

MEDDELELSE FRA TRONDHJEMS BIOLOGISKE STATION NR. 3.

LITT OM ENKELTE BENFISKES  
OSMOTISKE TRYK OG DETS FORHOLD  
TIL DET YTRE MILJØ

AV

SIGNE OG SIGVAL SCHMIDT-NIELSEN

(MIT EINEM RESUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE)

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKABS SKRIFTER 1909. NO. 3

AKTIETRYKKERIEET I TRONDHJEM  
1909



## Indledning.

Som et maal for de forskjellige organiske og uorganiske stoffe, der findes opløst i de enkelte cellers flytende indhold, i væsken mellem vævenes enkelte celler og i de i organismen cirkulerende væsker, blod og lymfe, anvender man nu for tiden det osmotiske tryk.

Herved forstaar man ifølge en av VAN'T HOFF indført definition „det tryk, som de i væsken opløste stoffe vilde utøve, hvis alle molekyler med bibehold av sine egenskaper forøvrigt og uten at volumet forandredes overførtes i gasform“. Efter de erfaringer man har fra den fysikalske kemi faar man herved et uttrykk for antallet av tilstedeværende molekyler (og disses joner i den utstrækning molekylerne er dissocierte), altsaa værdier der er av en helt anden art end de man ved en kemisk analyse skaffer sig for den procentiske sammensætning.

Det osmotiske tryk kan bestemmes direkte ved hjælp av en semipermeabel membran, saaledes som først anvendt av plante-fysiologen PFEFFER (jfr. f. eks. ARRHENIUS: *Theorien der Chemie*, Leipzig 1906 s. 138), en fremgangsmaate, der imidlertid ikke alene er meget besværlig og tidsspildende, men som ogsaa fordrer ganske store væskemængder, og desuten gir mindre sikre resultater.

Da den fysikalske kemi har vist os, at der bestaar en direkte relation mellem det osmotiske tryk og den saakaldte frysepunktsdepression, har man imidlertid i dennes fastsættelse fundet et utmærket hjælpemiddel til indirekte bestemmelse av det osmotiske tryk. Man anvender hertil et saakaldt Beckmann-apparat, hvor man fastsætter den temperatur under rent vands frysepunkt, hvor angjældende opløsning fryser, rettere sagt den temperatur, hvor

opløsningen og isen utøver samme damptryk. Denne metode, den kryoskopiske, som er meget bekvem at utføre, kan anvendes for ganske smaa væskemængder. Da den desuten, naar man iagttar visse forholdsregler, gir meget tilfredsstillende resultater, har den fundet utstrakt anvendelse inden fysiologien.

Av frysepunktsdepressionen, som i almindelighet betegnes med  $\Delta$ , kan det osmotiske tryk, P, beregnes som

$$P = \frac{\Delta \cdot 22,4}{1,85}$$

idet en opløsning, der i literen indeholder opløst et grammolekyl av et udissocieret stof og som altsaa har et osmotisk tryk av 22,4 atmosfærer, saavel eksperimentelt som ved beregning har vist sig at motsvare en frysepunktsdepression av 1,85° C. Ved beregningen maa der indføres en korrektion for forskjellen mellem organismens egen temperatur og frysepunktstemperaturen. Da denne i mange tilfælde ikke later sig utføre, sløifer man imidlertid til daglig bruk denne omregning og nøier sig med at angi de eksperimentelt fundne værdier for frysepunktsdepressionen.

I de sidste 10 til 20 aars tid er der av en række fysiologer utført et stort antal frysepunktsbestemmelser av de i de forskjellige dyriske organismer cirkulerende væsker og av vævene hos høiere staaende samt av encellede organismer. Det har herunder vist sig, at det osmotiske tryk har en særdeles stor fysiologisk betydning. Under normale, helt fysiologiske forhold stræber cellerne i den dyriske organisme saavel som de dem omgivende væsker at opretholde et for arten bestemt midlere osmotisk tryk. Den maate, hvorpaa organismen formaar at opretholde sit osmotiske tryk er kun kjendt i ringe utstrækning.

Med hensyn til størrelsen av den fundne frysepunktsdepression skal anføres, at den hos de høiere hvirveldyr ligger fra omkring 0,5° C. til henimot 1° C. Benfiskene har efter de foreliggende undersøkelser vist sig at slutte sig til de høiere hvirveldyr, medens bruskfiskene har en betydelig høiere frysepunktsdepression, nemlig omkring 2° C. En like høi depression har ogsaa de i havet levende hvirvelløse dyr.

Man kan for pattedyrenes vedkommende betrakte det som



fastslaaet, at paavisbare forandringer i det osmotiske tryk er et uttryk for sykelige forandringer, og de skal ikke være særdeles store før de er kritiske for organismens liv.

Med hensyn til de momenter, der betinger størrelsen av det for de forskjellige dyrearter karakteristiske osmotiske tryk, vet man meget litet. Man har vistnok forsøkt at skille mellem de dyriske organismer, der til stadighet lever i vand, og de der ikke gjør det, og heri villet søke en forklaring til de fundne forskjelligheter. Denne gruppering synes imidlertid noget søkt, naar man paa den anden side med fuld grund kan opfatte hver enkelt celle i et mangelcellet landdyr som en i vand levende enkelt organisme, saaledes som f. eks. CLAUDE BERNARD<sup>1)</sup> har gjort det.

