkommande av cirkulation i akvarierna.

Efter 3 veckor började tydlig påväxt på grenarna i akvarium 3, alltså med tillsats av sulfitlut, att kunna iakttagas, samt även någon påväxt på grenarna i akvarium 4 med spritluten.

Efter 4 veckor var i sulfitlutförsöket en kraftig påväxt på grenarna för handen, i spritlutförsöket hade den ökat något men var dock obetydlig jämförd med den i sulfitlutförsöket. I renvattens- och fiberakvariet fanns fortfarande ingen nämnvärd för ögat iakttagbar påväxt på grenarna.

Efter 9 veckor, då försöket avbröts, gav undersökningen följande resultat (jmf. fig. 5). De olika formernas förekomst betecknas med

cc	=	dominerande förekomst
c	=	riklig
+	=	mindre
r	=	obetydlig

#### Akvarium 1. Renvatten.

- På grenarna:* Ingen nämnvärd för blotta ögat iakttagbar påväxt. Dock visade en mikroskopisk undersökning förekomsten av bl. a. *Leptomit* +, *Cladot* r.
- I bottenfällningen* i akvariet: Obetydligt med flockig detritus samt trådbakterier r.

#### Akvarium 2. Med fibertillsats.

- På grenarna:* Obetydlig påväxt, *Mucor* +, *Cladot* +.
- På den på botten avlagrade fibern:* Ganska mycket trådbakterier, *Cladot* c, *Fusarium* +, *Mucor* ?+ m. m.

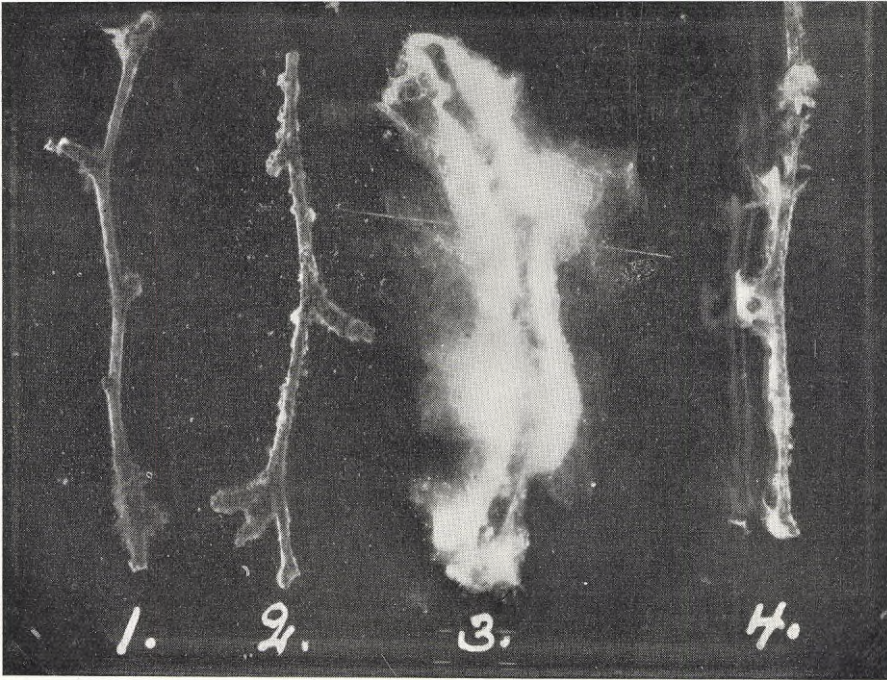
#### Akvarium 3. Med sulfitluttillsats.

- På grenarna:* Ett c:a 2 cm. tjockt slemmigt hölje. *Fusarium* cc, *Leptomit* +, *Cladot* r, *Nematoder* +, *Infusorier* + m. m.
- Bottenfällning:* Detritus, bakteriezoogloor +, *Cladot* + m. m.

#### Akvarium 4. Med spritlut.

- På grenarna:* Tydlig men kortvuxen påväxt, ej på långt när så rikt utvecklade som i akvarium 3. *Fusarium* c, *Cladot* + m. m. *Infusorier* +, *Rotatorier* +.
- Bottenfällning:* Detritus med något trådbakterier, *Cladot* m. m.





**Fig. 5. Svamp- och trådbakteriebildning i försök med 1. renvatten. 2. fiber. 3. sulfitlut. 4. spritlut.**

(Abwasserpilzbildung in Versuchen mit 1. Reinwasser. 2. Zellulosefaser. 3. Saure Sulfitlauge. 4. Spirituslauge.)

Av redogörelsen samt fig. 5 framgår med all önskvärd tydlighet att den direkta sulfituluten härvidlag åstadkommer den starkaste påväxten. Redan efter 3 veckor var svampbildningen på grenarna i akvariet med sulfitlut tydligt utvecklad och efter 9 veckor, då försöket avbröts, fanns i detta akvarium ett c:a 2 cm. tjockt slemmigt hölje av smutsvattenorganismer, huvudsakligen svampen *Fusarium*, medan i övriga akvarier påväxten var mer eller mindre obetydligt utvecklad. Detta gäller även akvariet med tillsats av spritlut. Detta bekräftar således det nämnda förhållandet att den väsentliga orsaken till svamppåväxten är kolhydraten i sulfituluten, vilka elimineras ur denna till huvudsaklig del under passagen genom spritfabriken. Att skillnaden mellan den direkta sulfitulutens och spritulutens svampbildningsförmåga i ett vattendrag verkligen var så pass utpräglad som framgått av försöket, torde icke tidigare hava påvisats.

Av försöket i akvarium 2 framgår, att även en större mängd fiber i förhållande till vattenmängden under en tid av 9 veckor, då provet samtidigt genomluftats, icke avger så mycket näringsämnen till vattnet, att



det uppstått någon nämnvärt starkare påväxt på grenarna än densamma i kontrollförsöket med renvatten. På själva fibern hade däremot en ganska rik påväxt av trådbakterier (*Cladotrix*) hunnit utveckla sig under denna tid. Detta sistnämnda försök kan anses något så när motsvara förhållandena nedanför ett träsliperi. En riklig fiberförening kan vara för handen men någon utpräglad slemmig påväxt på stenar, grenar och vattenväxter liksom nedanför sulfittfabrikerna har icke förekommit i de fall jag haft tillfälle göra iakttagelser vid träsliperier, vilket givetvis icke utesluter, att fiberavlagringen medför skada ur fiskets synpunkt. Däremot kan en onormalt stark påväxt av kiselalger uppträda nedanför dessa fabriker.

#### **D. Den svävande fiberns verkan på fiskar.**

Det är en ganska utbredd uppfattning att fibern, som utsläppes från massafabrikerna, skall vara särskilt skadlig därigenom, att den fastnar på fiskarnas gälar, vilket skulle medföra ett försvarande av andningen och även en direkt skada på de ömtåliga gälarna. Upprepade gånger har jag haft tillfälle undersöka fiskar tagna i dylikt fiberförorenat vatten utan att påträffa någon fiber på gälbladen. I enstaka fall har dock en del fiber förekommit på dessa, men då har det gällt döda eller sjuka fiskar (laxöring) från ett dylikt vattendrag, varvid samtidigt gälarna varit starkt slemmiga. I ett akvarium med tre liter vatten och 200 mg. fiber per liter hölls under riklig genomluftning, som bidrog till fiberns cirkulation, under 3 veckor en harrunge, en mört och en ruda utan att någon av försöksfiskarna under denna tid på något sätt skadades av den rikliga fiberförekomsten i akvariet. Förekomsten av fiber på gälarna synes således vara en sekundär företeelse. Först sedan gälarna på annat sätt skadats, eventuellt genom för stark surhetsgrad i vattendraget, som medför en retning av den tunna gälhuden och slemavsöndring, tycks fiskarnas förmåga att hålla gälarna fria från fiber eller andra partiklar i vattnet upphöra.

