DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Orla-Jensen

Hovedlinierne i det naturlige Bakteriesystem

1908

C. F.

57

Udgaaet af Carlsbergfondets Bibliotek

57 9l.

ANKER KYSTER

SÆRTRYK AF OVERSIGT OVER
DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS FORHANDLINGER. 1908. N° 5

HOVEDLINIERNE I DET NATURLIGE BAKTERIESYSTEM

AF

ORLA-JENSEN

OVERSIGT OVER DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS FORHANDLINGER. 1908. N° 5

HOVEDLINIERNE I DET NATURLIGE BAKTERIESYSTEM

AF

ORLA JENSEN

Ligesom der ved Mineraliernes Klassifikation lægges Hovedvægten paa den kemiske Konstitution og først i anden Linie tages Hensyn til Krystalformen, saaledes burde man ogsaa ved Levevæsenernes Inddeling lægge mere Vægt paa de indre Egenskaber end paa den ydre Form[1]. Dette gælder ganske særligt for Bakteriernes Vedkommende, der er saa smaa, at mange Arter — til Trods for den mikroskopiske Tekniks store Fremskridt — endnu stadig ligger under Synsgrænsen.

Ikke desto mindre tager alle Systematikere kun Hensyn til Bakteriernes Udseende. Om en Stav ikke er længere end bred, eller om den er mere eller mindre snoet, er de vigtigste Holdepunkter. Da man for Gærsvampenes Vedkommende allerhøjst vilde benytte saadanne Kendetegn til Opstillingen af forskellige Slægter, men aldrig til forskellige Familier, er det ikke let at indse, med hvilken Ret man bærer sig anderledes ad overfor Bakterierne. Det er naturligere at tænke sig, at der i enhver Bakteriefamilie ved Siden af de stavformige Arter ogsaa kan udvikle sig kugle- og skrueformige, og i Virkeligheden kender vi biologisk skarpt af-

[1] De første betinger den sidste og ikke omvendt.

grænsede Familier, som f. Exp. de røde Svovlbakterier, hvori der ikke blot forekommer disse tre Hovedformer, men ogsaa mange ejendommelige Mellemformer.

Om Bakterierne deler sig efter en eller flere Rumretninger kunde synes at have en noget større systematisk Betydning. Saasnart man imidlertid ingen afgørende Vægt lægger paa Celleformen, saa kan Delingsmaaden ogsaa kun komme til at spille en underordnet Rolle, thi sidstnævnte er en simpel Følge af førstnævnte. Regelen er nemlig, at Delingen finder Sted paa tværs af Længderetningen, men saasnart Cellerne ingen tydelig Længdeaxe har, saa maa Delingen ogsaa kunne finde Sted efter flere Retninger. Af Streptokokker vil der derfor kunne udvikle sig Mikrokokker og af disse atter Sarciner. Endog hos samme Art træffer vi ofte Forandringer i Maaden at dele sig paa. De bekendteste Exempler er *Azotobacter* og *Crenothrix,* hvor Delingen først gaar for sig efter en Retning og senere efter tre, og Purpurbakterien *Lamprocystis*, der først deler sig efter tre Retninger og senere efter to.

En mindst ligesaa stor systematisk Betydning som de allerede nævnte morfologiske Egenskaber maa tilskrives det Forhold, om Bakterierne danner Sporer eller ej. I alt Fald kender vi kun faa saa biologisk skarpt karakteriserede Bakteriegrupper som Høbakterierne og Smørsyrebakterierne, der jo er Sporedannernes Hovedrepræsentanter.

Om Bakterierne er bevægelige eller ej, har ingensomhelst systematisk Betydning, thi efter ELLIS' Undersøgelser[1] maa vi antage, at enhver ubevægelig Bakterieart mere eller mindre let vil kunne overføres i en bevægelig Tilstand. Som Havformer var sikkert alle Bakterier oprindelig bevægelige; naar nutildags visse Arter (f. Exp. Mælkesyrebakterier og mange patogene Bakterier[2]) konstant optræder ubevægelige, saa kan

[1] Centralblatt f. Bakt., 2. Abt, 1902, IX, 546 og sammesteds 1904, XI, 241.

[2] Vi skal i denne Sammenhæng erindre om, at ogsaa mange parasitiske Dyr er helt eller delvis ubevægelige.

det hidrøre fra, at de igennem mange Generationer har udviklet sig i saa gunstige Næringssubstrater, at Bevægeligheden er bleven overflødig.

Maaden, hvorpaa Cilierne er anbragte hos de bevægelige Bakterier, har derimod, som vi senere skal se, systematisk Betydning, og jeg har derfor baseret mit Nomenklatur tildels paa dette Forhold. Stavforme med endestillede Cilier betegnes ved *Monas* og saadanne med diffuse Cilier ved *Bacterium*[1]. Sporebærende Stave benævnes *Bacillus*. *Vibrio*, *Spirillum*, *Streptococcus, Micrococcus* og *Sarcina* benyttes i den sædvanlige Betydning. Ved foran ovenstaaende morfologiske Betegnelser at sætte en eller flere Stavelser, der hentyder til Bakteriernes biologiske Egenskaber, danner jeg mine Slægtsnavne.

Til at bedømme en Bakteries indre Egenskaber giver allerede de rent kulturelle Kendetegn vigtige Fingerpeg. De viser saaledes direkte vedkommende Arts større eller mindre Trang til Ilt og til de forskellige Næringsstoffer samt mangt og meget angaaende dens Enzymproduktion. Alene paa Grundlag af de kulturelle Forhold kan man indordne Bakterierne i følgende Hovedgrupper:

1. Bakterier, der ligesom de grønne Planter hverken behøver organiske Kulstofkilder eller organiske Kvælstofkilder. Disse saakaldte *autotrofe Bakterier* kan opbygge saavel Kulhydrater som Proteinstoffer af Kulsyre og uorganiske Salte.
2. Bakterier, der behøver organiske Kulstofkilder, men kan undvære organiske Kvælstofkilder. Disse Bakterier kan opbygge Proteinstoffer af Kulhydrater (eller organiske Syrer) og af Ammoniak, Kvælstof eller Nitrater.
3. Bakterier, der ligesom Dyrene behøver baade organiske Kulstofkilder og organiske Kvælstofkilder. Disse Bakterier

[1] Til de ubevægelige Bakteriearter benyttes naturligvis analoge Betegnelser som til de nærmest beslægtede bevægelige Arter. *Nitrobacter* benævnes saaledes *Nitromonas*, da der jo ingen Tvivl kan være om dens nære Slægtskab med *Nitrosomonas*.

kan af uorganisk Substans hverken foretage Kulhydrat- eller Æggehvidesyntesen.

Naar vi af Bakteriernes Næringskrav slutter os til deres syntetiske Evner, saa støtter vi os til de kemiske Fakta, at deres Celler bestaar af Kulhydrater og Proteinstoffer. De indeholder ogsaa Fedt, men dette har mindre Interesse i denne Sammenhæng, da det ligesom hos Planterne[1] normalt dannes med Kulhydrat som Mellemled. Af de talrige Analyser af Bakteriernes Legemssubstans fremgaar, at 52—80% af Tørstoffet bestaar af Proteinstoffer, og at den indeholder Mucin og Chitin, men ingen ægte Cellulose. Bakterierne nærmer sig saaledes i kemisk Henseende til de lavere Dyr. Paa den anden Side viser Traadbakterierne i morfologisk Henseende den allerstørste Lighed med de blaagrønne Alger, saa der kan ikke være nogen Tvivl om, at Bakterierne indtager en Mellemstilling imellem Dyr og Planter, hvad der jo ogsaa tilfulde fremgaar af ovenstaaende biologiske Inddeling. Da Bakterierne er simplere byggede end alle kendte Dyr og Planter, kan man yderligere slutte, at begge disse Riger af Levevæsener maa søge deres Udspring i Bakterierne.

Det næste Spørgsmaal, som vi er nødt til at drøfte, inden vi kan tage fat paa den egentlige Opgave, er, om Dyrene eller Planterne er ældst. Fra et morfologisk Standpunkt synes Dyrene at være det, thi enkelte Flagellater har en ikke ringe Lighed med de almindeligste Vandbakterier, der har polære Cilier (en Lighed, der ligger udtrykt i Betegnelsen Monas for disse Bakterier), medens Planterne, som nævnt, først finder deres naturlige Tilknytning igennem de højtstaaende Traadbakterier. Man kommer imidlertid til det modsatte Resultat ved følgende overfladiske biologiske Betragtning: „At de første Organismer her paa Jorden maa have kunnet udvikle sig

[1] Ved Planter forstaas i det følgende kun klorofylførende Organismer, idet der helt ses bort fra de ikke-grønne Raad- og Snylteplanter, der, som deres øvrige høje Udvikling viser, maa være degenererede ægte Planter.

uden organisk Næring er en Selvfølge. Da intet Dyr formaar dette, maa Planterne være ældst. Alle Dyr lever direkte eller indirekte (igennem planteædende Dyr) af Planter, derfor uden Flora ingen Fauna". Dette Ræsonnement mister imidlertid enhver Støtte, naar vi i Overensstemmelse med den foregaaende Betragtningsmaade gaar ud fra, at de autotrofe Bakterier var de første Levevæsener. Disse vil nemlig kunne have tjent til Næring for Protozoerne. Protozoerne fortæres atter af Hjuldyrene, disse af Krebsdyr og Insektlarver, Krebsdyr og Insekter atter af Fisk, Padder, Krybdyr og Fugle, som endelig kan tjene til Føde for Pattedyrene. Fra et rent Ernæringsstandpunkt vilde der intet være til Hinder for, at alle Dyrerigets otte Rækker havde udviklet sig førend Planterne. En saadan Ensidighed vilde dog have været umulig af en anden Grund, thi uden Planternes Virksomhed vilde der snart være indtraadt Iltmangel, særlig da Luften i de ældste Jordperioder var meget kulsyrerig. Noget righoldigt Dyreliv kan der derfor næppe have existeret, førend Planterne udviklede sig. De geologiske Undersøgelser taler imidlertid for, at Dyrene er mindst ligesaa gamle som Planterne, og man finder endog saa højtstaaende Dyreformer som Kæmpekrebs (*Eurypterus* og *Pterygotus*) langt tilbage i Algonkium, paa et Tidspunkt, hvorfra der endnu ikke kendes Spor af Plantelevninger[1]. Efter al Sandsynlighed har Planterne ikke kunnet udvikle sig saa tidligt som Dyrene, thi der var uden Tvivl mørkt paa Jorden paa det Tidspunkt, hvor Existensbetingelser for det organiske Liv begyndte. Ved en Temperatur af 70°—50° maa Jorden have været indhyllet i saa tætte Taager, at ingen Solstraale vil kunne have trængt ind til dens Overflade[2]. Før Lyset naaede en vis Styrke, er det næppe antageligt at de

[1] *Walcott.* Precambrian fossiliferous formations. Bulletin of the Geological Society of America. 1899. X. 199.

[2] Planeten *Venus*, hvis Middeltemperatur anslaas til 40°, befinder sig endnu tildels i dette Udviklingsstadium (*Arrhenius.* Världarnas Utveckling. S. 40).

farveløse Organismer begyndte at danne Chlorofyl eller andre Farvestoffer, hvormed de kunde udnytte denne Energikilde, og først saa var Grunden lagt til Planterigets senere saa frodige Udvikling. Resultatet af denne Drøftelse er altsaa, at der sandsynligvis har existeret lavere Dyr, førend Planterne opstod, men at en rigelig Planteveext (saaledes som det f. Exp. fandt Sted i Kulformationen) var en nødvendig Betingelse for Dyrerigets videre Udvikling.

Dette Resultat giver et værdifuldt Bidrag til Bakteriernes Phylogeni, idet vi deraf kan slutte, at selv om der har existeret Bakterier, der kan udnytte Dyrerester, paa et tidligere Stadium end saadanne, der fortrinsvis lever af Plantelevninger, saa vil dog som Regel de egentlige Kulhydratforgærere være af ældre Oprindelse end de typiske Forraadnelsesbakterier. Nogen naturligere Udviklingsgang kan man heller ikke tænke sig. Efter den første Gruppes Bakterier (se den biologiske Inddeling) følger den andens og saa den tredjes. Det maa her ikke glemmes, at Proteinstofferne foruden at være Kvælstofkilde ogsaa kan tjene som Kulstofkilde. Mange Bakterier af den tredje Gruppe kan derfor ligesom de kødædende Dyr nøjes med Proteinstoffer (eller Pepton) alene og deraf ikke blot forskaffe sig den nødvendige Energi, men ogsaa danne Kulhydrater (Cellevægbestanddele) og Fedt. Da Evnen til at angribe Proteinstoffer voxer med Evnen til at kunne udskille proteolytiske Enzymer, saa følger af ovenstaaende, at de gelatinesmeltende Bakterier som Regel har udviklet sig af de beslægtede ikke-gelatinesmeltende Arter. I Traad med denne Tankegang falder følgende vigtige Holdepunkter: Da kun de forholdsvis sent optrædende Pattedyr er i Stand til at danne Mælkesukker, saa maa mælkesukkerforgærende Mikroorganismer være yngre end beslægtede Arter, der ikke angriber dette Kulhydrat. Ligeledes maa vi antage, at de typiske Urobakterier er af forholdsvis ny Oprindelse. At Parasiterne (f. Exp. Fordøjelseskanalens og Luft- og Kønsvejenes normale Beboere) har ud-

viklet sig af Saprofyterne, og de patogene Former atter af ufarlige Parasiter, er en Selvfølge. At en patogen Bakterie bliver avirulent, er derfor en simpel Atavisme. Til de allerseneste Mikroorganismer hører naturligvis Menneskets specifike Sygdomsbakterier. Disse har derfor — som de yderste Kviste paa Bakteriernes store Stamtræ — kun ringe Interesse for den nærværende Opgave. Vi tør dog kun om saadanne patogene Bakterier, der fordrer Blodserum eller overhovedet ikke trives paa kunstige Substrater, slutte, at de er opstaaede sent; hvis de derimod ogsaa kan leve saprofytisk, kan de ligesaa vel som andre giftige Organismer være af gammel Oprindelse.