Det synes som om der fra et utviklingshistorisk standpunkt kunde være al grund til at anta, at den egentlige aarsak til, at de forskjellige organismer i sine vævsceller skaffer sig et bestemt osmotisk tryk ikke maa søkes i de forholde, under hvilke det fuldt utviklede voksne individ lever, men at man derimot her har at gjøre med en indre for cellerne karakteristisk egenskap. Man maa jo nemlig i denne forbindelse erindre, at alle de dyr, hvis æg ikke utvikles i vand, paa grund av tilstedeværelsen av amniosvæsken dog under sin utvikling er typiske i vand levende organismer, der først senere differentieres til at være landorganismer. Der er foreløbig ingen grund til at tro, at der under fosterlivet skulde eksistere et andet osmotisk tryk i cellerne end under den senere utvikling. Og dette maa jo tydes derhen, at vi her har at gjøre med en primær egenskap. At denne gjennom en lang række av generationer kan forandres, er en anden sak, som imidlertid ikke direkte har noget at gjøre med de spørsmal, som her i første række interesserer os, nemlig visse benfiskes forhold til det varierende ytre miljø.

---

<sup>1)</sup> CLAUDE BERNARD: Leçons sur les Phénomènes de la Vie. Tome 2, Paris 1879.

Siden 1871, da den franske fysiolog PAUL BERT<sup>1)</sup> i et arbeide om aarsakerne til ferskvandsorganismernes død ved overførelse i saltvand behandlede spørsmålet om det gjensidige forhold mellem det indre og det ytre miljø, er der vistnok foretat en række undersøkelser for at klargjøre vandorganismernes forhold til sit medium, saaledes en række arbeider av FREDERICQ, BOTTAZZI o. fl., men der mangler meget paa, at der kan siges at være kastet fuldt lys over dette forhold.

Det maa for de hvirvelløse saltvandsorganismer ansees godtgjort, at det indre miljøes osmotiske tryk iallefald inden ret vide grænser avpasses efter det ytres saltgehalt. Detsamme er ogsaa tilfældet med bruskfiskene. Om disse gruppers virkelige saltvandsformer kan følge det ytre miljø, ogsaa naar dettes saltgehalt gaar lavere end motsvarende det for de rene ferskvandsformer fundne osmotiske tryk, er saavidt vites ikke studert. Det maa kunne forutsættes, at det osmotiske tryk ikke under nogen omstændighet kan synke under en værdi for frysepunktsdepressionen av omkring 0,5<sup>o</sup> C. d. v. s. den midlere værdi som er fundet for de høiest differentierede dyr, hvor en avhengighet av det ytre miljø forlængst er utelukket.

Medens som bekjendt selachierne ikke vandrer op i ferskvand (og heller ikke er kjendt som ferskvandsformer), er der ikke saa faa benfiske, der vandrer fra saltvand til ferskvand og omvendt, saaledes laks, aal, skrubbeflyndre m. fl. Dette fysiologisk særdeles interessante forhold, med en veksling av det ytre miljøes saltgehalt fra flere procent til praktisk talt saltfrihet eller en veksling i det osmotiske tryk av op til 20 atmosfærer eller mere, har mærkelig nok hittil enten ikke eller kun i meget liten utstrækning været gjenstand for systematiske undersøkelser, medens bruskfiskenes forhold ved forandring av det ytre miljøes osmotiske tryk gjentagne gange har været undersøkt. Efter at vi hadde avsluttet de undersøkelser, der skal omtales her, har DAKIN offentliggjort nogle undersøkelser, som tar sigte paa at vise det ytre miljøes indflydelse paa det osmotiske tryk hos benfiskene (se nedenfor).

<sup>1)</sup> P. BERT: Sur les Phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. *C. R. Acad. Sc. Tome 73, 1871.*

Efter de i litteraturen foreliggende data over det osmotiske tryk hos benfiskene skulde ferskvandsformerens blod gjennemsnitlig ha en frysepunktsdepression av omkring  $0,5^{\circ}$ , medens for saltvandsformerne gjennemsnittet skulde ligge mellem  $0,7-0,8^{\circ}$  C. Det kunde derfor antas, at saltvandsformerne ved at overføres til et saltfrit medium skulde indstille sig paa den lavere frysepunktsdepression.

For at konstatere, hvorvidt dette var tilfældet har vi sommeren 1908 foretat en del undersøkelser over skrubbeflyndrens forhold ved overførelse i ferskvand. De herved fundne resultater førte os nærmest til den slutning, at der ikke bestaar nogen distinkt forskjel mellem den numeriske værdi av frysepunktsdepressionen hos saltvands- og ferskvandsbenfiske, og at man endvidere, iallefald for skrubbeflyndrens vedkommende, nærmest maa tale om en isolation fra det omgivende medium og ikke om en avhængighet av dette, ihvorvel det ved en mindre indgaaende undersøkelse skulde synes, som om en avhængighet eksisterer.

Vore undersøkelser er utført med bidrag av Rathkes legat. Det er os ved denne anledning ogsaa særdeles kjært at uttale vor tak til bestyreren av Trondhjems biologiske station, konservator O. NORDGAARD for al den velvilje og elskværdighet han viste vort arbejde, og likeledes til Ingeniør OTTO SCHULZ og frue, ved hvis gjæstfrihet og velvilje vi i høifjeldsvandet Grønningen fik adgang til et fortrinligt levende materiale av ørret og rø.

Før vi gaar over til at omtale vore undersøkelser over skrubbeflyndrens osmotiske tryk under ophold i ferskvand og i tilslutning til disse nogle undersøkelser, som viser, at ferskvandssalmoniderne under normale forhold viser en like høi frysepunktsdepression som de fleste saltvandsbenfiske, skal vi imidlertid faa referere, hvad der hittil er kjendt om flyndrefiskenes forhold i ferskvand.