#### **E. Åtgärder mot skadeverkan på fiskar.**

Lämpliga åtgärder, som äro i bruk eller kunna tänkas lämpliga för förhindrande eller i varje fall mildrande av skadeverkan på fiskar genom sulfittfabrikernas avloppsvatten, skola här endast beröras i största korthet. För stark surhetsgrad och även syrgasbrist kan ibland undvikas genom anordnande av kontinuerlig utsläppning av sulfittluten över ett par smärre utjämningsbassänger. Vid smärre vattendrag kan det vara nödvändigt med



större lutmagasin för uppbevarande av luten under perioder med lågvatten. Beträffande fiberutsläppningen kan framhållas, att numera mycket effektiva återvinningsapparater finnas konstruerade, varjämte fiberförlusten starkt kan nedbringas genom anordnande av cirkulation av fiberhaltiga tvättvatten. Kostnaderna för dylika åtgärder torde i regel helt uppvägas av den minskade fiberförlusten. Ytterligare åtgärder, som kunna tänkas, äro, för minskande av surhetsgraden i vattendraget i särskilt svåra fall, neutralisering i viss utsträckning av luten med kalk. Dylik neutralisering äger för närvarande rum vid de fabriker, där sprittillverkning äger rum med den del av luten, som användes för detta ändamål. En ökad förbrukning av sulfitulut som dammbindningsmedel på vägar synes för närvarande efter några års tillbakagång i detta avseende åter ha inträtt. Att helt undslippa lutens skadeverkan torde dock endast vara möjligt genom dess innehållande. Långvariga försök ha pågått att rationellt kunna utnyttja den stora substansmängden i luten inom fabrikationen i första hand som bränsle, utan att det ännu lyckats skapa någon ekonomiskt bärkraftig metod härför. För närvarande pågår emellertid i större skala vid en norsk fabrik framställning av sulfitmassa enligt en ny metod, som även lär innebära lutämnenas fullständiga utnyttjande inom fabriken. Skulle denna metod slå igenom och vinna allmän spridning skulle sannolikt också den för närvarande ofta ofrånkomliga skadeverkan på fisket nedanför sulfitfabrikerna i väsentlig grad upphöra. Framhållas bör emellertid, att även under nuvarande förhållanden de sulfitfabriker, som äro belägna vid våra större älvar eller vid öppna delar av kusten eller våra stora sjöar, i regel ej synes förorsaka någon omfattande skadegörelse ur fiskerisynpunkt.

## **II. Försök över verkan av sulfatfabrikernas avloppsvatten.**

### **A. Försök över avloppsvattnets giftverkan.**

Den utspädda svartluten från en sulfatfabrik har även efter neutralisering med syra en mångdubbelt starkare giftverkan än sulfituluten. Sulfatluten indunstas och brännes, men en del av densamma, ungefär 10 %, medföljer dock avloppsvattnet ut i vattendraget, visserligen starkt utspädd och i stort sett befriad från alkali.

Med ett prov av utspädd svartlut, som förtunnats med 2000 delar vatten, och neutraliserats till pH c:a 7,0, erhöles följande giftverkan.



Försöksfiskar: löja 9 cm., harr 12 cm., abborre 18 cm.

10 min. harr, abborre i tillfälligt ryggläge.

50 „ harr död.

50 „ löja död.

250 „ abborre ryggläge. Försöket avbröts.

Vid detta försök användes ett vatten med låg kalkhalt, c:a 6 mg./lit. CaO.

Svartlut från en annan fabrik, enligt uppgift utspädd till 60 % styrkegrad, gav, som var att vänta, ett något svagare utslag.

Försöksfiskar: lax, mört.

a. Utspädning: 1:1000, neutraliserad till pH = 8,0.

Mört 50 mm. död efter 18 timmar.

Lax 51 mm. „ „ 60 „

b. Utspädning: 1:2000, neutraliserad till pH = 8,0.

Lax 52 mm. i sidoläge efter 60 timmar.

Mört 49 mm. ej påverkad efter 60 timmar.

Ett mera kalkhaltigt vatten (26 mg./lit.) användes vid detta försök.

Sulfatlutens giftverkan kan således beräknas vara minst 20 gånger starkare än sulfitulutens (jmf. sid. 6).

Beträffande avloppsvattnets verkan har ett flertal undersökningar nedanför olika fabriker visat, att vattnets syrgashalt, permanganatförbrukning, pH-värde och sulfidreaktion i regel icke, om man bortser från ett begränsat område närmast fabrikerna, ge några starkare utslag, vilket ofta är fallet vid sulfittfabrikerna. Enligt på senaste tid utförda undersökningar har man lyckats visa, att av övriga ämnesgrupper i avloppsvattnet särskilt hartserna äro starkt giftiga för fiskarna, och skall jag längre fram återkomma till mera speciella försök häröver. Till en början skall jag redogöra för några försök över giftverkan hos avloppsvattnet från trenne olika fabriker. Enligt akvarieförsök av *Ebeling* medförde giftverkan av ett dylikt avloppsvatten (tvättvatten) vid en utspädning med två delar vatten försöksfiskens (karp) död efter 24 timmar, medan vid en utspädning med fem delar vatten ingen påverkan iaktogs. Då detta mig veterligt är det enda dylika försök, som föreligger publicerat, kan det alltså vara motiverat att ange ytterligare några sådana, vilka visa varierande men delvis väsentligt mycket starkare giftverkan hos avloppsvattnet.

*Fabrik nr 1.*

Avloppsvatten brunt, skumbildande. Proven neutraliserade till pH = c:a 8,0.

- a) Utspädning 1:10: Mört 8 cm. död efter 8 timmar
- b) „ 1:20: Mört 6 cm. död efter 8 timmar
- c) „ 1:50: Mört 6,5 cm. död efter 24 timmar
- d) „ 1:100: Mört 7 cm. något påverkad, förhöjd retbarhet efter 24 timmar. Efter 3 dygn utan synbar påverkan.
- e) „ 1:200: Mört 7,5 cm. Efter 3 dygn utan synbar påverkan.

*Fabrik nr 2.*

Vid denna fabrik avskiljas i fabrikationen hartsämnen som hartssåpa. Bägge proven äro tagna vid mynningen av stora avloppstuben, genom vilken fabriken samtliga avfallsprodukter utom mesan uttömmas med tvättvattnet.

1) Avloppsvatten brunfärgat, starkt skumbildande. Temp. i försökskär-  
len 9—13° C. Mättlig genomluftning. Lösningarna förnyade var 24:e timme.  
Hartssyrereaktion motsvarande c:a 70 mg. hartssyra per liter. Proven neu-  
traliserade.

- a) Utspädning 1:10
  - Lax 60 mm. död efter 18 timmar
  - Mört 40 mm. „ „ 24 „
  - Ruda 54 mm. „ „ 116
- b) Utspädning 1:25, försöket avbröts efter 8 dagar
  - Lax 60 mm. död efter 5 dygn
  - Mört 36 mm. ökad retbarhet, tillfälligt sidoläge
  - Ruda 35 mm. obetydligt ökad retbarhet, tidvis något vacklande sim-  
rörelser.
- c) Utspädning 1:50, försöket avbröts efter 8 dagar
  - Lax 63 mm. något vacklande simrörelser
  - Mört 39 mm. något ökad retbarhet
  - Ruda 49 mm. något ökad retbarhet.

2) Avloppsvatten brunt, starkt skumbildande. Temp. i försökskär-  
len 9—13° C. Mättlig genomluftning. Lösningarna förnyade var 24:e timme. Harts-  
syrereaktion motsvarande c:a 100 mg. hartssyra per liter. Proven neutrali-  
serade.



- a) Utspädning 1:10  
 Lax 63 mm. död efter 18 timmar  
 Mört 45 mm. „ „ 32 „  
 Ruda 61 mm. „ „ 80 „
- b) Utspädning 1:25, försöket avbröts efter 8 dagar  
 Lax 60 mm. död efter 44 timmar  
 Mört 47 mm. „ „ 68 „  
 Ruda 62 mm. något ökad retbarhet, vacklande simrörelser.
- c) Utspädning 1:50, försöket avbröts efter 8 dagar.  
 Lax 60 mm. något ökad retbarhet, tillfälligt sidoläge  
 Mört 36 mm. något ökad retbarhet  
 Ruda 55 mm. tillfälligt något vacklande simrörelser.

*Fabrik nr 3.*

Vid denna fabrik utfällas hartsämnen med svavelsyra i form av "flytande harts". Båda proven äro tagna från stora avloppstuben genom vilken fabriken avfallsprodukter, även mesan, uttömmas med tvättvattnet.

1) Avloppsvatten svagt brunfärgat: Temp. i försökskärnen 1,5—11° C. Mättlig genomluftning. Lösningarna förnyade var 24:e timme. Hartssyre-reaktion motsvarande c:a 30 mg. hartssyra per liter, pH = 7,8.

- a) Utspädning 1:5  
 Lax 50 mm. död efter 78 timmar  
 Mört 41 mm. „ „ 70 „
- b) Utspädning 1:10  
 Lax, mört utan påverkan efter 90 timmar.
- c) Utspädning 1:25  
 Lax, mört utan påverkan efter 90 timmar.
- d) Utspädning 1:50  
 Lax, mört utan påverkan efter 90 timmar.