Medens vi i det foregaaende har lagt Hovedvægten paa Bakteriernes Opbygningsprocesser, skal vi i det følgende gaa nærmere ind paa deres Nedbrydningsprocesser. Dette Arbejde, der udføres ved *den ægte Gæring,* bestaar i tre Ting: Optagelsen af Energikilderne, disses Spaltning eller Iltning og Udskillelsen af Gæringsprodukterne. Medens man tidligere opfattede Optagelsen og Udskillelsen som simple Diffusionsprocesser og i Spaltningen eller Iltningen mente at se virkelige Livsytringer, saa ved vi nu, at Forholdet er et helt andet. Overton[1] har nemlig vist, at Protoplasmaets yderste Lag baade hos Dyr og Planter foruden for Vand kun er permeable for saadanne Stoffer, der er opløselige i Olie eller i Fedtopløsningsmidler. Den levende Celle er derfor uigennemtrængelig ikke blot for kolloidale Substanser, men for alle Sukkerarter og for de fleste Æggehvidesønderdelingsprodukter og Salte[2]. Naar nu disse Stoffer ligefuldt passerer Plasmahuden, saa skyldes det en Livsvirksomhed, som endnu kun er lidet opklaret. Spaltningen og Iltningen er derimod Processer, som ikke direkte afhænger af Cellernes Liv, men besørges af

[1] Zeitschrift f. physik. Chemie 1897. XXII. 189.

[2] Dog forekommer der netop i Bakteriernes Rige Undtagelser fra denne Regel, og vi skal derfor senere omtale denne Sag nærmere.

kemiske Stoffer, Enzymerne, ogsaa efter at Døden er indtraadt. I alle Tilfælde, hvor Hensigten med Nedbrydningen er at forsyne Cellen med Energi, maa denne Proces (saaledes som her skildret) nødvendigvis finde Sted i selve Protoplasmaet. Anderledes med *den uægte Gæring*[1], der bestaar i simple hydrolytiske Spaltninger, og som oftest blot har til Hensigt at omdanne Næringsstofferne saaledes, at Cellerne kan udnytte dem. Denne Fordøjelsesproces maa naturligvis som Regel foregaa extracellulært. Saaledes hos de fleste af Mikroorganismerne og de højere Dyr. Hos de laveste Dyr, der ingen Fordøjelseskanal har, og som lever af Organismer, der er mindre end de selv (f. Exp. af Bakterier), vilde derimod en Udskilning af Enzymer være uøkonomisk og oftest helt forfejle sin Virkning, hvorfor de optager deres Næring *in toto*. De maa derfor være nøgne. Da man fra et ensidigt morfologisk Standpunkt vil være tilbøjelig til at betegne Organismer med Cellevæg for et højere Udviklingstrin end Organismer uden Cellevæg, saa er det værd at lægge Mærke til, at den nødvendige Nøgenhed først findes hos Levevæsener, der indtager organiseret Føde. Betragtet fra et biologisk Standpunkt behøver derfor den nøgne Organisme, som fører en selvstændig Tilværelse (f. Exp. Amöben), ligesaa lidt som den, der udgør en Del af et højere Væsen (f. Exp. Leukocyten), at staa lavere end Organismer med Cellevæg. Som allerede nævnt er det fortrinsvis Bakterier som lever af komplicerede Forbindelser, der producerer Ektoenzymer, medens de autotrofe Organismer kun har Brug for Endoenzymer. I Ektoenzymernes Sted træder her i mange Tilfælde visse Syrer, der virker opløsende paa de uorganiske Næringsstoffer, saaledes Salpetersyrling hos de nitrificerende Bakterier, Svovlsyre hos Svovlbakterierne og Kulsyre hos Planterne.

Vi skal nu give en Oversigt over de vigtigste ægte Gæringer

[1] Om ægte og uægte Gæringer se mit Arbejde „Studien über die Enzyme im Käse" Centralblatt f. Bakt. 2. Abt. 1900. VI. S. 838.

og vil først behandle Iltningsprocesserne og dernæst Spaltningsprocesserne. Da som nævnt Bakterierne ved Hjælp af de ægte Gæringer søger at forskaffe sig tilstrækkelig Energi[1] til deres Livsfornødenheder og til de Synteser (endoterme Processer), som følger med Vækst og Formering, saa er det væsentligste ved disse Gæringer den Mængde Varme, som kan frigøres derved, og jeg har derfor overalt udregnet Varmetoningen. Ved Beregningerne forudsættes det, at de opløselige Stoffer — saaledes ogsaa Kulsyren — befinder sig i opløst Form[2]. Da kun den intracellulære Varmetoning har direkte Betydning for Mikroorganismerne, angaar det os ikke i denne Sammenhæng, om Kulsyren efter at være udskilt gaar over i Luftform og derved foraarsager et Varmetab, eller om andre udskilte Syrer (f. Exp. Salpetersyrling og Svovlsyre) omsætter sig med Karbonater og derved udvikler Varme. Som Enhed for Varmetoningen er brugt Kg. Kal. pr. g. reagerende Stoffer. Man kan ikke her saaledes som i Dyrefysiologien beregne Kalorieværdien af de enkelte Næringsstoffer. Ved en Iltningsproces f. Exp. maa Ilten ligesaa vel som det Stof, der iltes, betragtes som Energikilde. Nødvendigheden heraf er indlysende ved de mere komplicerede Gæringer, hvor Iltningen af en Substans ofte ledsages af Reduktionen af en anden (se f. Exp.

[1] Da Mikroorganismerne i de fleste Tilfælde bedre taaler deres egne Gæringsprodukter end andres, saa kan disse Produkter gavne dem i Kampen for Tilværelsen. Wortmann har endog heri søgt Grunden til, at Gæringer ofte griber videre om sig end nødvendigt for at levere tilstrækkelig Energi (Bericht d. K. Lehranstalt Geisenheim 1900—1901, S. 32). Grunden kan imidlertid simpelthen være den, at Enzymerne løber løbsk, naar Cellerne svækkes (naar de faar Feber). Endog døde Mikroorganismer, der slet ingen Energi behøver, kan frembringe Gæringer; saaledes har jeg vist, at Ostens Modning for en væsentlig Del bestaar deri, at Autolysen breder sig fra Bakteriecellerne til det omgivende Substrat (Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 1906, S. 303).

[2] For Forbindelsernes Dannelsesvarme er benyttet de af Julius Thomsen fundne Værdier, forsaavidt de er opførte i „Systematische Durchfürung thermochemischer Untersuchungen“ 1906. Der regnes dog kun med afrundede Tal, hvad der er fuldt tilstrækkeligt i det foreliggende Øjemed.

Gæring Nr. 5 a). Da Gæringerne aldrig forløber nøjagtigt efter de opstillede Ligninger, saa tør man kun tilskrive den beregnede Kaloriemængde en vis relativ Værdi. For Alkoholgæringens Vedkommende har MAX RUBNER[1] ved direkte Maalinger endog fundet en meget betydelig Afvigelse, nemlig pr. Grammolekyle Druesukker 35 Kal. i Stedet for 50 Kal., hvad der kun i ringe Grad lader sig forklare ved Glykogendannelse og andre syntetiske Processer.

Bakterierne udfører deres Iltninger enten med fri eller med bunden Ilt. Det er muligt, at Forskellen kun er tilsyneladende, og at Ilten ligesom hos Planter og højere Dyr altid først bindes (henholdsvis som Overilter og som Oxyhæmoglobin), førend den benyttes. Det er imidlertid ogsaa muligt, at Forskellen virkelig existerer, idet Iltbindingen hos Planter og Dyr hovedsagelig[2] finder Sted, for at Ilten lettere kan blive transporteret til de Celler, hvor der er Brug for Energi, medens hos encellede Organismer en saadan Transport naturligvis ikke forekommer. Vi skal nu omtale de bakterielle Iltninger, der synes at komme i Stand ved Hjælp af Luftens frie Ilt.

1. **Brintens Iltning:**

$$H_2 + O = H_2O + 69 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 3.83 \text{ Kal.}$$

Efter KASERER[3] udføres denne Proces af nogle monotriche Kortstave, der kan leve af uorganisk Næring alene, men ogsaa voxer paa organisk Substrat, hvorfor han har givet dem Navnet *Bacillus pantotrophus*. Efter B. NIKLEWSKI[4] voxer denne Organisme kun i Forening med andre Bakterier autotrof.

[1] Archiv für Hygiene 1904. XXXXIX. 355.

[2] Planterne danner ogsaa højt iltede Forbindelser (f. Exp. Plantesyrer) for at have en Reserveiltbeholdning. Denne benyttes saa til Aandingen, naar Ilttilførselen bliver mindre rigelig. Derfor reduceres som bekendt ved de saftige Frugters Modning Plantesyrer til Sukker og Alkoholer (Frugtætere).

[3] Centralblatt f. Bakteriologie, 2. Abt. 1906. XVI. 681.

[4] Ibid. 1908. XX. 469.

Efter mit Nomenklatur kan man passende give den Slægtsnavnet *Hydrogenomonas*.

2. **Kulstofforbindelsernes Iltninger.**

a. *Metanets Iltning:*

$$\underset{21}{CH_4} + 2O_2 = \underset{103}{CO_2} + \underset{2\times 69}{2H_2O} + 220 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 2.75 \text{ Kal.}$$

Efter N. L. Søhngren[1] udføres denne Proces af autotrofe, monotriche Kortstave, som han har kaldt *Bacillus methanicus*, og som jeg tillader mig at give Slægtsnavnet *Methanomonas*.

b. *Kuliltens Iltning:*

$$\underset{29}{CO} + O = \underset{103}{CO_2} + 74 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 1.68 \text{ Kal.}$$

Efter Kaserer[2] udføres denne Proces af en autotrof, ubevægelig Kortstav. Den skal være identisk med den tidligere af *Beijerinck* og *van Delden*[3] beskrevne *Bacillus oligocarbophilus*, om hvilken disse Forskere allerede havde vist, at den benyttede en Kulstofforbindelse i Luften, der ikke var Kulsyre. Vi vil give denne Bakterie Slægtsnavnet *Carboxydomonas*[4].

c. Af de mange Iltninger af organiske Forbindelser skal her kun omtales den simpleste, nemlig *Eddikesyregæringen:*

$$\underset{72}{C_2H_6O} + O_2 = \underset{118}{C_2H_4O_2} + \underset{69}{H_2O} + 115 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 1.47 \text{ Kal.}$$

Eddikesyrebakterierne er saavidt vides ligesom de foregaaende Bakterier monotriche eller ubevægelige Stave, der voxer ud til en Hinde paa Næringsvædskens Overflade. Jeg har derfor givet dem Slægtsnavnet *Acetimonas*. Fra Snareddikebakterierne til Vinens og Øllets Eddikedannere stiger Fordringerne til organisk Næring. Efter mine Undersøgelser

[1] Centralblatt f. Bakteriologie, 2. Abt. 1906. XV. 513.
[2] Ibid. 1906. XVI. 681.
[3] Ibid. 1903. X. 33.
[4] Naar jeg for hver af de autotrofe Bakterier foreløbig opstiller en ny Slægt, er det, fordi disse Organismer er meget forskellige i biologisk Henseende, og jeg betvivler ikke, at man, naar Studiet bliver uddybet i denne Retning, for hver af disse Slægter vil finde talrige Arter.

trives Snareddikebakterierne (f. Exp. *B. Schüzenbachi*) med Ætylalkohol som eneste Kulstofkilde. Det er dog næppe sandsynligt, at Alkohol har været den første Kulstof- og Energikilde, som Eddikesyrebakterierne havde til deres Raadighed her paa Jorden; det har snarere været Kulhydrater, som de jo ogsaa er i Stand til at ilte i højere og lavere Grad. De fleste Eddikesyrebakterier kan nøjes med Salpeter som Kvælstofkilde (de voxer nemlig i GILTAY's Næringsvædske, naar den gøres svagt sur). Enkelte Arter (særlig *B. aceti*) kan reducere mindre Mængder Salpeter til Ammoniak, en Egenskab, som ogsaa andre obligat aerobe Bakterier, saaledes *Azotobacter* og visse Høbaciller, er i Besiddelse af, og som viser, at de foruden fri Ilt ogsaa kan benytte en Del bunden Ilt.

3. **Kvælstofforbindelsernes Iltninger.** Her skal kun omtales *Nitrifikationen*, der efter WINOGRADSKY's Undersøgelser[1] foregaar i to Faser, der foraarsages af forskellige Bakterier.

a. *Nitritationen:*

$$\underset{222}{(NH_4)_2CO_3} + 3O_2 = \underset{2\times30}{2HNO_2} + \underset{103}{CO_2} + \underset{3\times69}{3H_2O} + 148 \text{ Kal.}$$

Pr. Gram 0.76 Kal.

Denne Proces udføres af forskellige monotriche Kortstave, som WINOGRADSKY allerede har givet Slægtsnavnet *Nitrosomonas*.

b. *Nitratationen:*

$$\underset{89}{KNO_2} + O = \underset{111}{KNO_3} + 22 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 0.22 \text{ Kal.}$$

Denne Proces udføres af en ubevægelig Kortstav, *Nitrobacter*, af mig kaldet *Nitromonas* (Se Anmærkningen Side 269).