### Om forekomsten av flyndrer i ferskvand.

Det er som fremholdt av COLLETT<sup>1)</sup> en almindelig kjendt foreteelse, at skrubbeflyndren (*Pleuronectus flesus*) vandrer op i

<sup>1)</sup> R. COLLETT: Norges Fiske med Bemærkninger om deres Udbredelse. *Tilleggshefte til Vidensk.-Selsk. Forh. f. 1874. Christiania 1875.*

alle nogenlunde sagte flytende elve langs vor kyst, og undertiden op i indsøerne, hvor den da opholder sig kortere eller længere tid.

Saaledes anfører COLLETT (l c.s. 146), at den i Saltdalselven gaar op til Drage (15 km.), i Orkla til Aarlivold (20 km.), i Tanaelven utenfor Matsjok (27 km.), i Maalselven ca. 34 km. opover elven og i Namsen endog 50 km. opover (til Grong).

Fra det øvrige Europa foreligger der en række iagttagelser om forekomsten av skrubber oppe i en række nordeuropæiske elve. Allerede YARRELL<sup>1)</sup> sier (s. 304): „Flounders ascend rivers generally. Colonel MONTAGU says they are found up the Avon within three miles of Bath.“ STUXBERG<sup>2)</sup> anfører (s. 450), at LILJEBORG fandt den i Dvina ved Arkangel, MELA i Ponojfloden paa Kola, SELYS-LONGCHAMPS i Nethe op til Waterloo og i Ourthe til ovenfor Liège. Ogsaa for de tyske elve er det vel kjendt, at den vandrer langt ind i landet. Dr. L. BRÜHL har saaledes meddelt mig, at den i Rhinen gaar helt op til Metz, i Elben gaar den hyppig til Magdeburg og sjælden gjennom Havel og Spree til Berlin, undtagelsesvis endog til Dresden. Den gaar ogsaa op i Aller og Oder, i Drechsel til Mewe og i Weser gaar den ifølge meddelelse av professor METZGER op til Münden. Fra Frankrige omtaler ifølge STUXBERG (l. c.) BLANCHARD den fra Dordogne og KESSLER sier, at den i stor mængde gaar op fra det Sorte hav i Dnjepr, Bug og Dnjestr.

Skrubbens lyst paa at vandre op i ferskvand og ævne til at finde sig tilrette der er sikkerlig ogsaa aarsaken til dens ældre navn *Pleuronectes fluviatilis* (Willughby).<sup>3)</sup>

Hvorlænge skrubben i almindelighet opholder sig i ferskvand turde være ukjendt. Al sandsynlighet taler for, at den søker at vandre ut igjen senest ved kjønsmoden alder. Hvis den nemlig hadde ævnen til at kunne forplante sig der, maatte vi kjende til relikte forekomster av den i ferskvand, saaledes som man kjender eksempler paa fra andre marine organismer, som ved landets hævning og vandets successive fortynding efterhaanden er gaet over

1) WILLIAM YARRELL: British Fishes. Voll. II. Edit. 2. London 1841.

2) ANTON STUXBERG: Sveriges och Norges Fiskar. Göteborg 1890.

3) FRANC WILLUGHBY: De historia Piscium libri IV. Oxonii 1686.



til at bli ferskvandsformer. Dette er imidlertid som bekjendt hverken tilfældet med skrubben eller andre flyndrearter.

Derimot er det tilfulde godtgjort, at saavel voksne individer som yngelen i aarrækker kan opholde sig i ferskvande, hvor den er indvandret fra elvene, og at yngelen her kan vokse op til fuld-voksne individer. De ældste angivelser i denne retning er av YARRELL, som om skrubben anfører (l. c. s. 304) „have been successfully transferred to fresh-water ponds; being longlived out of water, the carriage from one place to another is a matter of very little difficulty“. Vi skulde kanske her ogsaa tilføie, at YARRELL anfører (l. c. s. 301), at rødspætten i Øst-Friesland ogsaa med held er overført i ferskvande, hvor den trives godt. KRØYER<sup>1)</sup> anfører (s. 294), at den findes i Gaarbo Sø paa Jylland, og LINDSTRÖM<sup>2)</sup>, at den findes i Alnäse träsk og i Ejkes träsk paa Gottland (l. c. s. 21). For Alnäse träsk utelukker han ikke muligheden av, at den er indplanteret, men for Ejkes träsk vedkommende anfører han, at det er „antagligt, att flundror gått upp från hafvet genom utloppen af dessa träsk och blifvit kvar, sedan utloppen torkat“.

I vort land fandt G. O. SARS den i Storevand i Hardanger. Saavel COLLETT som HUITFELDT-KAAS har fundet den i flere vande paa Jæderen som tildels kun staar i forbindelse med havet ved stridt løpende elve. Den er sikkerlig paa disse steder vandret op fra havet og har ikke ynglet der, saaledes som oprindeligen anført av COLLETT og senere angit av andre forskere (f. eks. Stuxberg). COLLETT<sup>3)</sup> sier selv i et senere arbeide, at sandsynligheden taler for, at de smaa unger, som ofte træffes i ferskvand, er indvandrede.

Siden YARRELLS angivelse fra 1841, at saavel skrubbe som rødspætte med held kan overføres til ferskvandsdamme, findes der kun beskrevet to forsøk med at overføre skrubbe til indsøer, begge utført med det for øie at foreta opdræt i ferskvand.

1) HENRIK KRØYER: Danmarks fiske. Bd. II. Kjøbenhavn 1843—1845.

2) G. LINDSTRÖM: Om Gottlands fiskar. Andra upplagan. Visby 1894 (ved L. KOLMODIN efter 1ste oplag, 1867).