2) Avloppsvatten svagt brunfärgat. Temp. i försökskärnen 10—12° C. Mättlig genomluftning. Lösningarna förnyade var 24:e timme. Hartssyre-reaktionen motsvarande c:a 30 mg. hartssyra per liter, pH = 7,8.

- a) Utspädning 1:5  
Lax 72 mm. död efter 17 timmar  
Mört 44 mm. sidoläge efter 96 timmar  
Ruda 72 mm. ej påverkad efter 96 timmar.
- b) Utspädning 1:10  
Lax, mört, ruda ej påverkade efter 96 timmar.
- c) Utspädning 1:25  
Lax, mört, ruda ej påverkade efter 96 timmar.
- d) Utspädning 1:50  
Lax, mört, ruda ej påverkade efter 96 timmar.

En jämförelse mellan giftverkan hos avloppsvattnet från de två sista fabrikerna visar, att densamma var väsentligt starkare hos den fabrik, där harts avskiljdes som hartssåpa, samtidigt som avloppsvattnet i detta fall var betydligt kraftigare brunfärgat och starkare alkaliskt än vid fabriken med framställning av "flytande harts". Vid den senare fabriken användes dock en större kvantitet vatten per ton framställd massa än vid den förra. Om den svagare giftverkan således verkligen sammanhänger med de olika metoderna för hartsämnenas avskiljande vill jag låta vara osagt, även om så kan tänkas vara förhållandet.

*Ebeling* har, som framhållits, undersökt verkan av skilda ämnen eller ämnesgrupper ingående i harts från barrträdsved. Hartssyrorna komma härvidlag i första hand i fråga. 5 mg. lit. dödade inom 20—50 timmar abborre och mört. 2 mg. lit. hade ingen påvisbar verkan.

I hartset ingående eteriska oljor visa också en stark giftverkan fr. o. m. 5 mg. lit., men ingå i betydligt mindre mängd i hartset och sannolikt endast obetydligt i avloppsvattnet. Fett och vaxämnen visa i regel ingen starkare giftverkan och undersöktes icke. Någon giftverkan av i veden förefintliga garvämmen skall enligt *Ebeling* icke föreligga. *Klingstedt* har (1933) vid en undersökning kunnat fastslå hartssyrornas väsentliga betydelse som skadefaktor i vattendragen och samtidigt pekat på en reaktion på hartssyror enligt *Cohen*, vilken lämpligen kunde användas för att kolorimetriskt fastställa halten av hartssyra i vattnet. Vid av mig sedermera utförda försök över avloppsvattnets giftverkan har jag i regel också, som framgår av nedan lämnade redogörelse, bestämt reaktionen på hartssyror och då enligt denna metod. *Cohens* reaktion är baserad på att harts i kloroformlösning behandlad med klorosulfonsyra ger en kraftig "violett färgning". Som jämförelse-substans använde *Klingstedt* ren pinabietinsyra. Kolorimetrin utföres lämp-



ligen i mycket utspädda lösningar. Det visade sig tillfyllestgörande att använda torrsubstansen av 1 lit. vatten. Utöver dessa upplysningar i *Klingstedts* uppsats har jag under hand erhållit upplysning, att till den i kloroform upplösta indunstningsresten sättes lämpligen lika stor volym "reagens", vilket bör utgöras av 4 delar klorosulfonsyra och 20 delar kloroform. Under mitt arbete med dessa analyser ha följande synpunkter av intresse för metodens utveckling framkommit.

1. Vattenprov, som skall undersökas på hartssyra, göras svagt alkaliska med NaOH och indunstas på vattenbad *snarast möjligt* efter provtagningen. Vid uppbevaring av proven, särskilt vid högre temperatur (rumstemperatur) sönderdelas hartssyrorna på biologisk väg efter hand. Torrsubstansen av 1 liters prov löses lämpligen i 10 cc. kloroform. Efter en dylik koncentrerings (100 gånger) kan vattenprov med en ursprunglig hartssyremängd ned till c:a 0,5 mg. lit. bestämmas. I regel torde emellertid vattenprov av  $\frac{1}{2}$  lit. vara tillräckligt för hartsbestämningen. I så fall löses torrsubstansen i 5 cc. kloroform. Vid direkta prov av avloppsvatten är 100 cc. i regel fullt tillräckligt.

2. Kolorimetreringen bör utföras relativt snabbt efter tillsatsen av klorosulfonsyran. Sedermera bleknar färgen efter hand och får en dragning åt brunt samtidigt som en viss bottenfällning uppstår.

3. Viktigt för erhållande av rena rödvioletta färgnyanser är, att såväl kloroform, reagens som indunstningsrest äro vattenfria.

4. "Reagenset", alltså klorosulfonsyran i kloroform, bör vara färglös. Vid användande av äldre klorosulfonsyra (eventuellt förorenad) erhålles en gul färgning av reagenset.

5. Upplösande av indunstningsresten i kloroform vållar ibland svårigheter. Detta gäller särskilt vid direkta prov av avloppsvatten då en hård indunstningsrest bildas. Ur denna löser kloroformen blott långsamt och ofta ofullständigt ut hartsämnen. Lösningen blir även lätt missfärgad (gul), vilket stör vid den senare kolorimetreringen. Bättre resultat erhålles i dylika fall om hartserna utlösas med blandningen av kloroform och reagens, alltså först efter klorosulfonsyrans tillsats, varefter lösningen filtreras genom glasull och kolorimetreras.

6. För reaktionen tages 2 cc. av provlösningen och tillsättes 2 cc. av klorosulfosyrereagenset. Härtill användes lämpliga smala reagensrör med märke vid 2 och 4 cc.

Visar sig provet innehålla mer än 5 mg. lit. hartssyra, vilket i kloroformlösningen motsvarar 500 mg./lit. utspädes denna med lämplig mängd kloroform + reagens, då nämligen färgen vid högre halt hartssyra blir allt för intensiv för kolorimetreringen.

Tab. 4. Giftverkan av hartssyra (pinabictinsyra). Temp. 8–13° C. Genomluftning. Lösningarna förnyade dagligen.

(Giftwirkung von Harzsäure (Pinabictin-säure). Temp. 8–13° C. Durchlüftung. Die Lösungen täglich erneuert.)

	Kontroll:	I. 50 mg./lit.	II. 25 mg./lit.	III. 10 mg./lit.	IV. 5 mg./lit.	V. 2 mg./lit.
Efter timmar	Rent Målarvatten.	B. = 92 mm. M. = 68 ” R. = 75 ” Lg. = ca 25 mm. Dm.	B. = 85 mm. M. = 64 ” R. = 87 ” Lg. = ca 25 mm. Dm.	B. = 90 mm. M. = 74 ” R. = 74 ” Lg. = 25 ” Dm.	B. = 73 mm. M. = 66 ” R. = 65 ” Lg. = 25 ” Dm.	B. = 88 mm. M. = 65 ” R. = 74 ” Lg. = ca 25 mm Dm.
3	B, M, R, Lg, Dm, ej påverkade	B, M = f. a.	B = f. a., R = f. a.	B = t. s.	B = f. a., M = t. s.	—
6	”	Bäckröding död M = k. s. or.	Bäckröding död Mört död	B = k. s., M = t. s.	B = k. s., M = r.	B = f. a.
8	”	Mört död, R = f. a. Lg. död (10 tim.)	R = k. s. or.	B = k. s. or, M = f. a.	B = k. s. or, M = t. s.	B = f. a.
20	”	Ruda död	Ruda död, Lg. död	Bäckröding död	Bäckröding död	(Lg = uppätet)
24	”	”	M = k. s., R = f. a.	M = k. s., R = f. a.	M = f. a.	
26	”	”	M = k. s., R = f. a.	M = k. s., R = f. a.	M = f. a.	
28	”	”	M = k. s., R = f. a.	M = k. s., R = f. a.	M = t. s.	
32	”	”	M = k. s., R = f. a.	Mört död, R = f. a.		
44	”	”	R = f. a.	R = f. a.	R = f. a.	M = f. a.
48	”	”	R = f. a.	R = f. a.	R = f. a.	M = f. a., Dm. lever
70	”	Daphnia död	Dm. lever	Lg och Dm lever, R = f. a.	M, R = f. a., Lg och Dm. lever	B, R = utan på- verkan

Anm. f. a. = till synes ej påverkad.

v. s. = vacklande simrörelser.

t. s. = tillfälligt sido- eller ryggläge.

r. = rusar mot ytan och sjunker tillbaka.