De nitrificerende Bakterier er — tiltrods for deres iltende Egenskaber — ikke Hindedannere, men udvikler sig i den nederste Del af Næringsvædsken, hvor der er rigeligt af den for deres Vext saa nødvendige Kulsyre. Som bekendt er ganske særlig *Nitrosomonas* ømfindtlig overfor organiske Stoffer,

[1] Annales Pasteur 1890 og 1891.

hvilket gør det sandsynligt, at den har hørt til de allerældste Organismer. Efter COLEMAN[1] virker dog ringe Mængder Druesukker fremmende paa Nitrifikationen, saa det turde vel være tvivlsomt, om der overhovedet existerer obligat autotrofe Mikroorganismer. Efter BOULLANGER og MASSOL[2] taaler baade *Nitrosomonas* og *Nitromonas* forholdsvis store Mængder Borater, Fluorider og Salte af de tunge Metaller, hvad der falder godt i Traad med at betragte dem som nogle af de ældste Bakterier, thi det Vand, der først fortættede sig paa Jordens Overflade, maa sikkert have været rigt paa ovennævnte vulkanske Produkter.

Efter en foreløbig Meddelelse af KASERER[3] hører der endnu mange andre Bakterier til denne Gruppe. Han har saaledes beskrevet en, *Bacillus nitrator (Nitrosomonas nitrator)*, der ilter Ammoniumkarbonat direkte til Salpetersyre, og en anden, *Bacillus azotofluorescens,* som derimod kun ilter det til Kvælstof under samtidig Dannelse af Myresyre:

$$\underset{222}{(NH_4)_2CO_3} + O_2 = \overset{\text{Myresyre}}{\underset{102}{H_2CO_2}} + N_2 + \underset{3\times 69}{3H_2O} + 87\ \text{Kal.}$$

Pr. Gram 0.68 Kal.

Begge Bakterier er bevægelige og kan voxe paa Gelatine. Den sidste, der autotrof frigør Kvælstof, binder omvendt Kvælstof, naar den har Myresyre eller Kulhydrater til sin Raadighed. KASERER mener desuden, at der existerer Bakterier, der uden organisk Næring kan ilte elementært Kvælstof til Salpetersyre:

$$N_2 + 5O + \underset{69}{H_2O} = \underset{2\times 49}{2HNO_3} + 29\ \text{Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 0.23\ \text{Kal.}$$

4. **Svovlforbindelsernes Iltninger.** Vi skal kun gaa nærmere ind paa Svovlbrintens Iltning. Denne foregaar efter WINOGRAD-

[1] Centralblatt f. Bakteriologie, 2 Abt, 1908, XX, 401.

[2] Annales Pasteur 1903 og 1904.

[3] Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. 1907. S. 37.

SKY's Undersøgelser[1] ligesom Ammoniakkens Iltning i to Faser, der imidlertid begge foraarsages af de samme Bakterier.

a. *Svovlbrintens Iltning til Svovl*:

$$\underset{7}{H_2S} + O = \underset{69}{H_2O} + S + 62 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 1.24 \text{ Kal.}$$

b. *Svovlets Iltning til Svovlsyre*:

$$S + 3O + \underset{69}{H_2O} = \underset{210}{H_2SO_4} + 141 \text{ Kal.} \qquad \text{Pr. Gram } 1.44 \text{ Kal.}$$

Som bekendt falder Svovlbakterierne i to store Familier, de farveløse og de røde. Vi vil kalde disse *Thiobacteriaceae* og *Rhodobacteriaceae.* Hvorvidt de farveløse Svovlbakterier kan leve autotrof er endnu ikke fuldt opklaret. Efter MOLISCH[2] synes det derimod fastslaaet, at de røde Svovlbakterier ikke kan assimilere Kulsyre. Farvestoffet spiller alligevel en Rolle for disse Organismers Ernæring, idet de modsat alle andre Bakterier trives bedst i direkte Sollys. Da de i Modsætning til de farveløse Svovlbakterier kan voxe i Vand, der er mættet med Svovlbrinte, har vi her naaet Kulminationspunktet i Tilpasning overfor denne Gift, og vi gaar vel næppe fejl, naar vi antager, at Rhodobakterierne har udviklet sig af Thiobakterierne paa samme Maade som de blaagrønne Alger af Traadbakterierne, nemlig ved Lysets Indvirkning. At paa den anden Side ogsaa Traadbakterierne nedstammer fra Thiobakterierne, derpaa tyder de ejendommelige Overgangsformer *Beggiatoa* og *Thiothrix.*

Foruden de nævnte Svovlbakterier, der altsaa er udrustede til at udnytte Svovlbrinten fuldstændigt, gives der efter NATANSSOHN's[3] og BEIJERINCK's[4] Undersøgelser ogsaa Bakterier, der kun ilter Svovlbrinten til Svovl og saaledes staar i samme Forhold til de førstnævnte som *Nitrosomonas* til *Bacillus*

[1] Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. 1888. Heft 1.

[2] Die Purpurbakterien nach neueren Untersuchungen. Jena 1907.

[3] Mitt. der zoologischen Station zu Neapel. 1903. XV. 655.

[4] Centralblatt f. Bakteriologie. 2 Abt. 1904. XI. 593.

nitrator. En saadan af BEIJERINCK nærmere beskreven, bevægelig Kortstav, *Thiobacillus thioparus,* benytter Luftens Kulsyre som Kulstofkilde og maa derfor betragtes som en af de allerældste Svovlbakterier. Vi vil give den Slægtsnavnet *Sulfomonas*. Mikroskopisk ikke til at skelne fra denne er *Sulfomonas (Thiobacillus) denitrificans,* der ogsaa kan leve autotrof, og som ilter Svovl til Svovlsyre, dog ikke ved Hjælp af Luftens Ilt, men med Salpeter som Iltningsmiddel:

$$\text{c. } 5\,S + \underset{6\times 111}{6\,KNO_3} + \underset{2\times 69}{2\,H_2O} = \underset{338}{K_2SO_4} + \underset{4\times 273}{4\,KHSO_4} + 3\,N_2 + 626\,\text{Kal.}$$

Pr. Gram 0.78 Kal.

Denne Organisme er altsaa det naturlige Bindeled imellem Svovlbakterierne og de denitrificerende Bakterier[1] som vi nu nærmere skal omtale. Vi gaar hermed over til de bakterielle Iltninger, der udføres ved Hjælp af bunden Ilt.

5. **Denitrifikationen.** Medens Nitrifikationen synes at være en ren Oxydationsproces, saa betragtes i Modsætning hertil Denitrifikationen som en ren Reduktionsproces, hvis Aarsag søges i de denitrificerende Bakteriers Ilttrang. Ingen af Delene er helt rigtigt. Da de nitrificerende Bakterier benytter Kulsyre som Kulstofkilde, saa maa Nitrifikationen nødvendigvis ledsages af Reduktionsprocesser, og da de denitrificerende Bakterier er obligat aerobe[2], hvilket vil sige, at de kun kan ilte, men ikke spalte Kulhydrater (i alt Fald ikke uden samtidig Iltning), saa maa Denitrifikationen nødvendigvis ledsages af Oxydationsprocesser. I Virkeligheden er enhver Denitrifikation (nøjagtig saaledes som ovenstaaende Exempel) en Iltning med bunden Ilt, der som andre ægte Gæringer foregaar for at frembringe Energi. Min Opdagelse, at de denitrificerende

[1] Naar jeg stiller *Sulfomonas denitrificans* nærmere ved Svovlbakterierne end ved de denitrificerende Bakterier, saa er det, fordi den efter BEIJERINCK har saamange Egenskaber fælles med *Sulfomonas thioparus*; saaledes Evnen til at ilte Thiosulfater og Rhodanater under Udskillelse af frit Svovl.

[2] Se RITTER. Centralblatt f. Bakteriologie 2 Abt. 1907. XX. 21.

Bakterier danner betydelig mere Peroxydase end de fleste andre Mikroorganismer — altsaa nævneværdige Mængder af et Enzym, der kan overføre løst bunden Ilt paa andre Stoffer — førte mig ind paa denne Tankegang[1], og mine senere Forsøg har bevist dens Rigtighed. Jeg har nærmere undersøgt en af Repræsentanterne for hver af de denitrificerende Bakteriers Hovedgrupper, som vi passende kan give Slægtsnavnene *Denitromonas* og *Denitrobacterium,* da de er henholdsvis monotriche og peritriche. Den første var en fluorescerende Bakterie, som HOHL havde fundet i Gedeexkrementer[2], og som frigør Salpeterets Kvælstof uden at udskille Nitrit som Mellemprodukt. Den anden var den af BURRI og STUTZER isolerede *Bacillus denitrificans II*[3], der først reducerer Nitrat til Nitrit og saa dette videre til elementært Kvælstof. For lettere at kunne kontrollere Processen valgte jeg som Oxydationsmateriale det simplest mulige, nemlig Alkohol. Begge Bakterier voxer fortræffeligt i en nevtral uorganisk Næringssaltopløsning med 2‰ Kaliumnitrat og 1% Alkohol. Den førstnævnte Bakteries Kultur reagerede, efter at Salpeteret var forsvundet, nøjagtig nevtralt med Fenolftalein som Indikator. Gæringsprodukterne var foruden Kvælstof en med den oprindelige Salpetersyremængde ækvivalent Mængde Eddikesyre og lidt Kulsyre, hvorfor Processen maa have været følgende:

a. $\underset{12\times111}{12\,KNO_3} + \overset{\text{Alkohol}}{\underset{13\times72}{13\,C_2H_6O}} = 6\,N_2 + \overset{\text{Kaliumacetat}}{\underset{12\times179}{12\,KC_2H_3O_2}} + \underset{2\times103}{2\,CO_2} + \underset{21\times69}{21\,H_2O} + 1535\,\text{Kal.}$

Pr. Gram 0.90 Kal.

Den anden Bakteries Kultur reagerede, efter at alt Nitrat og Nitrit var forsvundet, tydeligt alkalisk, og af Gærings-

[1] Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Oversigter 1906 Nr. 5. 295. De denitrificerende Bakterier producerer ogsaa rigelig Katalase, naar de voxer i gunstige Næringssubstrater (derimod ikke i Mælk, der blev benyttet ved ovennævnte Forsøg).

[2] Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 1906. S. 510.

[3] Centralblatt f. Bakteriologie, 2 Abt. 1895. I. 257.

produkter lod der sig foruden Kvælstof kun paavise Kulsyre. Processerne maa derfor tænkes at have været følgende:

b. $\underset{6\times111}{6\,KNO_3} + \overset{\text{Alkohol}}{\underset{72}{C_2H_6O}} = \underset{6\times89}{6\,KNO_2} + \underset{2\times103}{2\,CO_2} + \underset{3\times69}{3\,H_2O} + 209\,\text{Kal.}$

$\underset{4\times89}{4\,KNO_2} + \underset{72}{C_2H_6O} = 2\,N_2 + \underset{2\times285}{2\,K_2CO_3} + \underset{3\times69}{3\,H_2O} + 349\,\text{Kal.}$

} Pr. Gram 1.02 Kal.

Forsøgene blev gentagne med Næringsvædsker, der foruden 1% Alkohol indeholdt 2‰ Druesukker. Resultatet blev det samme, ɔ: disse Bakterier bryder sig ikke om Kulhydrater, saalænge de har tilstrækkelig Alkohol. I den Giltayske Næringsvædske ilter begge Bakterier Citraterne til Karbonater, hvad der bidrager til at frembringe den stærkt alkaliske Reaktion. Da *Denitromonas* kun ilter Alkohol til Eddikesyre, medens *Denitrobacterium* ilter den lige til Kulsyre, og da sidstnævnte ogsaa udskiller mest Peroxydase, saa maa vi betragte denne som højst udviklet i Retning af at kunne overføre bunden Ilt paa andre Stoffer, og det er derfor naturligt at antage, at Slægten *Denitromonas* er ældre end Slægten *Denitrobacterium*.

Som bekendt existerer der foruden de denitrificerende Bakterier, der ligegodt forgærer Nitrat og Nitrit, ogsaa saadanne, der kun kan benytte en af Delene. Saaledes forgærer af de fluorescerende Bakterier den ikke-gelatinesmeltende *Bacillus denitrificans I* efter Weissenberg[1] kun Nitrit, og den gelatinesmeltende *Bacterium pyocyaneum* efter Takahashi[2] kun Nitrat. Gaar vi ud fra, at Ammoniak — som et vulkansk Produkt — var Bakteriernes oprindelige Kvælstofkilde, saa vil der paa Jorden som Følge af de nitrificerende Bakteriers Virksomhed være bleven dannet Nitrit før Nitrat, og vi maa derfor ogsaa antage, at nitritreducerende Organismer er ældre end nitratreducerende. Hiltner og Strømer[3] har iagttaget

[1] Archiv f. Hygiene 1897. XXX. 274.

[2] Ref. Biochemiches Centralblatt 1905—06. IV. 671. Rigtigheden af Takahashi's Paastand er senere (1907) bekræftet af Ritter. l. c.

[3] Ref. Botanisches Centralblatt 1904. LXXXV. 157.

autotrofe nitritforgærende Bakterier, og i den ovenfor omtalte *Sulfomonas denitrificans* har vi en autotrof nitratreducerende Bakterie. Store Fordringer til organisk Substans stiller de denitrificerende Bakterier i det hele ikke, naar de, som jeg har vist, ligesom Snareddikebakterierne kan nøjes med Alkohol som eneste Kulstofkilde. Der gives dog enkelte Arter, der er mere fordringsfulde og endog forlanger organiske Kvælstofkilder. Jo mindre organisk Næring de denitrificerende Bakterier behøver, desto tidligere vil de selvfølgelig have kunnet udvikle sig her paa Jorden, og desto farligere er de for Landbruget.