3) R. COLLETT: Meddelelser om Norges Fiske: Aarene 1884—1901. II. *Videnskabselsk. Forh. 1903 No. 9. Christiania 1903.*

DUNCKER<sup>1)</sup> overførte i 1893 300 à 400 skrubber av 20—25 cm. længde til Plöner See, hvor de utsattes i nærheten av den biologiske station, men de fleste av disse gjenfandtes døde efter 2 ukers forløp. Et levende eksemplar blev dog paa den anden side indfanget 9 maaneder senere; men tiltrods herfor maa dette forsøk betragtes som mislykket, likesom et av Fischereipächter KÖHN et par aar tidligere utført forsøk med utsættelse av skrubber. Det andet transplantationsforsøk utførtes i vort land, idet L. SCHMIDT-NIELSEN<sup>2)</sup> i 1903 i Snaasenvandet utsatte 1500 skrubbevingel av en gjennemsnittsstørrelse av 3—4 cm. Tiltrods for at Snaasenvandets størrelse (145 km.<sup>2</sup>) utelukker muligheten av at faa vite, hvormange av disse skrubbeunger, som er vokset op, kan det dog sies, at dette forsøk forløp særdeles heldigt. Der er nemlig i de følgende aar fra 1905 av indtil 1909 gjenfanget et betragteligt antal av voksne eksemplarer av optil ca. 30 cm. længde, samtlige normalt utviklede. Efter de opplysninger vi fik i Snaasen sommeren 1908 synes det, som om et ikke ringe antal er iagttat paa vandring ut i vandets nedre ende, 45 km. fra utsætningsplatsen i den øvre ende, en iagttagelse, der stemmer med den før fremholdte anskuelse om, at opholdet i ferskvand passer indtil kjønsmoden alder. Trods gjentagne forsøk med linesætning sommeren 1908 lykkedes det os ikke at faa noget eksemplar til undersøkelse. Istedenfor i ferskvand opvoksede eksemplarer, har vi derfor foreløbig maattet nøie os med indvandrede og akklimatiserede eksemplarer.

### Skrubbeflyndrens osmotiske tryk under ophold i ferskvand.

For skrubbeflyndre fra saltvand (av 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> og derover) har vi for blodet fundet en frysepunktsdepression av omkring 0,5—0,7<sup>0</sup>

1) GEORG DUNCKER: Bericht über die Verpflanzung einer Anzahl sogen. Elbbut (*Pleuronectus flesus* L. var. *leirus*) in der grossen Plöner See. *Ztschr. f. Fischerei. Bd. II 1894. S. 82.*

Jfr. Verpflanzung von Flundern in den Gr. Plöner See. *Forschungsberichte aus der biol. Station zu Plön. Theil 3. Berlin 1895. S. 208.*

2) L. SCHMIDT-NIELSEN: Om Snaasenvandet II og III. *Aarsberetning fra Trondhjems Fiskeriselskab 1905—1906 og 1906—1907. Trondhjem 1906 og 1907.*



C. og for muskelsaften av omkring  $0,8^{\circ}$  C. Dette er de samme gjennomsnittsværdier som andre forfattere og vi selv har fundet saavel for rødspætte, maritunge (*Pleuronectes microcephalus*) som de fleste hittil undersøkte matnyttige benfiske fra saltvand.

De første eksemplarer vi fik av skrubbe, som hadde gaat op i ferskvand, viste i motsætning hertil en frysepunktsdepression for muskelsaften av omkring  $0,6^{\circ}$ , altsaa betydelig lavere værdi end fundet for saltvandsindivider.

Inden vi imidlertid gaar nærmere ind paa disse forsøk maa vi først omtale den av os anvendte forsøksmetodik.

Vi har bestemt frysepunktsdepressionen ved Beckmann's metode saavel for blodet som muskelsaften, hvor dette lot sig gjøre; i enkelte tilfælde, hvor det ikke var muligt at erholde en tilstrækkelig kvantitet blod, har vi maattet nøie os med bestemmelser paa muskelsaften alene. Blodet er undersøkt direkte, saaledes som det kan opfanges ved at skjære den nederste del av halen bort. Paa denne maate faar man sikkerlig noget lymfe med; men denne maa forutsættes at være isotonisk med blodvæsken. Som HEDIN og HAMBURGER<sup>1)</sup> har vist, er det uten indflydelse paa frysepunktsdepressionen, om blodlegemerne følger med; og da vi i de fleste tilfælde ikke hadde nogen overflod paa blod, undlot vi at centrifugere formelementerne (og fibrinfokkerne) fra. Bestemmelserne er næsten altid utført paa høist et par timer gammelt blod.

Muskelsaft har vi skaffet os efter den av LÉON FREDERICQ<sup>2)</sup> angivne kokemetode. Vi har istedenfor reagensrør anvendt glassflasker paa ca. 100 cc, saaledes at vi med én høist to flasker fik nok saft til frysning. Kokningen fortsattes 15 à 20 minutter efter at vandbadet var kommet ikok. Ved særskilte forsøk har vi overbevist os om, at en længere koketid (optil flere timer) er uten sikker paavisbar indflydelse paa saftens frysepunkt. Det samme viser sig ogsaa at være tilfældet, om fisken tas i arbeide straks eller først efter et par timers forløp. I enkelte tilfælde, hvor vi kun hadde meget litet kjøtt til disposition og som følge derav fik for litet saft, har vi kunnet utføre en frysepunktsbestemmelse ved at sætte til litt fiskeolje eller ricinolje, indtil volumet blev tilstrækkelig stort. Ved kontrollforsøk viste det sig, at man kan faa tilfredsstillende værdier paa denne maate.

Med hensyn til selve utførelsen av frysepunktsbestemmelsen skal vi her kun anføre, at vi har korrigeret for feil ved under

1) Jir. HAMBURGER: Osmotischer Druck und Jonenlehre. Bd. I s. 453. (Wiesbaden 1902).