1 Med gulsäcken delvis kvar.

kr. = krampaktiga ryckningar.

k. s. = konstant sido- eller ryggläge.

or. = oregelbunden andning.



Då, som ovan nämnts, kolorimetreringen bör utföras relativt snabbt underlättas bestämningen väsentligt om en jämförelseserie av beständiga oorganiska färgsaltlösningar kan framställas. En dylik på empirisk väg framställd serie av koboltklorid i svagt saltsur lösning (1 %) med en obetydlig tillsats av järnklorid, motsvarande ganska noggrant den med hartssyrelösningarna erhållna färgskalan. En viss olikhet var dock för handen beroende på att vid tillsatsen av klorosulfonsyre-reagenset en svag emulgering synes uppstå. Betraktas provet vid sidan om färgrören direkt mot dagsljuset eller mot en belyst rent vit yta synes dock detta icke spela någon större roll för bestämningens noggrannhet. Säkerligen kan emellertid metoden förbättras och standardiseras om någon specialist på cellulosa-kemiens område tager hand om densamma.

Försök över giftverkan hos tvenne olika hartssyrepreparat ha även utförts och resultaten ha sammanställts i tab. 4 och tab. 5. I förra fallet användes ett preparat betecknat ren pinabietinsyra, i det senare hartssyrekristaller från "flytande harts" omkristalliserade ur metylalkohol. Hartssyran löstes i svagast möjliga alkaliska lösning. Efter utspädning i de olika försökskärnen till koncentrationer från 50 ned till 2 mg. per lit. neutraliserades de olika lösningarna med utspädd saltsyra till  $\text{pH} = 7,0-7,5$ . Härvid erhöles visserligen någon grumling av vattnet genom utfällning av hartssyra i proven med 50 och 25 mg. per lit. medan dylik icke kunde iakttagas i de svagare lösningarna. I den förstnämnda serien (tab. 4) erhöles en giftverkan vid 5 mg. lit., (bäckröding död efter 20 timmar, men mört och ruda levande efter 70 timmar) som var något svagare än vid *Ebelings* motsvarande försök (abborre och mört dogo inom 20—50 timmar). Ingen giftverkan erhöles vid 2 mg. lit. Vid min försöksserie med preparat ur "flytande harts" erhöles däremot med 2 mg. lit. en starkare giftverkan (tab. 5) med lax död efter 10 timmar, abborre död efter 20 timmar och mört i konstant sidoläge vid försökets slut efter 44 timmar.

Tvenne försöksserier med de olika hartshaltiga produkterna från sulfatfabrikerna, dels hartssåpa (tab. 6), dels flytande harts (tab. 7) visade en väsentligt starkare giftverkan hos det senare preparatet. Av hartssåpan behövdes en lösning med 10 mg. per lit. för att efter 34 och 58 timmar döda respektive bäckröding och mört, medan i de svagare lösningarna, 5 och 2 mg. lit., alla försöksfiskarna levde vid försökets slut efter 58 timmar. Vid försöket med "flytande harts" dogo även vid de svagare koncentrationerna, abborre och lax vid 5 mg., samt lax vid 2 mg., inom loppet av 44 timmar. Att den förut nämnda metoden att bestämma hartssyrereaktionen i vatten och avloppsvatten redan med den utformning den hittills fått synes ge ganska användbara resultat framgår av den relativt goda överensstämmelsen

Tab. 5. Giftverkan av hartssyra från flytande harts. Temp. 10,8—12° C. Genomluftning. Lösningarna förnyade dagligen. pH = 7,0—7,5.

(Giftwirkung von Harzsäure aus 'flüssigem Harz' 10,8—12° C. Durchlüftung. Die Lösungen täglich erneuert. pH = 7,0—7,5.)

Antal timmar	Kontroll:					
	Rent Mälarvatten.	I. 50 mg./lit.	II. 25 mg./lit.	III. 10 mg./lit.	IV. 5 mg./lit.	V. 2 mg./lit.
2	Lx. Lax = 56 mm. A. Abborre = 70 » M. Mört = 40 »	Lx. = 50 mm. A. = 68 » M. = 45 »	Lx. = 49 mm. A. = 89 » M. = 42 »	Lx. = 50 mm. A. = 74 » M. = 46 »	Lx. = 48 mm. A. = 71 » M. = 65 »	Lx. = 54 mm. A. = 80 » M. = 60 »
4	Lx. A. M. ej påverkade	Lax död. Abborre död. Mört död.	Lax död. Abborre död. Mört död.	Lax död. Abborre död. M. = t. s. M. = k. s. Mört död.	Lx. M. = f. a. A = v. s. Abborre död. Lx. = k. s. M. = f. a. Lax död. M. = f. a. M. = f. a.	Lx. = f. a.
6	"	"	"	"	"	"
8	"	"	"	"	"	"
10	"	"	"	"	"	"
20	"	"	"	"	"	"
28	"	"	"	"	"	"
44	"	"	"	"	"	"

Ann. f. a. = forcerad andning.

v. s. = vacklande simrörelser.

t. s. = tillfälligt sido- eller ryggläge.

r. = rusar mot ytan och sjunker tillbaka.

k. s. = konstant sido- eller ryggläge.

Lx. = k. s.  
Lax död.  
Abborre död.  
M. = k. s.  
M. = k. s.



Tab. 6. Giftverkan av hartssäpa. Temp. 9—12° C. Genomluftning. Lösningarna förnyade dagligen.  
pH = 7,0—7,5.

(Giftwirkung von Harzseife. Temp. 9—12° C. Durchlüftung. Die Lösungen täglich erneuert. pH = 7,0—7,5.)

Antal timmar	Kontroll: Rent Mälarvatten.		I. 50 mg./lit.		II. 25 mg./lit.		III. 10 mg./lit.		IV. 5 mg./lit.		V. 2 mg./lit.	
	B. Bäckröding = 85 mm. M. Mört = 66 » R. Ruda = 72 »	B. = 95 mm. M. = 62 » R. = 75 »	B. = 90 mm. M. = 56 » R. = 75 »	B. = 86 mm. M. = 65 » R. = 73 »	B. = 75 mm. M. = 60 » R. = 73 »	B. = 85 mm. M. = 60 » R. = 71 »						
1	B. M. R. ej påver- kade	B = f. a., M = f. a.										
2	"	B = k. s. or., M = f. a.	B = k. s.									
4	"	Bäckröding död Mört död	Bäckröding död, M = k. s., R = f. a. Mört död, R = v. s.									
8	"	R = k. s.	Ruda död									
20	"	"	"									
24	"	"	"									
27	"	"	"									
30	"	"	"									
34	"	"	"									
46	"	"	"									
58	"	"	"									

Anm. f. a. = forcerad andning.

v. s. = vacklande simrörelser.

t. s. = tillfälligt sido- eller ryggläge.

r. = rusar mot ytan och sjunker tillbaka.

kr. = krampaktiga ryckningar.

k. s. = konstant sido- eller ryggläge.

or. = oregelbunden andning.

B. M. R. ej påver-  
kade

B, M = f. a.

B = k. s. or.

B = t. s., M = f. a.

B, M, R = t. s.

B = k. s., M = t. s.

B = k. s., M, R =

t. s.

Bäckröding död,

M, R = t. s.

M = k. s., R = t. s.

Mört död, R = t. s.

R = t. s.

B = f. a., M = kr.

R = t. s.

B = f. a., M = kr.

R = t. s.

B = f. a., M = kr.

R = t. s.

Tab. 7. Giftverkan av "flytande harts". Temp. 10,8—12° C. Genomluftning. Lösningarna förnyade dagligen. pH = 7,0—7,5.

(Giftwirkung von "flüssigen Harz". Temp. 10,8—12° C. Durchlüftung. Die Lösungen täglich erneuert. pH = 7,0—7,5.)

Antal timmar	Kontroll: Rent Målarvatten.		I. 50 mg./lit.		II. 25 mg./lit.		III. 10 mg./lit.		IV. 5 mg./lit.		V. 2 mg./lit.	
	Lx. Lax = 56 mm. A. Abborre = 70 » M. Mört = 40 »	Lx. = 44 mm. A. = 70 » M. = 48 »	Lx. = 57 mm. A. = 68 » M. = 43 »	Lx. = 50 mm. A. = 71 » M. = 39 »	Lx. = 52 mm. A. = 68 » M. = 44 »	Lx. = 54 mm. A. = 68 » M. = 65 »						
2	Lx. A. M. utan på- verkan	Lx = k. s. A. = f. a. M. = f. a. Lax död. Mört död.	Lx = k. s. A. = f. a. M. = f. a. Lax död. Abborre död. Mört död.	Lx. = k. s. A. = f. a. Lx. M. = k. s. A. = f. a. Lax död. A. = f. a. M. = k. s. Mört död. A. = r. Abborre död.	Lx. A. M. utan på- verkan	Lx. A. M. utan på- verkan						
4	"	"	"	"	"	"						
6	"	"	"	"	"	"						
8	"	"	"	"	"	"						
10	"	"	"	"	"	"						
20	"	"	"	"	"	"						
28	"	"	"	"	"	"						
44	"	"	"	"	"	"						

*Ann.* f. a. = forcerad andning.

t. s. = tillfälligt sido- eller ryggläge.

r. = rusar mot ytan och sjunker tillbaka.

k. s. = konstant sido- eller ryggläge.

or. = oregelbunden andning.