6. **Desulfurationen.** Foruden Nitrat og Nitrit skal de denitrificerende Bakterier efter AMPOLA og ULPIANI[1] ogsaa kunne benytte Klorater, Arseniater og Ferricyankalium som Iltningsmiddel. At reducere Sulfater til Svovlbrinte formaar de derimod ikke. Denne Egenskab tilkommer særlig visse Vibrioner, saaledes *Microspira desulfuricans*[2], *Vibrio hydrosulfureus*[3] og *Microspira aestuarii*[4]. Førstnævnte er en udpræget Ferskvandsform og sidstnævnte en udpræget Saltvandsform. Da disse Bakterier er temmelig luftsky, kan Grunden til Reduktionen ikke være Ilttrang, men udelukkende Energitrang. Efter BEIJERINCK er da ogsaa Tilstedeværelsen af let iltelig organisk Substans en nødvendig Betingelse for, at Sulfatreduktionen kan finde Sted. Da det har sin Interesse at overtyde sig om, hvorvidt Processen overhovedet er mulig, ɔ: exoterm, har jeg udregnet Varmetoningen for det simple Tilfælde, hvor Gibs reduceres ved Hjælp af Alkohol:

$$\underset{3\times 322}{3\,CaSO_4} + \overset{\text{Alkohol}}{\underset{2\times 72}{2\,C_2H_6O}} = \underset{3\times 7}{3\,H_2S} + \underset{3\times 269}{3\,CaCO_3} + \underset{103}{CO_2} + \underset{3\times 69}{3\,H_2O} + 28\ \text{Kal.}$$

Pr. Gram 0.06 Kal.

[1] Chemiker Zeitung, Repertorium 1899. S. 150.

[2] BEIJERINCK. Centralblatt f. Bakteriologie 2 Abt., 1895, I, 1. Oprindelig betegnede BEIJERINCK sine sulfatreducerende Bakterier som Spiriller, men giver dem dog senere efter van DELDENS Forslag Navnet *Microspira* = *Vibrio*.

[3] SELINSKY og BRUSSILOWSKY. Comptes rend. des séances de la Soc. Balnéol. d'Odessa 1898.

[4] VAN DELDEN. Centralblatt f. Bakteriologie 2 Abt. 1903. XI. 81.

Som man ser, er Processen altsaa mulig, men den Energimængde, som vindes derved, er rigtignok ubetydelig. Noget mere Energi (c. 0.1 Kal pr. Gram) vil kunne vindes af Sulfiter og Thiosulfater. Ovenstaaende Ligning har ogsaa Interesse for den ved Alkoholgæringen stedfindende Sulfatreduktion. Her er det imidlertid bevist, at en Reduktase, *Philothion*, er den virksomme Kraft, og da det endnu ikke er undersøgt, med hvilke Enzymer de ovenstaaende Vibrioner arbejder, saa kan det for Tiden ikke afgøres, om den bakterielle Desulfuration ligesom Denitrifikationen er en Iltning med bunden Ilt, eller om den er en virkelig Reduktionsproces.

Vi skal nu gaa over til Spaltningsgæringerne.

7. **Mælkesyregæringen:**

$$\underset{300}{C_6H_{12}O_6} = \underset{2\times 167}{2\,C_3H_6O_3} + 34\ \text{Kal.} \qquad \text{Pr. Gram 0.19 Kal.}$$

Denne tilsyneladende saa simple Gæring viser sig imidlertid, saasnart man betragter Stoffernes rationelle Formler, at være meget kompliceret, idet den ikke lader sig forklare uden at antage, at der finder en intramolekylær Omlejring af Ilt- og Brintatomer Sted.

8. **Alkoholgæringen:**

$$\underset{300}{C_6H_{12}O_6} = \underset{2\times 72}{2\,C_2H_6O} + \underset{2\times 103}{2\,CO_2} + 50\ \text{Kal.} \qquad \text{Pr. Gram 0.28 Kal.}$$

Efter E. Buchner og Meisenheimer[1] spaltes ved Alkoholgæringen Sukkeret først ved Hjælp af et Enzym, *Zymasen,* i Mælkesyre, og denne ved Hjælp af et andet Enzym, *Lactasidasen*, øjeblikkelig videre i Alkohol og Kulsyre:

$$\begin{array}{lccl} & COO\,H & CO_2 & \text{Kulsyre} \\ & | & & \\ \text{Mælkesyre} & CHOH & = CH_2OH & \\ & | & | & \text{Alkohol} \\ & CH_3 & CH_3 & \end{array}$$

[1] Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1905. XXXVIII. 620.

Som bekendt er det kun Gærsvampe og enkelte andre Eumyceter, der frembringer en typisk Alkoholgæring, idet de alkoholdannende Bakterier i Regelen ilter største Delen af Alkoholen til Eddikesyre. Ogsaa denne kan spaltes og iltes videre paa samme Maade som Mælkesyren, og der opstaar saaledes Myresyre. Da der herved vindes forholdsvis megen Energi, nemlig 1.44 Kal. pr. Gram, producerer de fleste Bakterier, der af Sukker danner Eddikesyre, ogsaa altid større eller mindre Mængder Myresyre. Myresyren kan endelig spaltes videre til Kulsyre og Brint, Luftarter, der jo ogsaa altid udvikles ved disse blandede Gæringer, hvis Frembringere fortrinsvis hører til Koli- og Aerogenesgruppen. Efter OMELIANSKI[1] gives der specifike Kolibakterier, saaledes *Bacterium formicum*, der med Forkærlighed forgærer Formiater. Da der imidlertid kun vindes yderst lidt Energi ved denne Proces (0.02 Kal. pr. Gram Myresyre), saa forløber den ogsaa meget langsomt og kan ikke indledes, uden at der er Luft tilstede, saaledes at Vækten kan komme i Gang ved at en Del af Myresyren iltes til Kulsyre og Vand.

I Fald alle Spaltningsprodukterne iltes, saa foreligger der en fuldstændig fysiologisk Forbrænding:

$C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$		+ 34 Kal.	Mælkesyre
$2C_3H_6O_3 = 2C_2H_6O + 2CO_2$		+ 16 Kal.	Alkohol
$2O_2 + 2C_2H_6O = 2C_2H_4O_2$		$+ 2H_2O$ + 230 Kal.	Eddikesyre
$3O_2 + 2C_2H_4O_2 = 2C_2H_2O_2 + 2CO_2$		$+ 2H_2O$ + 312 Kal.	Myresyre
$O_2 + 2C_2H_2O_2 =$		$2CO_2 + 2H_2O$ + 140 Kal.	
$6O_2 + C_6H_{12}O_6 =$		$6CO_2 + 6H_2O$ + 732 Kal.	Pr. Gram 1.97 Kal.[2]
300		6×103 6×69	

Ikke blot hos de fakultativ anaerobe Bakterier gaar Kulhydraternes Forbrænding den ovenfor angivne Vej, men ogsaa

[1] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1904. XI. 177.

[2] Regner vi Kaloriemængden ud pr. Gram Sukker, saa faas 4.07 Kal., altsaa meget nær 4.1 Kal., der jo i Almindelighed betragtes som Sukkerets fysiologiske Brændværdi.

hos Dyr og Planter gennemløber den et eller flere af de nævnte Mellemled. Saaledes er det velbekendt, at der i det dyriske Væv ophobes Mælkesyre og i Plantevævet Alkohol, naar de naturlige Iltningsprocesser hæmmes, og STOKLASA[1] har da ogsaa vist, at der baade hos Dyr og Planter findes de samme glykolytiske Enzymer, Zymasen og Lactacidasen, som i Alkoholgærsvampene. Det er i ethvert Tilfælde uden for al Tvivl, at Mælkesyre er et normalt Gennemgangsled ved alle de Spaltningsgæringer, som Kulhydraterne undergaar. Det er saaledes en Kendsgærning, at visse Smørsyrebakterier og de af FREUDENREICH og mig beskrevne Propionsyrebakterier[2] kan danne Smørsyre og Propionsyre ikke blot af Kulhydrater, men ogsaa af mælkesure Salte. Yderligere har GRASSBERGER og SCHATTENFROH[3] paavist, at Smørsyrebakterierne i Regelen danner mere Mælkesyre end flygtige Syrer; kun naar disse Bakterier dyrkes under særlig gunstige Betingelser, nemlig i Mælk, gaar Gæringen videre, og der opstaar større Mængder Smørsyre. Ligesaa med Ravsyregæringen. Det er kun mælkesyredannende Bakterier, der producerer Ravsyre af Kulhydrater eller højere Alkoholer, og de er kun i Stand til at føre Gæringen saa vidt, naar de har konvenable Kvælstofkilder. Som Exempel herpaa skal jeg nævne, at OMELIANSKI har fundet, at *Bacterium formicum* af Mannit ikke danner andre ikke-flygtige Syrer end Mælkesyre, naar den har Ammoniak til Kvælstofkilde, at den derimod desuden danner rigelige Mængder Ravsyre, naar den har Pepton til Kvælstofkilde. Vi skal se lidt nærmere paa de tre sidstnævnte Gæringer.

9. **Ravsyregæringen.** Denne Gæring udføres af forskellige fakultativ anaerobe Bakterier, saaledes af mange Koli- og Proteusarter. Da der herved foruden Ravsyre ogsaa dannes

[1] Archiv f. die gesamte Physiologie 1904. CI og Zeitschrift f. physiologische Chemie 1907, L, 303.

[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1906. XVII. 529.

[3] Archiv f. Hygiene XXXVII. XLII og XLVIII.

forskellige flygtige Syrer og Brint, ja undertiden ogsaa Kulbrinte, kan Processen tænkes at foregaa efter Ligningerne:

$$\underset{2\times 167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{2C_3H_6O_3}} = \underset{223}{\overset{\text{Ravsyre}}{C_4H_6O_4}} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + H_2 + 7\text{ Kal.}$$

Pr. Gram (Sukker) 0.23 Kal.[1]

$$\underset{2\times 167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{2C_3H_6O_3}} = \underset{223}{\overset{\text{Ravsyre}}{C_4H_6O_4}} + \underset{102}{\overset{\text{Myresyre}}{CH_2O_2}} + \underset{21}{CH_4} + 12\text{ Kal.}$$

Foruden Eddikesyre og Myresyre opstaar i Regelen ogsaa Propionsyre. Denne dannes med stor Energivinding derved, at Brinten *in statu nascendi* virker reducerende paa Mælkesyren:

$$H_2 + \underset{167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{C_3H_6O_3}} = \underset{123}{\overset{\text{Propionsyre}}{C_3H_6O_2}} + \underset{69}{H_2O} + 25\text{ Kal.}$$

Analog med denne Proces er Æblesyrens Reduktion til Ravsyre, der efter EMMERLING[2] udføres af beslægtede Organismer (*Bacterium lactis aerogenes*). I denne Sammenhæng skal ogsaa mindes om Ravsyrebakteriernes Evne til at reducere Nitrat til Nitrit[3].

10. **Propionsyregæringen**. Den højeste Udvikling i Retning af at danne Propionsyre har de specifike Propionsyrebakterier opnaaet. Da de for det meste spalter og ilter et Molekyle Mælkesyre til Kulsyre og Eddikesyre, samtidig med at de reducerer to andre Molekyler Mælkesyre til Propionsyre, kan Propionsyregæringen fremstilles ved Ligningen:

$$\underset{3\times 167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{3C_3H_6O_3}} = \underset{2\times 123}{\overset{\text{Propionsyre}}{2C_3H_6O_2}} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + \underset{103}{CO_2} + \underset{69}{H_2O} + 35\text{ Kal.}$$

Pr. Gram 0.32 Kal.

[1] Hertil er ligesom i de følgende Exempler lagt den Kaloriemængde, som vindes ved Sukkerets Spaltning til Mælkesyre.

[2] Berl. Berichte 1899. S. 1915.

[3] Da al den udviklede Brint herved iltes til Vand, sætter man ofte Salpeter til Ostemælk for at undgaa Pustning af Ostene. Denne frygtede Ostefejl skyldes nemlig i Regelen en Ravsyregæring.

11. **Smørsyregæringen.** Den almindelige Ligning er:

$$\text{a. } \underset{2\times 167}{2C_3H_6O_3} = \underset{129}{C_4H_8O_2} + \underset{2\times 103}{2CO_2} + 2H_2 + 1\,\text{Kal.}$$

(Mælkesyre: $2C_3H_6O_3$; Smørsyre: $C_4H_8O_2$)

Da alle Smørsyrebakterier imidlertid ogsaa danner større Mængder Myresyre, maa man antage, at en Del af Spaltningen forløber efter Ligningen:

$$\text{b. } \underset{2\times 167}{2C_3H_6O_3} = \underset{129}{C_4H_8O_2} + \underset{102}{CH_2O_2} + \underset{103}{CO_2} + H_2 + 0\,\text{Kal.}$$

(Mælkesyre: $2C_3H_6O_3$; Smørsyre: $C_4H_8O_2$; Myresyre: CH_2O_2)

Beregningerne viser, at der frigøres ingen eller i alt Fald kun en forsvindende Mængde Energi ved disse Processer. De vil derfor ikke kunne finde Sted, uden at der er en anden Drivkraft virksom, og denne er atter i de fleste Tilfælde Mælkesyrens Reduktion til Propionsyre[1]. Efter mine Undersøgelser[2] dannes der ved den almindelige Smørsyregæring for hvert Molekyle Smørsyre et til to Molekyler Propionsyre. Regner vi med et Molekyle Propionsyre, saa udtrykkes Smørsyregæringen nøjagtigst ved følgende Ligning ($11a + 11b + 2 \times 9c = 51$ Kal.):

$$\text{c. } \underset{6\times 167}{6C_3H_6O_3} = \underset{2\times 129}{2C_4H_8O_2} + \underset{2\times 123}{2C_3H_6O_2} + \underset{102}{CH_2O_2} + \underset{3\times 103}{3CO_2} + \underset{2\times 69}{2H_2O} + H_2 + 51\,\text{Kal.}$$

(Mælkesyre: $6C_3H_6O_3$; Smørsyre: $2C_4H_8O_2$; Propionsyre: $2C_3H_6O_2$; Myresyre: CH_2O_2)

Herved vindes pr. Gram Druesukker 0.28 Kal., altsaa den samme Energimængde som ved Alkoholgæringen.