2) LÉON FREDERICQ: Cryoscopie des solides de l'organisme. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. Séance du 29 novembre 1902.

kjølingen<sup>1)</sup> og idetheletat lagt an paa at faa fuldt komparable værdier. De anførte værdier for frysepunktsdepressionen er ikke omregnet til fiskens legemstemperatur.

Vort første forsøk var følgende: Av den 24. juni 1908 oppe i Gulosen i ferskvand indfangede omkring 20 skrubber, den 25. overført i et av den biologiske stations ferskvandsakvarier viste et eksemplar den 4de juli for muskelsaften en frysepunktsdepression av 0,586° C. Et andet eksemplar, som netop var død, gav en værdi av 0,591° C. Dette kunde jo tydes derhen, at det virkelig var saa, at skrubben i ferskvand sænkede sit osmotiske tryk.

Saa synes imidlertid ikke at kunne være tilfældet. Da de overlevende hadde vænnet sig til akvarielivet og hadde begyndt at spise metemark i rikelige mængder, blev de snart i glimrende vigør og viste da højere værdier. Saaledes gav et eksemplar der undersøktes den 16de juli en værdi for muskelsaften av 0,811° C. og et andet den 17de 0,731. Et eksemplar, der i 1 maanedes tid hadde gaat i et større akvarium inde i byen gav for muskelsaften  $\Delta = 0,79^{\circ}$  C., men for blodet kun  $\Delta = 0,58$ . Ernærings-tilstand ukjendt.

Som ytterligere bevis for, at det osmotiske tryks størrelse ikke betinges av det ytre miljø, men er avhængig av vigøren anføres, at av to skrubber av samme parti som ovenstaaende, hvilke hadde gaat i ferskvandsakvariet til 10de august d. v. s. i 46 dage, viste den ene for muskelsaften  $\Delta = 0,900$  og den anden  $\Delta = 0,731$ ; den første var et særdeles kraftigt og livligt individ, den anden derimot mindre livlig. Blodet der tokes for begge individer under et, men som overveiende var fra den svake, gav  $\Delta = 0,58$ . Begge disse skrubber maatte, hvis der bestod en avhengighet av miljøet efter den længere tids ophold i ferskvand ytterligere ha sænket sit osmotiske tryk; men det sees, at saa ikke er tilfældet. For den ene er der for kjøttets vedkommende endog en ytterligere stigning, saaledes at frysepunktsdepressionen ligger over det for saltvands-skrubbe normale gjennemsnit.

Til sammenligning skal vi anføre, at et eksemplar av oven-

1) Jfr. W. OSTVALD u. R. LUTHER: Physiko-chemische Messungen. Aufl. II, Leipzig 1902 s. 298 o. f.

nævnte i Gulosen indfangede skrubber efter at være akklimatisert i ferskvandsakvariet overførtes til saltvand (av over 30 ‰). Efter at ha gaat der i 40 dage gav den for blodet  $\Delta = 0,65$  og for kjøttet  $\Delta = 0,85$ . Man vil vistnok her indvende, at  $\Delta$  for blodet er steget, men vi anser os ikke for berettigede til at anse dette som andet end et utslag av individuelle variationer, der efter hvad vi har seet kan være ret store saavel for eksemplarer fra saltvand som ferskvand. Værdien for muskelsaften har holdt sig uforandret, trods det forholdsvis lange ophold i saltvand.

Vi har ogsaa gjort nogle forsøk med indvirkninger av kortvarige ophold i saltvand paa for ferskvand akklimatiseret og i ferskvand paa for saltvand akklimatiseret skrubbe.

Ved forsøk med overførelse til ferskvand av for saltvand akklimatiseret skrubbe utgjorde frysepunktsdepressionen:

	for blodet	for muskelsaften
efter 1,5 time	$\Delta = 0,621^{\circ} \text{ C.}$	$\Delta = 0,825^{\circ} \text{ C.}$
5 timer	$= 0,617$ „	$= 0,800$ „
22,5 timer	$= 0,559$ „	$= 0,75$ „

Og ved overførelse til saltvand av for ferskvand akklimatiseret skrubbe fandtes

	for blodet	for muskelsaften
efter 1,25 time		$\Delta = 0,697^{\circ} \text{ C.}$
14,5 timer	$\Delta = 0,634$	$= 0,890$ „

Det er at bemærke, at disse forsøk er utført med kun 5 individer, saaledes at de individuelle forskjelligheter ikke er eliminert. Men det synes dog, som om disse forsøk i forbindelse med de oven omtalte ikke utelukker muligheten av, at skrubben ved rask overgang fra et miljø til et andet, d. v. s. fra saltvand til ferskvand eller omvendt, paavirkes i sit osmotiske tryk uten at der kan uttales noget om den eventuelle aarsak hertil. Efter nogen tids ophold i et og samme medium vil den faa et bestemt osmotisk tryk, hvad enten dette er salt eller ferskt. Det synes endvidere, som om den egentlige aarsak til de for uforandret miljø undertiden ganske store forskjelligheter i værdien av frysepunktsdepressionen maa søkes i de enkelte individers vigør.

En støtte for denne opfatning finder vi i nogle forsøk, som



DAKIN<sup>1)</sup> nylig har offentliggjort over rødspætter indfanget ved Helgoland. Straks efter fangsten viste blodet  $\Delta = 0,71$  (som middel for 10 eksemplarer). Efter 34 timers ophold i akvarium med vand av samme saltgehalt var den midlere  $\Delta$  sunket til 0,63. I et andet lignende forsøk sank frysepunktsdepressionen fra 0,73 til 0,65. Tiltrods for at det ytre miljø i begge forsøks-serier var uforandret, sank det osmotiske tryk hos akvarieeksemplarerne; aarsaken hertil maa søkes i indre forholde. DAKIN har ikke undersøkt, om trykket igjen stiger efter akklimatiseringen til akvarielivet, saaledes som tilfældet var med vore forsøk med skrubber i ferskvand.