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan

Lx. A. M. utan på-  
verkan



mellan giftverkan och hartssyrereaktion i försöken med avloppsvatten jämförda med desamma hos hartssyrepreparaten och de hartshaltiga fabriksprodukterna. De vid försöken använda fiskslagens olika känslighet mot sulfatfabriksvatten och hartsämnen skall jag återkomma till något senare. Av dessa försök framgår emellertid med all önskvärd tydlighet i likhet med resultatet av *Ebelings* och *Klingstedts* undersökningar, att förekomsten av hartsämnen i sulfatfabrikens avloppsvatten måste betraktas som en av de väsentligaste orsakerna till dettas skadeverkan.

### B. Åtgärder mot skadegörelse på fisk.

En av de vanligaste åtgärderna mot avloppsvattnets skadeverkan är mesans avskiljande och uppläggande på land. Mesan utgöres väsentligen av kalciumkarbonat och erhålles som avfallsprodukt vid alkaliåtervinningen. Den är i regel något förorenad av bl. a. svavelföreningar. Vid de fabriker, där mesan får följa med avloppsvattnet ut, erhålles en mera omfattande inverkan på bottendjur och bottenbeskaffenheten än vid de fabriker, där mesan kvarhålles på land. Botten blir steril och illaluktande. Dock är i regel denna skadeverkan betydligt mera begränsad än vad fallet är med giftverkan hos vattnet. Höjning av vattnets pH-värde genom det något alkaliska avloppsvattnet till eller över 9,0 har på något mera betydande avstånd från avloppet endast påträffats vid en av de undersökningar jag utfört. Giftverkan av de organiska ämnena i sulfatvattnet måste följaktligen vara det väsentliga, och som visats spela härvid hartsämnen en mycket framträdande roll. Denna giftverkan är huvudsakligen knuten till ytvattnet och de övre vattenlagren, vilket jag även haft tillfälle konstatera vid olika försök med fiskar utsatta i burar på olika djup utanför sulfatfabriker. Särskilt markerat är detta vid kustfabrikerna, där vattnets större specifika vikt motverkar uppblandningen mot djupet. Under vintern då is förhindrar vågrörelse och luftens kontakt med vattnet, är denna skiktning i ett starkare förorenat ytskikt och ett renare vatten utan giftverkan i de undre vattenlagren mycket utpräglad.

Närmare fabriken dör sålunda en provfisk utsatt strax under isen ganska snabbt under samma symptom som vid försöken med hartssyrepreparaten, medan en fisk på samma ställe på djupare vatten förblir opåverkad. Längre ut från fabriken avtar givetvis giftverkan, men även på ganska stora avstånd från denna kan ytvattnet ha en tydlig påverkan i så måtto, att den, som jag tidigare framhållit i en annan uppsats, ger fisken bismak av avloppsvattnet.

Det måste således anses som en viktig åtgärd från sulfatfabrikernas sida



att så vitt möjligt nedbringa halten av hartsämnen i avloppsvattnet. Det synas av försöken sid. 24 vara möjligt, att metoden med frånskiljande av dessa ämnen i form av flytande harts genom utfällning med svavelsyra medför ett mindre giftigt avloppsvatten än vid framställningen av hartssäpa. Tydligt räcker det dock icke i vissa fall med den driftsmässiga utvinningen av hartsprodukterna, utan torde en speciell behandling av avloppsvattnet, innan det utsläppes i vattendraget, vara nödvändig. För ett laboratorieförsök, som möjligen kan ge uppslag till en praktiskt genomförbar metod, redogöres i det följande. Tillsättes till avloppsvattnet en stark syra — lämpligast svavelsyra — utfällas hartssyrorna jämte en del andra ämnen i form av en ljusbrun flockig fällning. De utförda försöken avse närmast att visa hur stark surgörning, som är nödvändig för att denna utfällning skall bli tillräckligt effektiv att förhindra giftverkan å fisk.

Avloppsvattnet befriades från fibern. Till viss kvantitet av detsamma sattes konc. svavelsyra i olika mängd. De så behandlade proven fingo stå över natten, varefter den uppkomna fällningen mer eller mindre fullständigt avsatte sig på botten av flaskorna. Härefter avdekanterades den över bottenfällningen befintliga vätskan och utspäddes med Mälarsvatten i förhållandet 1:3. Sedan tillsattes natronlut till dess ett pH-värde av 6,8 erhöles.

Följande parallellförsök utfördes (jmf. tab. 8):

1) Kontroll. Anstaltens vattenledningsvatten vars pH-värde, 7,3, genom tillsats av några droppar utspädd svavelsyra sänkts till 6,8.

2) Avloppsvattnet (pH-värde = 9,8) utspäddes i förhållandet 1:3 samt tillsattes droppvis utspädd svavelsyra tills dess ett pH-värde av 6,8 erhöles. Denna ytterst svaga surgörning medförde ingen synbar utfällning av hartsämnena och blott mycket svag avfärgning av den bruna färgen på avloppsvattnet.

3) Till avloppsvattnet sattes konc. svavelsyra i förhållandet 1:200. Stark grovflockig fällning erhöles. Vattnet över den bruna bottenfällningen nästan helt avfärgat och klart efter ett par timmar. Utspädningsvatten i förhållandet 1:3. Natronlut tillsattes till dess att pH-värde = 6,8 erhöles.

4) Svavelsyra tillsattes i förhållandet 1:500. Resultatet = 3). Vidare behandling = föregående.

5) Svavelsyra tillsattes i förhållandet 1:1000. Fällningen mera finflockig, dock efter 20 timmar ganska fullständigt avsatt på botten. Vattnet nästan helt avfärgat. Vidare behandling = föregående.

6) Svavelsyra tillsattes i förhållandet 1:1500. Fällning finflockig, till ganska stor del ej avsatt på botten efter 20 timmar. Vattnet guldfärgat. Vidare behandling = föregående.



Tab. 8. Giftverkan av avloppsvatten från sulfatfabrik behandlat med svavelsyra.

(Giftwirkung von Sulfatabwasser mit Schwefelsäure behandelt.)

Efter timmar	Kontroll: Vattenledningsvatten (PH 7.3) surgjort till PH = 6.8	Avloppsvatten (PH = ca 9.8) Utspädning 1:3, surgjort till PH = 6.8	Syra: avloppsvatten 1:200 Utspädning 1:3, alkali tillsatt till PH = 6.8	Syra: avloppsvatten 1:500 Utspädning 1:3, alkali tillsatt till PH = 6.8	Syra: avloppsvatten 1:1000 Utspädning 1:3, alkali tillsatt till PH = 6.8	Syra: avloppsvatten 1:1500 Utspädning 1:3, alkali tillsatt till PH = 6.8	Syra: avloppsvatten 1:3000 Utspädning 1:3, alkali tillsatt till PH = 6.8
		Lax 53 mm. Harr 60 » Mört 65 »	Lax 50 mm. Harr 65 » Mört 75 »	Lax 52 mm. Harr 67 » Mört 45 »	Lax 48 mm. Harr 69 » Mört 45 »	Lax 52 mm. Harr 55 » Mört 38 »	Lax 59 mm. Harr 63 » Mört 37 »
1	L, H, M = ej p.	L, H, M = något forceerad andning L = k. s., H, M = t. s.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = livlig andning
3	L, H, M = ej p.	L = k. s., H, M = t. s.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.
6	L, H, M = ej p.	Lax död. H, M = k. s.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L = t. s., H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.
14	L, H, M = ej p.	Harr död. Mört död.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, M = k. s., H = t. s.
17	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L = t. s., H, M = ej p.	Lax död. H, M = t. s.	Lax död. Mört död. H = k. s.
22	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	Lax död. H, M = t. s.	Harr död.
40	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	H = t. s.	—
47	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	H = t. s.	—
70	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	H = ej p.	—
102	L, H, M = ej p.	—	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	L, H, M = ej p.	H = ej p.	—

Amn. ej p. = till synes ej påverkad.  
t. s. = mera tillfälligt sidoläge (ryggläge).  
k. s. = mera konstant sidoläge (ryggläge).