Der gives imidlertid ogsaa Smørsyregæringer, hvorved der dannes Eddikesyre. De bedst undersøgte af disse er Cellulosens Brint- og Metangæring[3]. Eddikesyren kan i disse Til-

[1] Efter Beijerinck skal Reduktionen for *Granulobacter butylicum*'s Vedkommende fortsættes lige til Propylalkohol. Efter denne Forsker (Koninkl. Akademie d. Wetensch. Amsterdam 1893. II, erster Teil) og efter Fitz (Berl. Berichte IX. 1348) reducerer mange Smørsyrebakterier større eller mindre Mængder Smørsyre til Butylalkohol. Til Smørsyrebakteriernes Reduktionsprocesser hører ogsaa den Svovlbrinteudvikling, som de frembringer paa Bekostning af Proteinstoffernes Svovl. Alle disse Processer er exoterme.

[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1906. XVII. 233.

[3] Cellulosens Hydrolyse til Sukker, der er en uægte Gæring, kommer os ikke ved i denne Sammenhæng.

fælde tænkes dannet ved Spaltning og Reduktion af Mælkesyre paa følgende Maade:

d. $\underset{2\times167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{2C_3H_6O_3}} + 2H_2 = \underset{129}{\overset{\text{Smørsyre}}{C_4H_8O_2}} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + \underset{2\times69}{2H_2O} + 51$ Kal.

e. $\underset{167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{C_3H_6O_3}} + 2H_2 = \underset{21}{CH_4} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + \underset{69}{H_2O} + 41$ Kal.

Særlig ved den sidste Reduktionsproces er Varmetoningen betydelig. Vi kan nu tænke os at hele Forløbet af Brint- og Metangæringen forgaar henholdsvis efter Ligningerne $f = 2 \times a + d = 53$ Kal. og $g = a + e = 42$ Kal.:

f. $\underset{6\times167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{6C_3H_6O_3}} = \underset{3\times129}{\overset{\text{Smørsyre}}{3C_4H_8O_2}} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + \underset{4\times103}{4CO_2} + \underset{2\times69}{2H_2O} + 2H_2 + 53$ Kal.

Pr. Gram 0.29 Kal.

g. $\underset{3\times167}{\overset{\text{Mælkesyre}}{3C_3H_6O_3}} = \underset{129}{\overset{\text{Smørsyre}}{C_4H_8O_2}} + \underset{118}{\overset{\text{Eddikesyre}}{C_2H_4O_2}} + \underset{2\times103}{2CO_2} + \underset{69}{H_2O} + \underset{21}{CH_4} + 42$ Kal.

Pr. Gram 0.35 Kal.

Jeg har valgt disse Ligninger, fordi de synes tilnærmelsesvis at svare til de virkelige Forhold. OMELIANSKI, hvem vi skylder vort Kendskab til Cellulosens Gæringer, fandt saaledes, at Gæringsprodukterne ved Brintgæringen bestod af:

67 % flygtige fede Syrer, 29 % Kulsyre, 0.4 % Brint og 3.6 % Rest[1], medens Ligning f giver:

60 % flygtige fede Syrer, 32.7 % Kulsyre, 0.7 % Brint og 6.6 % Vand. For Metangæringens Vedkommende fandt OMELIANSKI:

51 % flygtige fede Syrer, 43 % Kulsyre, 7 % Metan og ÷ 1 % Rest[2], medens Ligning g giver:

54.7 % flygtige fede Syrer, 32.7 % Kulsyre, 6 % Metan og 6.6 % Vand.

Ganske vist finder OMELIANSKI forholdsvis mere Eddikesyre end Ligningerne angiver; Beviserne herfor er dog ikke fyldest-

[1] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt., 1902. VIII. 354.

[2] — — — — 361. Da Resten er negativ, er der aabenbart fundet for megen Kulsyre.

gørende, særlig da det ikke er fuldt opklaret, om der ikke ogsaa ved disse Gæringer dannes Propionsyre og Myresyre.

Mazé[1] og Omelianski[2] har ogsaa vist, at Smørsyre (h) og Eddikesyre (i) kan gaa i Metangæring. Tænker vi os disse Processer løbe helt til Ende, saa foreligger der en fuldstændig (anaerob) Kulhydratspaltning. (Se næste Side).

Den største Energimængde, der kan frigøres ved Kulhydraternes bakterielle Spaltning — uden samtidig Iltning — er altsaa 0.40 Kal. pr. Gram (Druesukker).

Heraf vindes ved	Mælkesyregæringen	48 %
—	Ravsyregæringen uden Propionsyredannelse	58 %
—	Alkohol- eller ved Smørsyregæringen	70 %
—	Propionsyregæringen	80 %
—	Sumpgasgæringen	88—100 %

Det foreliggende Studium viser, at de færreste Gæringer er rene Iltnings- eller rene Spaltningsprocesser. Ved Iltningerne med bunden Ilt reduceres saaledes samtidig Iltningsmidlet, ved de fakultativ anaerobe Bakteriers Spaltninger finder der ofte en Iltning og undertiden samtidig en Reduktion af Spaltningsprodukterne Sted, og endelig er de obligat anaerobe Bakteriers Spaltninger altid ledsaget af Reduktionsprocesser, og det er disse, der er den egentlige Drivkraft. Da den Brint, hvormed der reduceres, oprindelig stammer fra selve det forgærende Stof, saa har vi altsaa blot med en Flytning af Brinten at gøre, og de bakterielle Reduktionsprocesser svarer saaledes ikke til de Iltninger, der foregaar ved Hjælp af Luftens Ilt, men til dem, hvorved der bruges bunden Ilt. Kun simple Forbindelsers Iltning med fri Ilt er rene Oxydationsgæringer (saaledes Eddikesyregæringen), og af rene Spaltningsgæringer kender vi kun Mælkesyre- og Alkoholgæringen. Mælkesyre-

[1] Citeret efter Omelianski.

[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1906. XV. 673.

$$3C_6H_{12}O_6 = 6C_3H_6O_3 + 102\ \text{Kal.}$$ Mælkesyregæringen

g. $6C_3H_6O_3 = 2C_4H_8O_2 + 2C_2H_4O_2 + 2H_2O + 4CO_2 + 2CH_4 + 84\ \text{Kal.}$

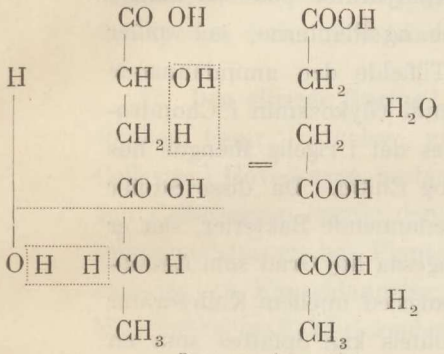
h. $2H_2O + 2C_4H_8O_2 = 3CO_2 + 5CH_4 + 18\ \text{Kal.}$ } Sumpgasgæringer

i. $2C_2H_4O_2 = 2CO_2 + 2CH_4 + 12\ \text{Kal.}$ }

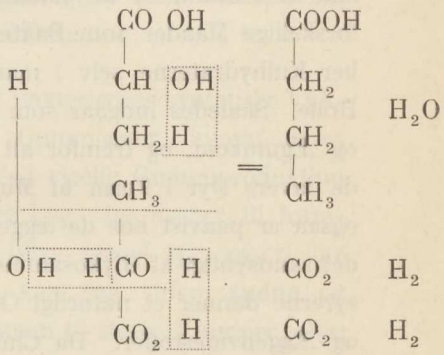
$$3C_6H_{12}O_6 = 9CO_2 + 9CH_4 + 216\ \text{Kal.}$$

$$\underset{300}{C_6H_{12}O_6} = \underset{3\times103}{3CO_2} + \underset{3\times21}{3CH_4} + 72\ \text{Kal.}$$ Pr. Gram 0.40 Kal.

gæringen (og dermed ogsaa Alkoholgæringen) er imidlertid paa Grund af den ejendommelige Omlejring af Ilt- og Brintatomer desuden noget af en Syntese. Utvivlsomme Synteser er Dannelsen af Ravsyre og Smørsyre af Mælkesyre. Den eneste Forskel paa disse to analoge Processer, hvorved der kan tænkes optaget og udskilt et Molekyle Vand, er den, at det er forskellige Ender af Mælkesyremolekylerne, der forener sig:



Ravsyregæringen (9a)



Smørsyregæringen (11a)

Man kan ikke lade være at spørge, hvorfor Kulhydraternes Nedbrydning gaar denne ejendommelige Zigzagvej med mellemliggende Opbygningsprocesser. Selv om den Energi, der forbruges til Synteserne, senere kan komme Bakterierne tilgode, saa er dog Brintudviklingen et rent Energitab. Den frigjorte Brint vil ganske vist kunne gavne de obligat anaerobe Smørsyrebakterier ved at fortrænge fri Ilt og reducere højt iltede Forbindelser; men hvad Nytte den kan være til for de fakultativ anaerobe Ravsyrebakterier, er vanskeligere at forstaa. Da Æblesyre imidlertid vil kunne tænkes dannet ved Iltning af (Smørsyre og) Ravsyre, og heraf atter kan opstaa Asparagin, saa ledes Tanken uvilkaarligt hen paa Æggehvidesyntesen, ved hvilken Asparaginet jo spiller en fremtrædende Rolle. Det er endog sandsynligt, at Grunden til, at Planterne foretrækker Nitrater som Kvælstofkilde, er den, at Nitratilten

skal tjene til Oxydation af (Smørsyre og) Ravsyre og den ved dens Dannelse frigjorte Brint; herved reduceres Salpetersyren selv til Ammoniak, og Asparaginsyntesen er fuldbragt med stor Energigevinst. Med Æggehvidesyntesen for Øje forstaar vi i det hele lettere, hvorfor der dannes saa mange forskellige Syrer ved Kulhydraternes Nedbrydning, thi disse skal atter, hvis det viser sig nødvendigt, tjene til Dannelse af de Aminosyrer, hvoraf Æggehvidemolekylet bestaar. Da Dyrene ikke er i Stand til at omdanne Kulhydrater paa saa mange forskellige Maader som Bakterierne og Planterne, saa spiller her Kulhydraterne selv i mange Tilfælde den amindannende Rolle. Saaledes indgaar som bekendt Glykosamin i Chondro- og Ægmukoid, og fremfor alt findes det i rigelig Mængde hos de lavere Dyr i Form af Mucin og Chitin. Da disse Stoffer ogsaa er paavist hos de æggehvidedannende Bakterier, saa er det sandsynligt at Glykosaminet i ligesaa høj Grad som Aminosyrerne danner et naturligt Overgangsled imellem Kulhydrater og Æggehvidestoffer. Da Chitin tildels kan opfattes som en Forbindelse af Glykosamin med Eddikesyre, saa kan det ikke forundre, at netop en Eddikesyrebakterie, *B. xylinum*[1], danner særlig store Mængder Chitin.

Ikke blot af Hensyn til Æggehvidesyntesen kan der ved Kulhydraternes Nedbrydning opstaa Syrer med et stort Antal Kulstofatomer, men i endnu højere Grad af Hensyn til Fedtsyntesen. For at forstaa de ægte Gæringer til Bunds, maa vi betænke, at selv om de i Regelen udføres for at skaffe Energi, saa kan de ogsaa til Tider — paa samme Maade som de uægte Gæringer — tjene til at overføre Næringen i de Elementer, hvoraf Organismerne sammensætter deres Cellebestanddele. Desuden har Enzymforskningen lært os, at det tildels er de samme Faktorer, der besørger Nedbrydningen og Opbygningen; alt efter den Koncentration, hvori Stofferne forekommer, vil Processen gaa i den ene eller den anden Retning.

[1] EMMERLING. Berl. Berichte 1899. XXXII. 541.

Er Cellerne allerede ladet med Energi, er det derfor kun naturligt, at Enzymerne saavidt muligt omdanner Energikilderne til Reservenæring i Stedet for at ødelægge dem til ingen Nytte. Det er interessant at lægge Mærke til, at det, som knytter Fedtstoffernes forskellige Syrer sammen, er Glycerin, $C_3H_8O_3$, der kan opfattes som et Reduktionsprodukt af Mælkesyre, $C_3H_6O_3$[1], der jo er Udgangspunktet for Kulhydraternes mangeartede Omdannelser. Forøvrigt ligger Fedtets Dannelse af Kulhydrater, den mægtigste fysiologiske Reduktionsproces, der kendes, endnu fuldstændigt i Mørke.

12. **Den slimede Gæring**[2]. Til Bakteriernes syntetiske Virksomhed hører Dannelsen af de Gummiarter, hvoraf deres Cellevæg i Hovedsagen bestaar. Ved rigelig Gummiproduktion kan Cellevæggen (særlig dens ydre Lag, der svarer til Intracellularsubstansen hos Planterne) blive meget tyk, og vi har saaledes en Kapseldannelse, der kan gaa videre endnu og kitte forskellige Bakteriekæder sammen til større Klumper, eller Kapslerne kan forslime, saaledes at hele Næringsvædsken bliver tykflydende og traadtrækkende. Disse Fænomener kan være karakteristiske for de paagældende Bakteriarter, og har vel — da disse ingen Endosporer danner — til Hensigt at beskytte dem imod Udtørring. De kan imidlertid ogsaa være Degenerationsfænomener, der ligesom Fedtdegenerationen hos Dyrene opstaar, naar Evnen til at producere Energi (Gærkraften respektiv Oxydationskraften) er svækket. Opbygningsprocesserne tager i dette Tilfælde Overhaand over Nedbrydningsprocesserne. De fleste Mælkesyrebakterier (ikke blot Aerogenesarter, men ogsaa de ægte Mælkesyrebakterier, Stave saavel som Kokker) vil saaledes ved Overernæring kunne

[1] At denne Opfattelse er rigtigere, end man egentlig skulde tro efter de rationelle Formler, følger deraf, at Glycerin ved de fleste bakterielle Spaltninger leverer Ætylalkohol.