Disse iagttagelser viser tilfulde, hvor forsiktig man maa være i sine slutninger. Man kan f. eks., fordi om rødspætter fra Kielerbukten, hvor vandet har en saltgehalt av 20 ‰, viser en værdi for blodet av  $\Delta = 0,66$ , medens rødspætter fra Helgoland, hvor saltgehalten var 35 ‰, viser en gjennomsnittsværdi for blodet av  $\Delta = 0,80$  (d. v. s. 0,75—0,85), ikke herav dra den slutning, at miljøet øver en indflytelse paa det osmotiske tryk, saaledes som DAKIN<sup>2)</sup> har gjort det, tiltrods for at han samtidig anfører, at den individuelle variation i enkelte av disse serier var saa stor som 0,1<sup>0</sup>. Saavidt vi kan forstaa viser disse iakttagelser kun, at de individuelle variationer maa tillægges en meget stor betydning, noget som ogsaa fremgaar av GARREYS<sup>3)</sup> undersøkelser over de variationer, som finder sted hos aalen ved overførelse fra saltvand til ferskvand og omvendt. Der paavises vistnok variationer i frysepunktsdepressionen; men lignende variationer findes ogsaa hos individer fra det samme medium (l. c. s. 266).

Om aarsaken til de forholdsvis store vekslinger, som like godt optræder i ferskvand som i saltvand, er det for tidligt at ha nogen

- 1) W. J. DAKIN: Variations in the Osmotic Concentration of the Blood and Coelomic Fluids of Aquatic Animals, caused by Changes in the External Medium. *Bio-Chemical Journal*, Vol. III, 1908, s. 473 o. f.
- 2) W. J. DAKIN: The Osmotic Concentration of the Blood of Fishes taken from Seawater of Naturally Varying Concentration. *Bio-Chemical Journal*, Vol. III, 1908, s. 258 o. f.
- 3) WALTER E. GARREY: The osmotic pressure of sea water and of the blood of marine animals. *Biol. Bull.* Vol. VIII p. 257. (Woods Holl 1905).

mening. Variationerne maa sikkerlig opfattes som et uttryk for forandrede indre omsætninger. Disses natur vil muligens kunne klargjøres ved undersøkelser over forholdet mellem elektrolyter og nonelektrolyter, og over de uorganiske stoffes andel i det osmotiske tryk.

### Om ferskvandssalmonidernes osmotiske tryk.

De av DEKHUYZEN<sup>1)</sup>, DAKIN (l. c.) og FBEDERICQ<sup>2)</sup> utførte frysepunktsbestemmelser paa blod fra forskjellige ferskvandsfiske, saasom brasen, bjørknen, barbe, karpe, gjedde, abor, sutar viser en gjennemsnittsværdi av  $\Delta = 0,5^0$ , med andre ord en værdi, som ligger flere tiendedels grad under den for saltvandsbenfiskene fundne. Den almindelige opfatning turde ogsaa være den, at dette er en generell regel. BOTTAZZI<sup>3)</sup> sier f. eks. at man finder „sehr beträchtliche Unterschiede zwischen dem osmotischen Druck des Blutes der im meere lebenden Teleostier und dem des Blutes der Flussteleostier“.

Da vore oven anførte undersøkelser over i ferskvand akklimatiseret skrubbeflyndre hadde vist os, at „ferskvandsskrubben“ i det nærmeste har et like stort osmotisk tryk som saltvandsformen og de fleste andre hittil undersøkte saltvandsbenfiske, syntes vi der var al grund til at undersøke andre ferskvandsfiske, som lever under de samme forholde som de til ferskvande overførte skruber, nemlig ferskvandssalmoniderne.

Undersøkelserne av blodet er foretat som oven s. 11 beskrevet i det øieblikkelig efter fangsten fra den avskaarne halefinne opsamlede blod, og av musklerne paa den kort tid efter ved hjelp av FREDERICQ'S kokemetode tilberedte saft. Vort materiale skriver sig fra Grønningen i Snaasen, et vand der ligger 466 m. o. h. og som

1) M. C. DEKHUYZEN: Sur la pression osmotique dans le sang et dans l'urine des poissons. *Extr. Arch. Néerland. des Sc. Exact. et Natur. Ser. II, T. X. p. 121.*

2) LÉON FREDERICQ: Sur la concentration moleculaire des sang et des tissus chez les animaux aquatiques. *Bull. de l'Acad. roy. Belgique (classe des sciences). No. 8. 1901 pp. 428—454.*

3) F. BOTTAZZI: Die Regulation des osmotischen Druckes im tierischen Organismus. *Physikalische Chemie und Medizin* (utgit av Korányi u. Richter). Bd. I, 1907, S. 487.

utmærker sig ved sin prægtige rør og ørret. De fleste av de undersøkte eksemplarer har været paa omkring 1 kg. og indfanget paa sluk.

Resultaterne er sammenstillet i nedenstaaende tabel.