7) Svavelsyra tillsattes i förhållandet 1:3000. Obetydlig, mycket finflockig fällning. Bottensats efter 20 timmar obetydlig. Vattnet guldfärgat. Vidare behandling = föregående.

I vardera av de sju proven insattes en laxunge, en harrunge och en mörtunge. Försöket fick sedan pågå under fyra dygn. Måttlig genomluftning av försökskärnen ägde rum.

Den olika starka giftverkan i de sex parallell-serierna framgår tydligt av tab. 8. Vid den ytterligt svaga surgörningen av avloppsvattnet till  $\text{pH} = 6,8$  var giftverkan fortfarande relativt stark med försöksfiskarna döda efter respektive 6 och 14 timmar. Efter fällning med syra i förhållandet 1:200 och 1:500 samt därefter neutralisering till  $\text{pH} = 6,8$  var giftverkan helt försvunnen. Detsamma gäller praktiskt taget även för serien med 1 del syra på 1000 delar vatten även om laxungen i denna serie tillfälligt visade svag påverkan. Svagare surgörning 1:1500 och 1:3000 visade sig däremot icke fälla hartsytan tillräckligt effektivt för att upphäva giftverkan. Minst en del svavelsyra på 1000 delar avloppsvatten visade sig således i detta fall vara nödvändig för att uppnå tillfredsställande resultat. Även om en dylik behandling av hela kvantiteten avloppsvatten vid våra stora fabriker uppgående till flera tiotal kubikmeter i minuten ej kan ifrågakomma, kunde det väl tänkas, att någon mindre del av avloppsvattnet, särskilt rikt på hartsämnen, utsattes för en dylik rening och därefter det från harts befriade sura vattnet neutraliserades genom att sammanledas med det alkaliskt reagerande avloppsvattnet för övrigt. Den för reningen behövlige svavelsyran kan sannolikt framställas inom fabriken utan stora kostnader. Givetvis blir det fabriken egen sak att närmare undersöka möjligheterna för en dylik åtgärd. Sedan det nu påvisats, vilken stark skadeverkan avloppsvattnets halt av hartsämnen medför, bör det ligga i fabriken eget intresse för att icke säga vara dess skyldighet att försöka nedbringa densamma i den mån det kan genomföras inom ekonomiskt rimliga gränser.

Vid många av våra större industrier finnes numera såväl sulfit- som sulfatfabrik. Det ligger därför nära till hands att tänka sig möjligheten att med hjälp av den sura sulfitluten fälla ut hartsen i avloppsvattnet från sulfatfabriken. Tyvärr visar utförda försök, att sulfitlutens syrahalt icke synes vara tillräcklig för detta ändamål.



### III. Olika fiskslags känslighet för cellulosa-avloppsvatten.

Försök med fiskar utsatta i burar nedanför sulfit- och sulfatfabriker samt direkta nätfiskeförsök ha ytterligare styrkt det förut kända förhållandet att s. k. laxartade fiskar, laxöring, laxungar, sik och harr o. a. äro betydligt mera känsliga för dessa fabriksvatten än mörtartade fiskar, mört, id, braxen, löja samt även gädda och abborre. Ganska rika nätfångster av den sistnämnda gruppen fiskar har således, när det gäller sulfitfabrikerna erhållits i ganska starkt förorenade vatten, medan fiskar tillhörande den första gruppen samtidigt helt saknats. Även utanför sulfatfabrikerna, visserligen på vederbörligt avstånd från avloppen men dock i tydligt förorenat vatten, är förekomsten av fisk tillhörande den sistnämnda gruppen ofta ej obetydlig, medan här i mycket större utsträckning än vid sulfitfabrikerna en mycket generande smakförsämring av fisken dock samtidigt brukar vara för handen.

Vid försöken över avloppsvattens och hartsföreningarnas giftverkan har huvudsakligen ungar av lax, bäckröding, harr, abborre, mört och ruda kommit till användning. Av uppgifterna å sid. 6 och i tabellerna 4—8 framgå tydligt dessa fiskars olika känslighet för giftämnena. Av de laxartade fiskarna har laxungen och bäckrödingen i praktiskt taget alla de utförda försöken först fått släppa livet till, medan harren visat sig något mera motståndskraftig. Abborren har i regel varit känsligare än mörten och dammrudan har visat en utomordentligt mycket större motståndskraft än alla de övriga försöksfiskarna. Som ett karakteristiskt exempel kan nämnas försöket med sulfitlut (sid. 6). Vid detta var surhetsgraden ( $\text{pH} = 4,0$ ) den starkast verkande faktorn. Laxungen dog efter 30 minuter, mörten efter 90 minuter och rudan först efter 12 timmar. Ett annat karakteristiskt exempel över giftverkan av hartssåpa kan hämtas från tab. 6. Vid en halt av 25 mg. lit. dog bäckrödingen efter 4 timmar, mörten efter 8 timmar men rudan först efter 24 timmar. Av tab. 4 över försöket med hartssyra framgår det intressanta faktum, att relativt nykläckt laxöringsyngel med gulsäcken ännu delvis kvar var betydligt mera motståndskraftigt än de äldre fiskungarna. Således dog vid 25 mg. lit. bäckröding och mört efter 6 tim. medan ruda och laxöringyngel först efter 20 timmar upphörde att leva. Vid en svagare koncentration av 10 mg. lit. dog bäckrödingen efter 20 timmar, mörten efter 32 timmar, medan såväl rudan som laxöringynglet fortfarande levde vid försökets avbrytande efter 70 timmar.

I denna försöksserie (tab. 4) prövades även giftverkan på *Daphnia magna*. Detta lilla kräftdjur, som enligt *Naumann's* ingående undersökningar visat sig vara ytterligt känsligt för påverkan av särskilt oorganiska gifter såsom



metallsalter, syror m. m. visade sig däremot vara i hög grad okänsligt för hartssyran. I den starkaste lösningen 50 mg. lit. dog densamma först efter 70 timmar, i lösningen med 25 mg. lit. var den fortfarande icke påverkad efter 70 timmar, medan samtliga försöksfiskar, även rudan, dött redan efter 20 timmar i båda serierna. Som indikator på vattnets giftverkan på fiskarna nedanför en sulfatfabrik är således *Daphnia magna* oduglig.

Förgiftningsbilden vid inverkan av sulfatavloppsvatten eller av hartspreparaten har jag funnit vara densamma som beskrivits av *Ebeling*. Fisken visar balansrubbingar, krampartade simrörelser, rusning upp mot ytan åtföljda av sido- eller ryggläge på botten eller uppe i vattnet. Till en början ökas retbarheten starkt för att så småningom åter avtaga. Döden följer, sedan fisken legat någon tid stilla på botten eller i ytan (mört), under svag oregelbunden andning. *Ebeling* kunde genom försök visa, att hartsämnen icke upptagas genom tarmkanalen. Sannolikt är således, att desamma upptagas genom gälarna och sedan övergå i blodet och påverka nervsystemet. Det kan förefalla märkvärdigt, att så små mängder hartssyra som 5 och t. o. m. 2 mg. per lit. vatten kan ha en så stark giftverkan på fisk, som konstaterats vara fallet. Troligen är förklaringen den att hartssyran anrikas i blodet så att fisk som uppehåller sig i t. ex. en 5 mg:s lösning efter hand erhåller en betydligt starkare koncentration i blodet. Med tillhjälp av den förut beskrivna kolorimetriska metoden för bestämning av hartssyra torde det ej vara omöjligt att direkt fastställa en dylik anrikning i blodet.

Fiskar påverkade av syrgasbrist visa, som sedan länge är känt, väsentligt andra symptom. De söka sig vid starkt sjunkande syrgasvärden upp i vattenytan och snappa efter luft. Då döden inträffar har fisken en typisk s. k. kvävställning med munnen uppspärriad och gällocken starkt utpressade åt sidorna. Fiskroppen är de närmaste timmarna efter döden stel. Vid de tillfällen jag haft att iakttaga pågående fiskdöd nedanför en sulfatfabrik ha dessa symptom varit för handen.