[2] Vi skal her kun beskæftige os med Kulhydraternes slimede Gæring og ikke med Æggehvidestoffernes.

blive slimdannende, hvorved de samtidig bliver langt svagere Syreproducenter.[1]

Undertiden dannes der Mannit ved den slimede Gæring. Dette kan dog kun ske, naar Næringsvædsken indeholder Mannose eller Lævulose eller Anhydrider af disse Sukkerarter. Mannitgæringen i Rørsukkeropløsninger kan vi tænke os komme i Stand derved, at de degenererede Mælkesyrebakterier kun formaar at spalte Dextrosen, medens de nøjes med at reducere den noget sværere forgærbare Lævulose.

Da vi ved en Gæring, hvad enten den er ægte eller uægte, forstaar en mikrobiel Proces, ved hvilken Nedbrydningen overvejer Opbygningen, saa er det tvivlsomt, om den slimede Gæring fortjener sit Navn.

13. **Aminosyrernes Gæringer.** I det foregaaende forsøgte vi at forestille os, hvorledes Æggehvidestoffer kan dannes af Kulhydrater; Forløbet maa naturligvis blive lige det modsatte, naar Kulhydrater skal opstaa af Æggehvidestoffer. Forraadnelsesbakterierne omdanner derfor — særlig naar de ingen Kulhydrater har til deres Raadighed — Aminosyrerne til Syrer og Ammoniak. Ved Reduktion faas de tilsvarende Syrer og ved Hydrolyse de tilsvarende Oxysyrer. Af disse sidste kan atter dannes højere Alkoholer ved Kulsyreafspaltning, nøjagtig paa samme Maade som Ætylalkohol opstaar af Oxysyren: Mælkesyre. Saaledes skal efter F. EHRLICH[2] Fuseloliens Hovedbestanddele, Amyl- og Isoamylalkohol, dannes henholdsvis af Isoleucin og Leucin. Ogsaa uden foregaaende Ammoniakafspaltning kan der finde en Kulsyreafspaltning Sted. Herved opstaar de saakaldte *Ptomaïner* og andre ejendommelige

[1] Det er særlig de Mælkesyrebakterier, der dyrkes som Renkulturer i Laboratorierne, der er tilbøjelige til at degenerere, og dette er jo ret naturligt, thi under Forudsætning af, at Mælkesyren tildels er et Kampmiddel, saa vil dens Produktion selvfølgelig tage af, naar der igennem mange Generationer slet ikke har fundet nogen Konkurrence Sted med andre Bakterier.

[2] Zeitschrift der Zuckerindustrie 1905. LV. 539.

sekundære Æggehvidesønderdelingsprodukter. Saaledes opstaar af:

Diaminovalerianesyre (Ornitin): Tetrametylendiamin (Putrescin)
Diaminocapronsyre (Lysin): Pentametylendiamin (Cadaverin)
Fenylaminopropionsyre: Fenylætylamin (Collidin)
Oxyfenylaminopropionsyre (Tyrosin): Oxyfenylætylamin.

Hvis der til ovennævnte Processer desuden kommer Iltninger, saa bliver Gæringsprodukternes Antal endnu langt større. Jeg skal blot erindre om, at der ved Brintning, Iltning og Kulsyreafspaltning opstaar af Tyrosin Kresol og af Tryptofan Skatol og ved yderligere Iltning henholdsvis Fenol og Indol. Paa Grund af den Betydning, som Indolreaktionen spiller i Bakteriologien, er der Grund til at fremhæve, at Indol er et Iltningsprodukt og derfor ikke vil kunne dannes af obligat anaerobe Bakterier. En Organisme maa for at kunne producere Indol baade være i Stand til at reducere, oxydere og til at afspalte Kulsyre. Dette kan de fakultativ anaerobe Ravsyrebakterier, og disse er derfor ogsaa de vigtigste Indolproducenter. Om de Reduktaser, Oxydaser og kulsyreafspaltende Enzymer, der er virksomme overfor Kulhydraterne, er identiske med dem, der sønderdeler Aminosyrerne, er endnu ikke undersøgt. Der er dog Grund til at tro det, thi det er jo netop Alkoholgærsvampene, der ogsaa danner den største Mængde højere Alkoholer.

Vi skal endelig særskilt omtale en beslægtet Proces, nemlig:

14. **Den ammoniakalske Gæring** eller Urinstoffets Omdannelse til kulsur Ammoniak

$$\underset{77}{CON_2H_4} + \underset{2\times 69}{2H_2O} = \underset{222}{(NH_4)_2CO_3} + 7 \text{ Kal.} \quad \text{Pr. Gram } 0.07 \text{ Kal.}$$

Denne Gæring er egentlig ikke ægte, men kun en Hydrolyse, hvorfor Varmetoningen ogsaa kun er ringe. Ikke desto

mindre maa vi antage, at de typiske Urobakterier, der ikke kan spalte Kulhydrater, vinder al deres Energi derved.

Den følgende Tabel er en Sammenstilling af de nævnte bakterielle Gæringer, ordnede efter Varmetoningen:

Brintens Iltning	3.83 Kal.
Metanets Iltning	2.75 —
Svovlbrintens Iltning til Svovlsyre	2.05 —
Den fysiologiske Kulhydratforbrænding	1.97 —
Kuliltens Iltning	1.68 —
Eddikesyregæringen	1.47 —
Svovlbrintens Iltning til Svovl	1.24 —
Denitrifikationen	0.8—1 —
Nitritationen	0.76 —
Den fuldstændige Kulhydratspaltning	0.40 —
Methangæringen	0.35 —
Propionsyregæringen	0.32 —
Den alm. Smørsyregæring	0.28 —
Ravsyregæringen	0.23 —
Nitratationen	0.22 —
Mælkesyregæringen	0.19 —
Den ammoniakalske Gæring	0.07 —
Desulfurationen	0.06 —

Som man ser, er de Gæringer, hvorved der vindes mest Energi, alle Iltningsprocesser, dernæst kommer Reduktionsprocesserne (Propionsyregæringen og de forskellige Smørsyregæringer) og tilsidst de rene Spaltninger (Mælke- og Ravsyregæringen). Næst efter Brintens, Metanets og Svovlbrintens Iltning er Kulhydraternes fuldstændige Forbrænding, saaledes som den finder Sted hos Dyr og Planter og hos enkelte aerobe Bakterier, den mest energigivende Proces. Det er indlysende, at jo større Bakteriernes syntetiske Virksomhed er, desto mere Energi behøver de. Iblandt de førstnævnte Gæringer befinder sig derfor de autotrofe Bakteriers, og iblandt de sidstnævnte,

de der udføres af Bakterier, som kun udvikler sig, naar de har organiske Kvælstofkilder til deres Raadighed. Nitratbakterierne danner dog Undtagelse, men de voxer ogsaa meget langsomt og maa ilte store Mængder Nitrit for hver Del organisk Substans, de frembringer.

Efter denne lille Orientering i Bakteriernes Biologi er vi udrustede til at gaa i Lag med vor egentlige Opgave.

At de første Bakterier paa vor Klode maa have været autotrofe staar fast; vanskeligere er det at afgøre, hvilke af de autotrofe Bakterier, der er ældst, thi Energikilderne H, CH_4, SH_2, CO og NH_3, der er vulkanske Produkter, har sikkert alle været tilstede i rigelig Mængde i Tidernes Morgen. En Ledetraad har vi imidlertid, naar vi gaar ud fra den meget sandsynlige Forudsætning, at jo lettere en Syntese gaar for sig, desto tidligere vil den ogsaa have fundet Sted[1].

Da Kaserer[2] har vist, at enkelte autotrofe Bakterier lettere voxer i uorganiske Næringsvædsker, naar der til disse sættes et Spor Formaldehyd, saa maa man antage, at Kulstofassimilationen hos disse Bakterier ligesom hos Planterne har dette Stof til Mellemled. De efterfølgende Ligninger angiver, hvor mange Kalorier de vigtigste autotrofe Bakterier vinder eller bruger ved at danne et Molekyle Formaldehyd, CH_2O, naar de dertil benytter den mindst mulige Mængde Energikilde[3].

[1] Naar jeg her bygger paa en Hypotese, saa maa jeg strax tilføje, at det ingen Betydning faar for det øvrige System, om denne Hypotese er rigtig eller gal. Den eneste Grund til, at jeg ikke lader de forskellige antotrofe Bakterier staa som isolerede Typer, er den, at en foreløbig Ordning efter et naturligt Princip efter min Mening er bedre end slet ingen Orden.

[2] Zeitschrift f. d. landwirt. Versuchswesen in Oesterreich 1907. X. 37. Kaserer's mærkelige Ide, at de autotrofe Bakterier fornemmelig bruger deres egne Opbygningsprodukter som Energikilde, kan jeg ikke slutte mig til.

[3] Lægger vi overalt 10 Kal. til paa højre Side af Lighedstegnet, saa faar vi den Energimængde, der vindes eller bruges ved at danne $^1/_6$ Molekyle Druesukker (Druesukkerets Dannelsesvarme er 300 Kal.)

Methanomonas:

$$\underset{21}{CH_4} + O_2 = \underset{40}{CH_2O} + \underset{69}{H_2O} \quad + 88 \text{ Kal.}$$

Nitrosomonas:

$$\underset{222}{(NH_4)_2CO_3} + 2O_2 = \underset{40}{CH_2O} + \underset{2\times30}{2HNO_2} + \underset{2\times69}{2H_2O} + 16 \text{ Kal.}$$

Carboxydomonas:

$$\underset{2\times29}{2CO} + \underset{69}{H_2O} = \underset{40}{CH_2O} + \underset{103}{CO_2} \quad + 16 \text{ Kal.}$$

Hydrogenomonas:

$$\underset{103}{CO_2} + 2H_2 = \underset{40}{CH_2O} + \underset{69}{H_2O} \quad + 6 \text{ Kal.}$$

Sulfomonas thioparus:

$$\underset{103}{CO_2} + \underset{2\times7}{2H_2S} = \underset{40}{CH_2O} + S_2 + \underset{69}{H_2O} \quad \div 8 \text{ Kal.}$$

Nitromonas:

$$\underset{103}{CO_2} + \underset{2\times89}{2KNO_2} + \underset{69}{H_2O} = \underset{40}{CH_2O} + \underset{2\times111}{2KNO_3} \quad \div 88 \text{ Kal.}$$

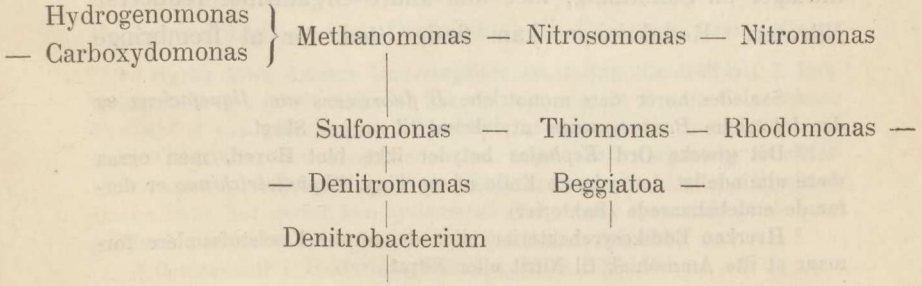
Grønne Planter:

$$\underset{103}{CO_2} + \underset{69}{H_2O} = \underset{40}{CH_2O} + O_2 \quad \div 132 \text{ Kal.}$$

Som man ser, er Kulstofassimilationen hos de fire første Organismer exoterm, medens den hos de to sidste — ligesom hos Planterne — er endoterm. Hos alle autotrofe Bakterier er Kulstofassimilationen enten Oxydations- eller Reduktionsprocesser, der foregaar bedst i Mørke; hos Planterne derimod udvikles der ved Kulstofassimilationen fri Ilt, hvad der er forbundet med et saadant Kalorietab, at Processen kun kan komme i Stand ved Hjælp af Sollysets Energi. Af Beregningerne fremgaar, at intet af de foreliggende Stoffer er saa egnet for Kulstofassimilation som Kulbrinte; *Methanomonas* er derfor uden Sammenligning den autotrofe Bakterie, der lettest kan opbygge sine Cellebestanddele, og vi maa derfor ogsaa regne den for Stamfader til alle andre Bakterier. Da der af Kulbrinte ved Substitution eller andre Processer kan opstaa alle mulige organiske Forbindelser, saa finder jeg det overordentligt tiltalende, netop at gøre *Methanomonas* til Udgangspunkt for alt organiseret Liv. *Carboxydomonas* og *Nitroso-*

monas vil kunne være opstaaede omtrent samtidig, eftersom de assimilerer Kulstof med ligestor Energigevinst, og vi kan derfor tænke os, at *Methanomonas* har udviklet sig til den ene Side til de andre Bakterier, som ilter Kulstofforbindelser, og til den anden Side til de Bakterier, der ilter (uorganiske) Kvælstofforbindelser. Senere opstaaede Grene dannes af de Bakterier der ilter Brint og Svovlbrinte.

Da *Carboxydomonas* efter KASERER's Undersøgelser ogsaa formaar at ilte Brint, naar den voxer sammen med andre Bakterier, saa maa den være nær beslægtet med *Hydrogenomonas*. Efter den Vanskelighed at dømme, hvormed *Nitromonas* assimilerer Kulstof, vil denne Organisme først kunne være opstaaet længe efter *Nitrosomonas*. At det i Virkeligheden forholder sig saaledes, er indlysende, thi førend *Nitrosomonas* havde iltet største Delen af den Ammoniak, der havde samlet sig paa Jordens Overflade, til Nitrit, kunde *Nitromonas* ikke udvikle sig. Den stadige Nedbør (Fortætningen af de umaadelige Mængder Vanddamp, der den Gang befandt sig i Luften), som fandt Sted paa dette Tidspunkt, bidrog naturligvis til, at Ammoniakmængden hurtigere blev bragt ned under den for *Nitromonas* skadelige Grænse. Med Dannelsen af Nitrit og Nitrat var Udviklingsbetingelserne skabte for de denitrificerende Bakterier, der, som nævnt, ligesom de egentlige Svovlbakterier har deres Udspring i Slægten *Sulfomonas*. For ikke at tabe Traaden skal jeg allerede nu skitsere Begyndelsen af mit Bakteriesystem:



Ved Opstillingen af dette System har vi hidtil slet ikke taget Hensyn til Bakteriernes morfologiske Egenskaber, thi disse bør, som jeg betonede i Indledningen, først komme i anden Linie. Det kan ikke længere tilfredsstille Naturvidenskaben at inddele udelukkende paa Grundlag af nogle mere eller mindre vilkaarligt valgte ydre Ligheder, men man bør lade Naturen selv vise Vej. Og denne viser da ogsaa, som det var at vente, at de første Bakterier har haft den simplest mulige Form, de var alle Kortstave og — forsaavidt det er lykkedes at iagttage deres Svingtraade — monotriche. De var ikke sporedannende eller forgrenede. Evnen til at danne Endosporer eller Forgreninger betegner derfor højere Udviklingstrin.