	Frysepunktsdepressionen i	
	Blod	Muskelsaft
av rør	0,61 <sup>0</sup> C.	0,867 <sup>0</sup> C.
—	—	0,882 „
—	0,60 „	—
—	—	0,981 „
—	0,64 „	—
—	0,626 „	—
—	—	0,902 „
—	—	0,900 „
—	—	0,899 „
—	—	0,875 „
av ørret	0,59 „	—
—	—	0,967 „
—	0,67 „	—
—	—	0,923 „

Det vil sees, at disse tal ikke paa nogen maate later sig forene med den gjængse antagelse, at ferskvandsbenfiskene som helhet betragtet har et betydelig lavere osmotisk tryk end saltvandsbenfiskene. For blodets vedkommende kan det vistnok sies, at den midlere værdi for frysepunktsdepressionen ligger litt under, hvad man anser som gjennemsnittsværdi for saltvandsbenfiskene (0,62<sup>0</sup> mot ca. 0,7<sup>0</sup>), men dog adskillig over det i litteraturen for ferskvandsbenfiskene angivne middel (0,5<sup>0</sup> C.). Det skal dog erindres, at av de i litteraturen angivne bestemmelser for de almindelige saltvandsbenfiskes blod ligger adskillige omkring 0,60—0,65<sup>0</sup> C. Paa den anden side gaar værdien for ferskvandssalmonidernes muskelsaft høiere op end de værdier vi har fundet for en række av vore almindeligste matnyttige saltvandsbenfiske (0,91<sup>0</sup> mot omkring 0,8<sup>0</sup> C.).

Man vil herav kunne slutte, at der ikke eksisterer nogen utpræget forskjel mellem saltvands- og ferskvandsbenfiskenes osmo-



tiske tryk, noget som selvsagt er av den allerstørste betydning for forstaaelsen av deres forhold til det omgivende medium. Likesom der efter tidligere undersøkelser findes ferskvandsbenfiske med et lavere osmotisk tryk, findes der paa den anden side efter de foreliggende undersøkelser ogsaa saltvandsbenfiske med et høiere osmotisk tryk end det for flyndrerne, torskene og ferskvandssalmoniderne karakteristiske. Herpaa likesaalitt som paa vore undersøkelser over brusksfiskenes og de rundmudedes osmotiske trykforholde skal vi dog ikke gaa nærmere ind ved denne anledning.

Ihvorvel ferskvandssalmoniderne viser det samme osmotiske tryk som de fleste matnyttige saltvandsbenfiske, kan det dog tænkes, at de første staar i et andet forhold til det ytre miljø end de sidste. Det kunde tænkes at det osmotiske tryk hos saltvandsbenfiskene i overveiende utstrækning hitrørte fra uorganiske stoffer, medens det hos ferskvandsfiskene, som jo til stadighet lever i et praktisk talt salifrit medium derimot skyldtes enkle, organiske stoffe, saaledes som man vet er tilfældet med selachierne. Vi har ogsaa gjort nogle undersøkelser over dette punkt, hvorav vi her kun skal anføre, at saavidt vi hittil har kunnet finde eksisterer der ihvertfald for muskelsaftens vedkommende ikke nogen væsentlig saadan forskjel. For begge grupper repræsenterer de uorganiske stoffe, efter hvad vi har fundet ved bestemmelse av frysepunktsdepressionen, kun omkring  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  av det samlede osmotiske tryk. Det er navnlig paafaldende, at selv for saltvandsbenfiskenes vedkommende kun en brøkdel av trykket skyldes saltene, noget som jo ogsaa maa tyde paa en isolation fra det omgivende medium.

Medens for saltvandsbenfiskene forskjellen mellem værdien av frysepunktsdepressionen for blod og muskelsaft efter en række forsøk vi har utført med de almindeligste former i almindelighet utgjør kun  $0,1^{\circ}$  eller ofte endog mindre, er den derimot for ørret og rør  $0,3^{\circ}$ , altsaa betydelig meget større. Hvorvidt dette er et uttryk for at ferskvandsfiskenes blod staar i et andet forhold til muskelsaften end hos saltvandsfiskene maa staa hen.

Tilslut skal omtales de bestemmelser vi gjorde paa en syk rør. Den burde i forhold til sin længde ha veiet mellem 1,5 og 2 kg., men veiede knapt 1. Det var en rigtig „slopfisk“, som

ikke gjorde nogen motstand og som knapt nappede ordentlig efter sluken. Kjøttet var gult, næsten voksagtigt, og blodlegemernes mængde utgjorde omkring  $\frac{1}{3}$  av en normal fisks, saavidt dette later sig bedømme av sedimentets høide efter 30 timers henstand paa is. Blodet fra denne syke fisk viste  $\Delta = 0,59^0$  og kjøtt-saften  $\Delta = 0,70^0$ . For begges vedkommende altsaa en uttalt sænkning av det osmotiske tryk, om end mest utpræget for muskelsaftens vedkommende. Dette eksempel, der av manglende anledning til akvarieforsøk hittil er det eneste vi disponerer over, viser at ogsaa for ferskvandsfiskenes vedkommende vigøren spiller en stor rolle for de værdier man finder for frysepunktsdepressionen.

Man vil herav indse, at det er aldeles nødvendigt, at der til undersøkelser over fiskenes osmotiske tryk enten kun anvendes aldeles nyfanget materiale i fuld kondition, eller ogsaa eksemplarer, som gjennem længere tid er vænnet til akvarieliv. Er dette umuligt er det hensigtsmæssigt at slakte fisken like efter fangsten, utta indvoldene og opbevare den beskyttet saavel mot fugtighet som tørke, indtil den kan forberedes til fremstilling av muskelsaft. De postmortale forandringer behøver, som vi ved særskilte forsøk har kunnet vise for flyndrer, torsk, sild, rør m. fl., en forholdsvis lang tid, før de utøver en sikker maalbar indflydelse paa frysepunktsdepressionen. De første 6—8 timer er man paa den sikre side, og vi har eksempler paa, at saa ogsaa har været tilfældet efter 24 timer, noget som imidlertid selvsagt vil være avhengig av temperaturen og den lethet, hvormed angjeldende fisks kjøtt autolyseres.