Trots dessa olikheter i symptomen är överensstämmelsen mellan olika fiskslags känslighet mot syrgasbrist och mot direkt giftverkan påfallande stor. Detta torde gälla inte blott hartsämnen utan även andra gifter, som närmast påverka fiskens nervsystem. Förklaringen till denna överensstämmelse är sannolikt den, att hos fiskar med ett starkare behov av syrgas också övergången av giftämnet genom gälarna i blodet förlöper snabbare eller med andra ord, att den nödiga koncentrationen av detta ämne i blodet lättare når upp till den styrka, som erfordras för att utlösa förgiftningssymptomen. Tydligt bör det vara den koncentration, som är för handen inom fiskroppen, alltså i blodet eller andra kroppsvätskor, som i sista hand är den avgörande härför och icke direkt koncentrationen av detta ämne i det omgivande mediet.



## Zusammenfassung.

In dieser Arbeit hat der Verfasser experimentelle Versuche über die Wirkung der Abwässer der Sulfit- und Sulfatzellstofffabriken auf Fische zusammengestellt. Die Ergebnisse von vielen Untersuchungen im Freien bei schwedischen Zellstofffabriken werden hier nur ganz oberflächlich erwähnt.

### Versuchsfische:

	<i>Deutsch.</i>	<i>Schwedisch.</i>
<i>Perea fluviatilis</i>	Barsch	abborre
<i>Salmo salar</i>	Lachs	lax
„ <i>fontinalis</i>	Bachsaibling	bäckröding
<i>Thymallus vulgaris</i>	Aesche	harr
<i>Cyprinus carassius</i>	Karausche	ruda
<i>Leuciscus rutilus</i>	Plötze	mört
<i>Alburnus lucidus</i>	Ukelei	löja

### *In dieser Arbeit erwähnten übrigen Fische:*

<i>Coregonus</i>	Maräne	sik
<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	karp
<i>Leuciscus idbarus</i>	Aland	id
<i>Abramis brama</i>	Blei	braxen
<i>Esox lucius</i>	Hecht	gädda

Für die Versuche wurde die Abwässer mit filtriertem Mälarseewasser verdünnt. Dieses Wasser hat ein pH = 7,3—7,8 und eine Alkalitet = 1,0 cc. 1 n.HCl/1. Durchlüftung wurde mit Ausnahme für die Versuche über Sauerstoffzehrung angebracht. In der Regel wurden die Mischungen und Lösungen täglich erneut. Die Versuchsfische hatten eine Länge von 4—10 cm.

## Versuche mit Sulfitzellstoffabwässern.

### Säurewirkung.

*Ebeling* hat auf die geringe direkte Giftwirkung der Lauge einer Sulfitspiritusanlage hingewiesen. Bei meinen Versuchen wurde die saure Sulfitlauge benutzt. Durch Neutralisierung wurde die Wirkung auf die Fische sehr

herabgesetzt (Seite 6). Die grosse Bedeutung des Säurebindungsvermögens des Wassers für die Neutralisierung der sauren Lauge in den Gewässern geht von den pH-Werten in Tab. 1 und von den pH-Kurven in Fig. 2 deutlich hervor. In Schweden, wo die Gewässer in einem grossen Ausmasse sehr niedrige Alkalitet (0,1—0,3) und Kalkgehalt (3—6 mg. CaO/l.) haben, bewirkt auch nicht selten die Sauermachung durch die Sulfitfabriksabwässer eine direkte Schädigung für die Fischerei. Der Verfasser fand mehrmals besonders im Winter ein pH von nur 4,7—5,0 auch in ziemlich grosser Entfernung unterhalb der Fabriken.

### **Die Sauerstoffzehrung durch die Lauge und die Zellulosefaser.**

Neuerdings hat *Silversparre* (1933) infolge Versuche mit Absorption von Luftsauerstoff gemeint, dass die Lauge (von einer Sulfitspiritusanlage) ganz ohne Bedeutung für die Sauerstoffzehrung wäre. Der Sauerstoffschwund bezog er ganz auf die Faserstoffe und zwar hauptsächlich auf eine unorganische Absorption des Sauerstoffs von den Fasern. Meine Zehrungsversuche mit von Fasern entledigten saure Lauge und Spirituslauge und mit Fasern ohne Lauge zeigen aber eindeutig, dass diese Schlussfolgerung von *Silversparre* falsch ist. Die Versuche wurden in zwei Serien teils mit geschlossenen gewöhnlichen Sauerstoffflaschen, teils mit grösseren offenen Flaschen angesetzt. In der ersten Serie wurde mit einer Laugekonzentration von 1:1000 und eine Faserstoffmenge von 200 mg./l., in der zweiten Serie mit etwas grösseren Konzentrationen 1:200 und 1:500 und mit einer Faserstoffmenge von 5 gr./l. gearbeitet. Die O<sub>2</sub>-Bestimmung wurde nach die Brommethode von *Alsterberg* ausgeführt. In der letzten Versuchsserie wurde gleichzeitig mit den Sauerstoffbestimmungen die Wirkung auf kleine Plätzen geprüft. Tab. 2 und 3 und die Sauerstoffkurven in Fig. 3 und 4 zeigen die starke Sauerstoffzehrung der Laugemischungen. Die Zehrung setzt in den Spirituslaugemischungen mehr momentan ein, geht aber viel schneller zurück als in den entsprechenden Verdünnungen der saure Sulfitlauge (Fig. 4). Im Wasser aufgeschwemmten Faserstoffe spielen eine nur unbedeutende Rolle für den Sauerstoffschwund (Fig. 3), während grössere Fiberablagerungen am Boden allmählich einen starken Sauerstoffmangel (in den Gewässern hauptsächlich im Bodenwasser) hervorrufen können (Fig. 4).

### **Abwasserpilze.**

Durch Versuchen in Aquarien mit starker Durchlüftung wurde experimentell gezeigt, dass die gärfähigen Kohlenhydrate der Lauge wesentlich die



Pilzbildung hervorrufen, was früher *Hofer* u. a. betont haben. Die Sulfitlauge Mischung bewirkte eine üppige Pilzwucherung auf die Zweigen im Aquarium im Gegensatz zu der von den Zuckerarten entledigten Spirituslauge und zu dem Faserstoffe (Fig. 5). Die Faserstoffe bekamen aber allmählich einen ziemlich starken Aufwuchs von Fadenbakterien.

### Kiemenschädigung durch die Zellulosefaser.

Der Verfasser konnte in der Regel keine Holzfasern auf die Kiemen solcher Fische, die in faserstoffhaltigen Wasser unterhalb der Fabriken gefangen wurden, nachweisen. Nur bei kranken Fischen mit starker Schleimbildung an den Kiemen (Säurewirkung?), war dies gelegentlich möglich. Die Harmlosigkeit der Zellulosefaser in dieser Hinsicht wurde auch experimentell durch Halterung von Fischen in Aquarien unter Durchlüftung in stark fiberhaltigen Wasser experimentell gezeigt.

### Versuche mit Sulfatzellstoffabwässer.

Die Sulfatlauge (Schwarzlauge) hat eine vielfach stärkere Giftwirkung auf Fische als die Sulfitlauge. Eine Verdünnung von 1:1000—1:2000 (variierend bei den verschiedenen Fabriken) hat auch nach Neutralisierung eine tödliche Wirkung (Seite 22). Die Wirkung der verdünnten Abwässer von verschiedenen Fabriken und Proben von einer Fabrike bei verschiedenen Gelegenheiten war stark variierend, mit einer tödlichen Wirkung bei Verdünnungen zwischen etwa 1:3 und 1:25. (Seite 23—25.)

*Ebeling* zeigte experimentell die grosse Rolle der Harzstoffen für Fischschädigung durch diese Abwässer. Die Harzsäuren hatten eine tödliche Wirkung bei etwa 5 mg./l. Meine Versuche mit verschiedenen Preparaten von Harzsäuren und Fabriksprodukten — "Harzseife" und "flüssiges Harz", zeigten sogar in zwei Serien eine tödliche Wirkung bei 2 mg./l. (Tab. 5 und 7.)

*Klingstedt* (1933) zeigte auf die Möglichkeit kleine Mengen Harzsäuren im Wasser mit der Reaktion von Cohen (Behandlung von Harzsäuren in Kloroform mit Klorosulfonsäure) kolorimetrisch zu bestimmen. Diese Methode habe ich für die Bestimmung von Harz in der Abwässer der Sulfatfabriken gebraucht. Die Methode scheint doch eine weitere Standardisierung, um ganz sichere Resultate zu geben, zu erfordern. Ein Versuch über die Behandlung der Sulfatabwässer mit Schwefelsäure zeigt, dass eine Zusatzkonz. Säure 1:1000 genügt, um die Harzsäuren effektiv zu fällen und die Giftwirkung zu beseitigen (Tab. 8).