Da de lofotriche Bakterier egentlig blot adskiller sig fra de monotriche ved at være rigeligere udstyret med polære Cilier, saa er der ingen skarp Grænse imellem disse to Former, men der kan til samme Familie — ja muligvis ogsaa til samme Slægt[1] — høre baade monotriche og lofotriche Arter. De peritriche Bakterier danner derimod, som vi senere skal se, ved deres udprægede Evne til at spalte Kulhydrater eller Aminosyrer et afsluttet hele. Jeg har derfor fundet det naturligt at dele Bakterieriget i Ordnerne **Cephalotrichinae**[2] og **Peritrichinae**. Vi skal nu gøre os færdig med den første Orden, førend vi gaar i Lag med den anden.

Af Bakterier, der ilter uorganiske Kvælstofforbindelser kender vi foreløbig ikke flere end de allerede nævnte[3]. De indtager en Særstilling, idet alle andre Organismer reducerer Nitrater. Reduktionen kan finde Sted for at frembringe

[1] Saaledes hører den monotriche *B. fluorescens non liquefaciens* og den lofotriche *B. syncyaneum* utvivlsomt til samme Slægt.

[2] Det græske Ord *Kephalos* betyder ikke blot Hoved, men ogsaa mere almindeligt den yderste Ende af en Ting. *Cephalotrichinae* er derfor de endebehaarede (Bakterier).

[3] Hverken Eddikesyrebakterier eller de aerobe Kvælstofsamlere formaar at ilte Ammoniak til Nitrit eller Nitrat.

Energi, saaledes som det sker for de denitrificerende Bakteriers Vedkommende, men den foretages hyppigere blot for at overføre Kvælstoffet i en for Æggehvidesyntesen egnet Form, ɔ: i Aminosyrer.

Ganske anderledens formrig er den Gruppe af Bakterier, der ilter Kulstofforbindelser uden at udskille nævneværdige Mængder af ikke iltede Spaltningsprodukter. Fra *Carboxydomonas* glider vi jævnt over i Eddikesyrebakterierne og i de ligeledes stærkt oxyderende Kvælstofsamlere[1]: *Azotobacter* og *Rhizobium*. Da disse er forsynede med polære Cilier, vil vi kalde dem *Azotomonas* og *Rhizomonas*. Efter mine Undersøgelser kan førstnævnte — ligesom Snareddikebakterierne — nøjes med Ætylalkohol som eneste Kulstofkilde, medens sidstnævnte (*R. Beijerinckii* saavel som *R. radicicola*) forlanger højere Alkoholer eller Kulhydrater. Begge reducerer Nitrat til Nitrit og tildels videre til Ammoniak. Det er derfor sandsynligt, at de udnytter Nitratkvælstoffet ved at danne Ammoniumnitrat og saa spalte dette i elementært Kvælstof og Vand. Denne sidste Spaltning gaar dog kun for sig efterhaanden som der dannes Æggehvide, thi noget Kvælstoftab finder der ikke Sted ved disse Processer, hvad Stoklasa's indgaaende Undersøgelser over *Azotomonas* viser[2]. Vi vil samle alle de her nævnte obligat aerobe Bakterier med Undtagelse af *Rhizomonas* til Familien *Oxydobacteriaceae*.

Ligesom Eddikesyrebakterierne kan ogsaa *Azotomonas* og *Rhizomonas* optræde med ret forskellig Form. Størst Interesse frembyder Knoldbakteriernes ofte stærkt forgrenede Celler, thi herved knyttes disse Organismer til *Actinomyceterne* (*Strep-*

[1] Særlig efter Löhnis Undersøgelser (se f. Exp. Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1907. XIX. 87) har det vist sig, at Evnen til at samle Kvælstof er saa udbredt hos Bakterierne, at man næsten maa antage, at enhver Bakterie, der overhovedet kan nøjes med uorganiske Kvælstofkilder, ogsaa i højere eller lavere Grad kan udnytte Luftens Kvælstof. Denne Evne har derfor kun systematisk Betydning, forsaavidt at de paagældende Bakterier ogsaa har andre Egenskaber fælles.

[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1908. XXI. 484.

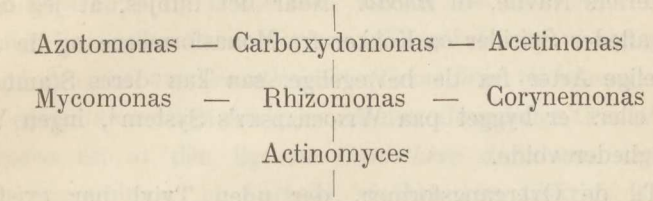
totricheerne), der ligeledes er Jord- og Rodbakterier. Igennem Ellens og Naaletræernes Rodsvampe gaar Udviklingen videre til *Eumyceterne*, og det er et Spørgsmaal, om det ikke vilde være korrektere, at regne Actinomyceterne til disse sidste i Stedet for til Bakterierne, der ellers er karakteriserede ved ikke at være forgrenede. Slægtskabet viser sig ikke blot ved Forgreningen, men ogsaa ved Oidiedannelsen. Hvis denne finder Sted paa særlige Luftraade i basipetal Rækkefølge, faar vi ægte Konidier, finder den derimod Sted overalt og i basifugal Rækkefølge, faar vi Gærceller. Iblandt de saakaldte *Fungi imperfecti* findes naturligvis de ældste *Mycomyceter*, thi det er sandsynligst, at Evnen til at danne Endosporer her saavel som hos Bakterierne betegner et højere Udviklingstrin. Antager vi specielt, at de sporeløse Gærsvampe er Stamformerne til de sporedannende, saa maa Udviklingen være gaaet fra *Mycodermerne* igennem *Torulaceerne* til *Saccharomyceterne*, ɔ: fra Iltaanding, der er det normale hos Eumyceterne, til Spaltningsaanding og fra Former med kun faa Enzymer til Former, der er rigt udstyrede i denne Henseende. Vi skal ikke gaa nærmere ind paa disse Forhold, der falder udenfor Rammen til vor Opgave.

Til Familien *Actinomycetes* slutter sig efter LEHMANN og NEUMANN Slægterne *Corynebacterium* og *Mycobakterium*, som jeg foretrækker at benævne *Corynemonas* og *Mycomonas*. Paa Grund af deres Ilttrang passer de ogsaa godt paa dette Sted i Systemet, da de imidlertid aldrig danner noget stærkt udviklet Mycelium, maa vi søge deres Udspring i de ældste Actinomyceter, ɔ: i Slægten *Rhizomonas*. Her er Tilknytningen — i alt Fald for *Mycomonas* Vedkommende — endog meget naturlig, thi med HILTNERS Paavisning af, at Forholdet mellem Bælgplanterne og deres Knoldbakterier er et veritabelt Kampforhold[1], bliver Ligheden imellem Bælgplanternes Knolde og

[1] Arbeiten aus der biologischen Abteilung d. K. Gesundheitsamtes 1900. I. 177.

Dyrenes Tuberkler større, end man i den nyere Tid har været tilbøjelig til at antage.

Den lige undersøgte Gren af Bakteriesystemet faar altsaa følgende Udseende:



Med Azotomonasarterne, der fortrinsvis lever paa og sammen med Alger, er vi naaet frem i Tiden til efter Vandplanternes Opstaaen og med Knoldbakterierne helt op i Landplanternes Periode. Ja en rigelig Udvikling af Gærsvampe forudsætter endog, at der forekommer søde og saftige Frugter.

Vi vil atter gaa tilbage til de Tider, da det var mørkt paa Jorden, og vende os til de farveløse Svovlbakterier. Af disse har Warming[1] og senere Hinze[2] beskrevet ellipsoide og runde Former, Jegunow[3] nogle Stavforme og Omelianski[4] en Spiril. Da Slægten *Sulfomonas* bestaar af Stave, saa maa de stavformige (eller ovale) Thiobakterier, altsaa Slægten *Thiomonas*, være ældst, og herfra har til den ene Side udviklet sig *Thiococcus* og til den anden Side *Thiospirillum*. De meget lyserøde Svovlbakterier (f. Exp. *Chromatium vinosa*) danner den naturlige Overgang fra *Thiomonas* til *Rhodomonas*, og hermed er vi midt inde i de røde Svovlbakteriers store Familie, der i Formrigdom overgaar alle andre nulevende Bakteriefamilier. Foruden de sædvanlige Monasformer kendes her ogsaa saadanne, der er tilspidsede i begge Ender (*Rhabdomonas* og *Rhododictyon*), og af Kokker foruden saadanne, der deler sig efter en, to eller tre Retninger, ogsaa den alle-

[1] Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier. København 1876.
[2] Berichte d. deutschen botanischen Gesellschaft 1903. XXI. 309.
[3] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1896. II. 11.
[4] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1905. XIV. 769.

rede nævnte Mellemform *Lamprocystis*, der først deler sig efter tre og senere efter to Retninger. Da jeg har reserveret Forstavelsen *Thio* for de farveløse Svovlbakterier, er jeg nødsaget til at ændre denne, hvor den indgaar i de røde Svovlbakteriers Navne, til *Rhodo*. Naar det tilføjes, at jeg ogsaa her afleder Spiriller og Kokker fra Monasformerne og de ubevægelige Arter fra de bevægelige, saa kan deres Stamtavle, der ellers er bygget paa WINOGRADSKY's System[1], ingen Vanskeligheder volde.

Til de Overgangsformer, der uden Tvivl har existeret imellem de svømmende *Thiomonas* og de krybende *Beggiatoa*, kender vi intet. *Beggiatoas* Skrueform er *Spirochaete*. Medens de i Sumpvand i Forening med Svovlbakterier levende Spirochaeter sandsynligvis hører til de ældste Arter, saa er *S. pallida* deres yngste mest forfinede Repræsentant. Da de afbrækkede Traadender af *Thiothrix* ogsaa er krybende, saa maa vi antage, at denne Bakterie ligeledes nedstammer fra *Beggiatoa*.

Da *Leptothrix* (*Chlamydothrix*) viser en vis ydre Lighed med *Thiothrix*, har den været opfattet som den svovlfri Parallelform. De nyeste Undersøgelser af ELLIS[2] viser imidlertid, at *Leptothrix*arterne danner deres Konidier overalt paa hele Overfladen. *Leptothrix*' Skrueformer er *Galionella* og *Spirophyllum*. Dog kan den mere eller mindre tilfældige Bøjning og Fletning af *Galionella*'s Traade ingenlunde tilskrives samme systematiske Betydning som de stive Spirillers regelmæssige Vindinger, og vi gør derfor bedst i blot at opfatte den som en *Leptothrix* art. *Spirophyllum* derimod maa paa Grund af sin flade Baandform opstilles som en særlig Slægt. De unge Traade er bevægelige; om Bevægelsen foregaar ved Cilier eller ej er endnu ikke opklaret. I første Tilfælde vilde *Spirophyllum* vise stor Lighed med den af WARMING

[1] Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien 1888.
[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1907. XIX. 502.

beskrevne, ligeledes snoede og baandformige *Spiromonas*, i andet Tilfælde vilde den slutte sig nær til *Thiothrix*.

Mindre fjærnt fra *Thiomonas* end *Leptothrix* staar *Cladothrix* (*Spaerotilus*), der endnu er en rigtig lofotrich Monasform, *Clonothrix* og *Crenothrix*, der er de tilsvarende ubevægelige Kok- eller Sarcinaformer. *Clonothrix* gør vi rigtigst i at opfatte som en *Crenothrix*art (*Crenothrix dichotoma*), da dens eneste væsentlige Afvigelse fra den almindelige *Crenothrix polyspora* er, at den ligesom *Cladothrix dichotoma* danner falske Forgreninger, et Forhold, vi ikke kan tilskrive større systematisk Betydning end Kokkernes Klasedannelse (Stafylokokdannelsen). De nævnte svovlfri Traadbakterier er alle med Undtagelse af *Spirochaete* og *Cladothrix* Jernbakterier.