### Resumé:

Über den osmotischen Druck einiger Teleostier und seiner Abhängigkeit vom äusseren Milieu.

Die in der Litteratur bis jetzt veröffentlichten Untersuchungen über die Gefrierpunktserniedrigung des Blutes und des Muskelsaftes der Teleostier des Meeres und der Flüsse (resp. Binnenseen) zeigen für die erstgenannten durchschnittlich Werte, die ein Paar Zehntel Grad höher sind als für die letztgenannten. Die Vermutung lag deswegen nahe, dass die Teleostier des Meeres, wenn sie nach

den Süßwässern verpflanzt werden, eine entsprechende Verminderung ihres osmotischen Druckes erleiden sollten.

Durch die oben beschriebenen Versuche mit Fludern (*Pleuronectes flesus*) haben wir gezeigt, dass dies nicht der Fall ist, obwohl man durch wenig eingehende Versuche Befunde erhalten kann, die auf eine in dieser Weise hervorgerufene Druckverminderung deuten könnten. Es wurde nämlich mit Fludern aus dem unteren Teile des Flusses Gula bezogen, die nach dem Süßwasser eingewandert waren, beobachtet, dass sie nach 10 Tagen Aufenthalt in einem Süßwasserakvarium der biologischen Station für den Muskelsaft (Kochsaft nach FREDERICQ) eine Gefrierpunktserniedrigung von  $0,6^{\circ}$  C. zeigten, d. h. Werte die um etwa  $0,2^{\circ}$  C. niedriger liegen als die für Flunder aus dem Meere normal gefundenen Werte. Nachdem die Flunder aber im Akvarium völlig akklimatisiert worden waren, und zu essen (Regenwürmer) angefangen hatten und deswegen sehr lebendig und kräftig waren, zeigte sich, dass die Werte der Gefrierpunktserniedrigung wieder vermehrt worden war, und sie zeigte sich für den Muskelsaft sehr kräftiger Individuen sogar höher als den Durchschnittswert der Flunder aus dem Meere. Die Werte des Blutes zeigte sich etwa von derselben Höhe wie für Meeresflunder gefunden. Von den in demselben Akvarium lebenden Individuen zeigten die kräftigsten und am meisten lebhaften eine höhere Gefrierpunktserniedrigung als die weniger kräftigen.

Durch Übertragung von „Süßwasserfludern“ nach dem Meerwasserakvarium zeigte sich nach den mitgeteilten Versuchen in den ersten Stunden eine kleine Vermehrung der Gefrierpunktserniedrigung, die indessen bei den wenigen Versuchen kaum als mehr als individuelle Schwankungen angesehen werden darf.

Es scheint als ob die Flunder, wenn sie längerer Zeit in demselben Millieu gelebt haben, einen und denselben osmotischen Druck bekommen, der davon unabhängig ist, ob das Millieu Meerwasser oder Süßwasser ist. Die Ursachen der bei einem und demselben unverändertem Milieu recht grossen ( $0,1^{\circ}$  oder mehr) Schwankungen der Werte der Gefrierpunktserniedrigung sind ausschliesslich auf



den Kräftigkeitszustand der einzelnen Individuen, zurückzuführen, d. h. sie sind innerer Natur.

Süßwassersalmoniden (*Salmo trutta* und *Salmo alpinus*) aus der Binnensee Grønningen (466 m. über das Meer) zeigten eine mittlere Gefrierpunktserniedrigung des Blutes von  $0,62^{\circ}$  C. und für den Muskelsaft  $0,91^{\circ}$  C. Dies sind Werte, die für das Blut fast ebenso hoch sind, wie für die Teleostier des Meeres gewöhnlich angegeben wird ( $0,62^{\circ}$  gegen etwa  $0,7^{\circ}$ ) und nicht unbedeutend höher als die in der Litteratur für die Teleostier der Flüsse angegebene Gefrierpunktserniedrigung von  $0,5^{\circ}$  C. Die für den Muskelsaft gefundenen Werte liegen höher als die von früheren Forschern und uns selbst für eine Reihe von den gewöhnlichen Meerestelestiern gefundenen Durchschnittswerte ( $0,91^{\circ}$  C. gegen etwa  $0,8^{\circ}$  C.).

Es besteht somit kein bestimmter Unterschied zwischen den Teleostier des Meeres und den der Binnengewässern. Es muss jedoch erinnert werden, dass in den Binnengewässern es nach den früheren Verff. Fische giebt mit einer geringeren Gefrierpunktsdepression als für die verschiedenen Pleuronectiden, Gadiden und Süßwassersalmoniden gefunden, und im Meere finden sich nach den Angaben der Litteratur auf der anderen Seite Teleostier mit höheren Werten der Gefrierpunktsdepression.

Eine Stütze für unsere Auffassung, dass von den untersuchten Teleostiern sowohl die im Meere wie die im Süßwasser lebenden von ihrem Millieu unabhängig sind, kann auch darin gesucht werden, dass, wie wir durch darauf gerichtete Untersuchungen festgestellt haben, für die beiden Gruppen die Gefrierpunktserniedrigung des Muskelsaftes nur von etwa ein Viertel bis etwa ein Drittel von anorganischen Stoffen bewirkt wird, eine Tatsache die besonders für die im Meere lebenden Teleostier eine besondere physiologische Interesse darbietet.

Für die Süßwassersalmoniden besteht in Bezug auf die Werte der Gefrierpunktserniedrigung eine bestimmte Abhängigkeit des Kräftigkeitszustandes in ähnlicher Weise wie wir für die Meerestelestier angegeben haben.