## Die Empfindlichkeit verschiedener Fische.

Meine Versuche bestätigen frühere Untersuchungen über die variierende Empfindlichkeit verschiedener Fischarten gegen Gifte. Die Versuche über die Säurewirkung der Sulfitlauge (Seite 6) und die Giftwirkung von Sulfatabwässer und Harzstoffen (Tab. 4—8) zeigen, dass von meinen Versuchsfischen der Lachs und der Bachsaibling mehr empfindlich sind als die Aesche, dann folgt der Barsch etwas mehr empfindlich als die Plötze und am letzten Ende die Karausche die eine viel grösserer Widerstandsfähigkeit als die übrigen Fische zeigte. Auffällig ist die grosse Parallellitet zwischen der Giftwirkung dieser Stoffe und die Empfindlichkeit derselben Fische gegen Sauerstoffmangel. Tab. 4 zeigt die interessante Tatsache, dass Forellenbrut mit noch nicht resorbiertem Dottersack bedeutend mehr widerstandsfähig gegen die Harzsäuren als die grösseren Lachs- und Plötzejungen war. *Daphnia magna*, der von *Naumann* als eine sehr empfindliche biologische Indikator für verschiedene besonders unorganische Gifte empfohlen wird, zeigte indessen eine viel grösserer Widerstandsfähigkeit gegen die Harzsäuren als die Fische (Tab. 4).

---

## Litteratur.

### *Dahl:*

Vandets surhetsgrad og dens virkninger paa örretyngel. Tidsk. f. det norske Landbruk Nr 7, 1926.

### *Ebeling:*

Untersuchungen über die Wirkung von Zellstoffabrikabwässern auf Fische und Fischnährtiere. Zeitschrift f. Fischerei, Bd 28, Heft 4, 1930.

### *Klingstedt:*

Om inverkan av cellulosafabrikernas avloppsvatten på fiskbeståndet. Pappers- och trävarutidskrift för Finland, 1933.

### *Naumann:*

Flera olika uppsatser över giftverkan på *Daphnia magna*. K. Fysiogr. Sällsk. i Lund. Bd 4, 1934.

### *Schäperclaus:*

Karpfenerkrankungen durch saures Wasser in Heide- und Moorgegenden. Zeitschrift f. Fischerei. Bd 24, Heft 4, 1926.

### *Silfversparre:*

Huru påverkas vattendragen i urbergsområden av cellulosa- och papperstillverkning. Pappers- och trävarutidskrift för Finland. Nr 3, 1932.

### *Vallin:*

Cellulosafabrikerna och fisket. I. Ny Svensk Fiskeritidskrift, Nr 21, 1933.  
Smakförsämring hos fisk. Ibid. Nr 16, 1934.











1911. *O. Nordqvist, Th. Ekman och C. Schmidt*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. III. Dalälven. Nr 163. Pris kr. 1:—.
1914. *Ivar Arwidsson*. Spridda studier över vanliga kräftan. Nr 192. Pris kr. 0:30.
1915. *Fiskerihyrån*. Undersökningar rörande Sveriges fiskerier, fiskar och fiskevatten. Nr 195. Pris kr. 0:50.
- \*) 1917. *Gunnar Alm*. Undersökningar rörande Hjälmarens naturförhållanden och fiske. Nr 204. Pris kr. 1:—.
1918. *Nils Rosén*. Undersökningar över laxen och laxfisket i Norrbottens län. Nr 208. Pris kr. 1:—.
1918. *Ivar Arwidsson*. Från sjön Öjaren. Nr 210. Pris kr. 0:50.
1918. *Nils Rosén*. Om laxöringen i övre Norrland. Nr 212. Pris kr. 0:60.
1918. *Nils Rosén*. Om laxen och laxfisket i Västerbottens län. Nr 214. Pris kr. 1:50.
- \*) 1919. *Gunnar Alm*. Mörrumsåns lax och laxöring. Nr 216.
1919. *Gunnar Alm*. Fiskeribiologiska undersökningar i sjöarna Toften, Testen och Teen (Nerike). Nr 218. Pris kr. 1:75.
- \*) 1920. *Ivar Arwidsson*. Kräftstammen i en källklar sjö i Södermanland. Nr 222. Pris kr. 1:25.
1920. *Nils Rosén*. Om Norrbottens saltsjöområdes fiskar och fiske. Nr 225. Pris kr. 4:25.
1920. *Gunnar Alm*. Resultaten av fiskinplanteringar i Sverige. Nr 226. Pris kr. 3:75.
- \*) 1920. *Ivar Arwidsson*. Om kräftpesten i Sverige. Anteckningar under åren 1907—1919. Nr 229. Pris kr. 4:—.
1921. *David Nilsson*. Några insjöfiskars ålder och tillväxt i Bottniska viken och Mälaren. Nr 231. Pris kr. 1:60.
- \*) 1921. *G. Alm, T. Freidenfelt m. fl.* Klotentjärnarna. Fiskerivetenskapliga undersökningar utförda på uppdrag av Kunvl. Lantbruksstyrelsen. Nr 232.
1922. *T. Freidenfelt*. Undersökningar över gösens tillväxt i Hjälmaren. Nr 235. Pris kr. 2:—.
- \*) 1922. *Gunnar Alm*. Bottenfaunan och fiskens biologi i Yxstasjön m. m. Nr 236. Pris kr. 4:—.
1922. *Christian Hessle*. Om Gotlands kustfiske. Nr 238. Pris kr. 1:75.
1922. *Gunnar Alm*. Fiskeristudier i mellersta Europa. Nr 239. Pris kr. 2:—.
1923. *K. A. Andersson, Chr. Hessle, A. Molander, O. Nybelin*. Fiskeribiologiska undersökningar i östersjön och Bottniska viken. Nr 243. Pris kr. 3:50.
- \*) 1923. *Gunnar Alm*. Virkesflottningens inverkan på fisket. Nr 244. Pris kr. 3:—.
1923. *O. A. Sundberg*. Insjöfiske i Gästrikland. Nr 245. Pris kr. 1:50.
1924. *Christian Hessle*. Bottenboniteringar i inre östersjön. Nr 250. Pris kr. 2:—.
- \*) 1924. *Gunnar Alm*. Laxen och laxfiskets växlingar i Mörrumsån och andra östersjöälvar. Nr 252. Pris kr. 3:50.
1924. *Ivar Arwidsson*. Några mjärdfischen i Svealand. Nr 253. Pris kr. 1:50.
1927. *Christian Hessle*. Sprat and Sprat-Fishery on the Baltic coast of Sweden. Nr 262. Pris kr. 0:75.
1927. *Gunnar Alm*. Undersökningar över Mälarens bottenfauna. Nr 263. Pris kr. 0:75.
1927. *Ivar Arwidsson*. Halländska laxfischen. Nr 266. Pris kr. 2:25.
1927. *Gunnar Alm*. Fiskeristudier i Förenta Staterna och Canada. Berättelse över en studieresa till Nordamerika under år 1926. Nr 267. Pris kr. 2:25.

\*) Upplagan slut.



1927. *Osc. Nordqvist* och *Gunnar Alm*. Uppfödning av laxyngel. Redogörelse över försök vid Kälarnes fiskodlingsanstalt. Nr 268. Pris kr. 1: 25.
1929. *Christian Hessle*. Strömmingsrökning, anläggning och drift av mindre rökerier. Nr 274. Pris kr. 0: 75.
1929. *Gunnar Alm*.Handledning i fiskevård och fiskodling. Nr 275. Pris kr. 0: 75.
1929. *Gunnar Alm*. Undersökning över laxöringen i Vättern och övre Motala ström. Nr 276. Pris kr. 1: 50.
1929. *Sten Vallin*. Sjön Ymsen i Skaraborgs län. Nr 277. Pris kr. 1: —.
1929. *Christian Hessle*. De senare årens fiskmärkningar vid Svenska Östersjökusten. Nr 278. Pris kr. 0: 75.

### NY SERIE.

#### Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket.

1933. *Gunnar Alm*. Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Dess tillkomst, utrustning och verksamhet. Nr 1. Pris kr. 0: 75.
1934. *Gunnar Alm*. Vätterns röding, fiskeribiologiska undersökningar. Nr 2. Pris kr. 0: 75.
1934. *Christian Hessle*. Märkningsförsök med gädda i Östergötlands skärgård åren 1928 och 1930. Nr 3. Pris kr. 0: 50.
1935. *Gottfrid Arvidsson*. Märkning av laxöring i Vättern. Nr 4. Pris kr. 0: 75.

Pris 1 kr.