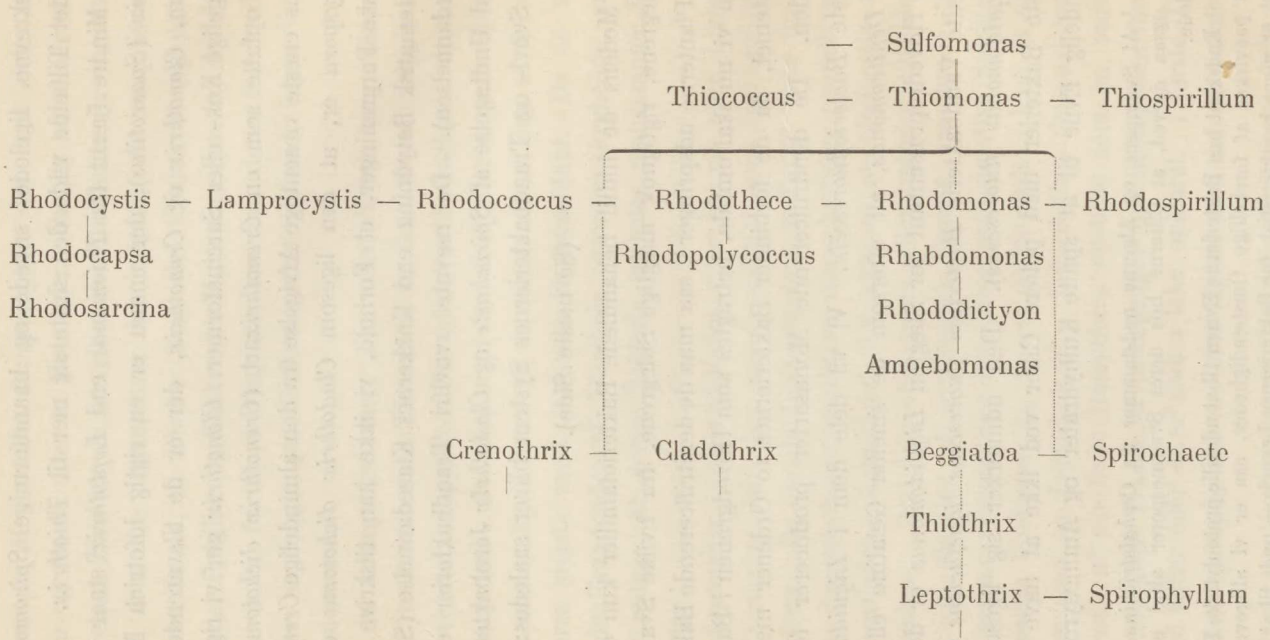
Svovl- og Traadbakteriernes System bliver saaledes:

(Se næste Side).

Medens de hidtil behandlede Bakteriefamilier kun danner Sidegrene, rigtignok mægtige Sidegrene, fra hvilke Svampene og Planterne udspringer[1], saa maa de denitrificerende Bakterier, som vi nu skal omtale, betragtes som Hovedgrenen i Bakteriesystemet, da de forbinder Bakteriernes to Ordener med hinanden. De denitrificerende Monasarter producerer for det meste *Bacteriofluorescëin*. Vi vil dele dem i *Liquidomonas* og *Denitromonas*, alt eftersom de smelter Gelatine eller ej[2]. En Hovedrepræsentant for Slægten *Liquidomonas* er den udbredte Vandbakterie *Bacterium fluorescens liquefaciens* (altsaa *Liquidomonas fluorescens*). Den udmærker sig ligesom de fleste Bakterier med polære Cilier ved ikke at have nogen kendelig Evne til at spalte Kulhydrater og Aminosyrer. Da

[1] At Svampene og Algerne nedstammer fra *Cephalotrichinae*, viser sig ogsaa derved, at Cilierne hos deres Sværmesporer altid er endestillede.

[2] Endskønt hos Bakterierne Evnen til at udskille proteolytiske Enzymer kan paavirkes af forskellige Omstændigheder, saa er vi alligevel — da intet er mere karakteristisk for Bakteriernes Levevis — nødt til at tillægge denne Evne den allerstørste systematiske Betydning.


Sulfomonas
Thiococcus
Thiomonas
Thiospirillum
Rhodocystis
Lamprocystis
Rhodococcus
Rhodothece
Rhodomonas
Rhodospirillum
Rhodocapsa
Rhodopolycoccus
Rhabdomonas
Rhodosarcina
Rhododictyon
Amoebomonas
Crenothrix
Cladothrix
Beggiatoa
Spirochaete
Thiothrix
Leptothrix
Spirophyllum

den derimod ikke blot er peptoniserende, men ogsaa fedtspaltende, er den en udpræget Kødæder. Dens Næring har derfor fra første Færd været Ligene af de mange Smaadyr, der udviklede sig, førend Planterne opstod.

Ligesom hos Svovlbakterierne saa kan vi ogsaa her tænke os en Udvikling af Kugleformer til den ene Side og Skrueformer til den anden Side. Om der virkelig existerer svovlfri Kokker med polære Cilier er ikke let at afgøre, eftersom Kokkerne ingen Pol har. Særligt vanskeligt er det at skelne imellem lofotriche og peritriche Kokker. Cilierne maa i ethvert Tilfælde udspringe nøjagtigt fra samme Punkt for med Sikkerhed at kunne betegne en Kok som lofotrich. Ellis[1], der er den eneste, der har gjort disse Spørgsmaal til Genstand for nærmere Undersøgelser, mener, at Streptokokkerne altid har 1—3 endestillede Cilier; betragter man imidlertid hans Tegninger, saa synes f. Exp. *Streptococcus pyogenes* at være peritrich. Efter samme Forsker skal Mikrokokkerne enten være monotriche eller peritriche og Sarcinerne altid peritriche. De svovlfri Kokker med polære Cilier har altsaa i det højeste udviklet sig til at kunne dele sig efter to Retninger. Skal disse hypotetiske Organismer passe ind i den øvrige Familie, saa maa de fortrinsvis leve ved Iltaanding og være fordringsløse Vandbakterier. Efter Forholdet til Gelatine vil vi dele dem i *Liquidococcus* og *Solidococcus*.

Bedre Kendskab har vi til den foreliggende Families Skrueformer. Der gives saaledes alle mulige Overgange fra *Liquidomonas* til Lysvibrionerne, idet der findes Arter af de første, der er krumme, og Arter af de sidste, der er helt lige. Disse Vibrioner lever ikke blot paa døde Dyr, men snylter ogsaa paa Krebsdyr og Fisk og gør dem derved lysende allerede i levende Live. Tænker vi os, at Lysvibrionerne udvikler sig videre til de ogsaa for højere Dyr farlige Vibrioner, hvortil *Vibrio cholerae* hører, saa har vi hele Skalaen fra Saprofyter

[1] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1902. IX. 546.

gennem Parasiter til ægte patogene Bakterier. Med denne Udvikling stiger Evnen til at spalte Kulhydrater og Aminosyrer (ɔ: til at danne Mælkesyre og Indol). Vi vil forene de gelatinesmeltende Vibrioner under Navnet *Liquidovibrio*. Selv *Liquidovibrio cholerae* er endnu i Stand til at reducere Nitrat til Nitrit, en Reminiscens fra de denitrificerende Egenskaber, der allerede i Slægten *Liquidomonas*[1] forekommer langt sjældnere end i Slægten *Denitromonas*.

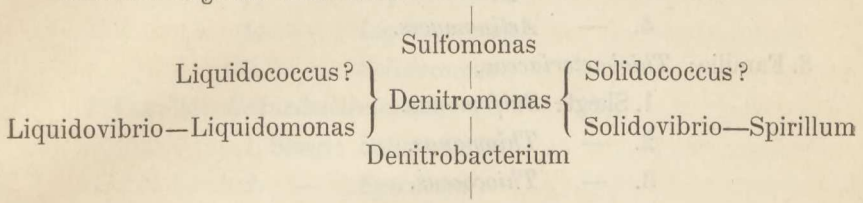
Det er svært at fatte, hvad Nytte Bakterierne kan have af at producere fluorescerende Farvestoffer og udsende Lys. Et Vink i den rigtige Retning giver det maaske, naar man antager, at det endnu var mørkt paa Jorden, dengang disse Evner udviklede sig[2], og at Fluorescensen og Fosforescensen stod i Vexelvirkning til hinanden, eftersom deres Frembringere voxede paa de samme Steder. Da man nutildags efter E. WIEDEMANNS Forslag betegner alle Lysfænomener, der ikke simpelthen opstaar ved Ophedning, for *Luminiscens*, saa vil vi ogsaa sammenfatte de her behandlede Slægter, der hovedsagelig bestaar af fluorescerende og fotogene Bakterier, under Familienavnet *Luminibacteriaceae*.

Saafremt man opfatter Desulfurationen og Denitrifikationen som beslægtede Processer, maa man ogsaa betragte de nævnte sulfatreducerende Vibrioner som Skrueformer, der har udviklet sig af Slægten *Denitromonas*. En videre Udvikling af disse allerede spirillignende Vibrioner, *Solidovibrio*, fører til ægte (svovlfri) Spiriller. Nogen Væsensforskel mellem de monotriche Vibrioner og de lofotriche Spiriller existerer ikke, thi det er selvfølgeligt, at medens de kortere Bakterier med ufuldstændig Skruegang kan nøjes med en enkelt Svingtraad som Propel, saa maa de længere og stærkere snoede Former have en hel Dusk.

[1] Ved Siden af *Liquidomonas pyocyanea* kender man endnu kun den ikke-fluorescerende *Liquidomonas Schirokikki* (C. f. B. 2 Abt. 1896 II. 205).

[2] Vi skal i denne Sammenhæng erindre om at mange Dybhavsfisk er lysende.

Slægterne *Solidovibrio* og *Spirillum* vil jeg samle til Familien *Reducibacteriaceae*; denne og Familien *Luminibacteriaceae* (med Tilføjelse af Slægterne *Sulfomonas* og *Denitrobacterium*) faar saaledes følgende Stamtavle:



Hermed er vi færdig med *Cephalotrichinae*. Kaster vi et Blik tilbage paa de til denne Orden hørende Bakterier, saa ser vi, at de ligesom Dyrene vinder deres Energi næsten udelukkende ved Iltningsprocesser, og at de med Undtagelse af Actinomyceterne sikkert alle (i alt Fald fra Begyndelsen af) er typiske Vandbakterier[1]. I Overensstemmelse hermed trives forholdsvis mange Arter ikke eller kun daarligt paa de almindeligst anvendte Næringssubstrater, idet disse er for koncentrerede med Hensyn til Mængden af opløselig organisk Substans. Endosporer dannes kun af enkelte svovlfri Spiriller, som derfor maa betragtes som nogle af de senest opstaaede Former. Inden vi forlader denne Bakterieorden, skal jeg give en samlet Oversigt over de dertil hørende Familier og Slægter:

I. Bakterieorden: **Cephalotrichinae.**

1. Familie: *Oxydobacteriaceae*,
   1. Slægt: *Methanomonas*.
   2. — *Carboxydomonas*.
   3. — *Hydrogenomonas*.
   4. — *Acetimonas*.
   5. — *Nitrosomonas*.
   6. — *Nitromonas*.
   7. — *Azotomonas*.

[1] De hindedannende *Oxydobacteriaceae* er udelukkende Overfladebakterier, medens de fleste andre Familier ogsaa kan leve i større eller mindre Dybder.

2. Familie: *Actinomycetes,*

1. Slægt: *Rhizomonas.*
2. — *Corynemonas.*
3. — *Mycomonas.*
4. — *Actinomyces.*

3. Familie: *Thiobacteriaceae,*

1. Slægt: *Sulfomonas.*
2. — *Thiomonas.*
3. — *Thiococcus.*
4. — *Thiospirillum.*

4. Familie: *Rhodobacteriaceae,*

1. Slægt: *Rhodomonas.* (Chromatium.)
2. — *Rhabdomonas.* (Rhabdochromatium.)
3. — *Rhododictyon.* (Thiodictyon.)
4. — *Amoebomonas.* (Amoebobacter.)
5. — *Rhodothece.* (Thiothece.)
6. — *Rhodopolycoccus.* (Thiopolycoccus.)
7. — *Rhodococcus.* (Thiopedia.)
8. — *Lamprocystis.*
9. — *Rhodocystis.* (Thiocystis.)
10. — *Rhodocapsa.* (Thiocapsa.)
11. — *Rhodosarcina.* (Thiosarcina.)
12. — *Rhodospirillum.* (Thiospirillum.)

5. Familie: *Trichobacteriaceae*[1].

1. Slægt: *Cladothrix.*
2. — *Crenothrix.*
3. — *Beggiatoa.*
4. — *Thiothrix.*
5. — *Leptothrix.*
6. — *Spirophyllum.*
7. — *Spirochaete.*

[1] Familien *Trichobacteriaceae* indeholder saa forskelligartede Organismer, at det vilde være rigtigere, at opløse den i tre eller fire andre Familier.

6. Familie: *Luminibacteriaceae,*
   1. Slægt: *Denitromonas.*
   2. — *Liquidomonas.*
   3. — *Liquidovibrio.*
   4. — *Liquidococcus?*
   5. — *Solidococcus?*

7. Familie: *Reducibacteriaceae,*
   1. Slægt: *Solidovibrio.*
   2. — *Spirillum.*

Vi skal nu gaa over til den anden Bakteriorden, *Peritrichinae.* Her kendes kun Stavformer og Kugleformer. Diffuse Cilier egner sig nemlig ikke til Skrueformen, hvor de vilde filtre sig ind i hverandre under Bevægelsen. Ældst er som nævnt Slægten *Denitrobacterium*[1], der oxyderer med bunden Ilt; herfra gaar Udviklingen jævnt over i de Bakterier, der reducerer med bunden Brint. Ved den første Betragtning synes der overhovedet ikke at være nogen Forskel paa disse Processer, thi der finder i begge Tilfælde en Oxydation af et Stof og en Reduktion af et andet Sted. Ved Dyrenes indre Aanding reduceres saaledes Oxyhæmoglobin til Hæmoglobin, og ved Smørsyregæringen opstaar Iltningsprodukterne Kulsyre og Vand. Naar vi ikke destomindre betegner den første Proces som en Oxydation og den anden Proces som en Reduktion, saa ligger det i, at det primære i det første Tilfælde er Frigørelse af Ilt (muligvis ved Hjælp af Katalase) og i det andet Tilfælde Frigørelse af Brint ved Hjælp af Spaltningsenzymer. At det sidste er rigtigt, ved vi deraf, at en stor Del af Brinten udskilles som saadan. I det første Tilfælde er altsaa de intracellulære Kræfter Katalase + Peroxydase og i det andet Tilfælde Spaltningsenzymer + Reduktase. De forskellige Organismers Levevis er derfor betinget af deres Indhold af disse Enzymer.

[1] Bedst undersøgt med Hensyn til Cilierne er den af Ampiola og Garino beskrevne *Denitrobacterium agile* (C. f. B. 2 Abt. 1896. II. 673).

I de højere Dyrs Blod og i de denitrificerende Bakterier er saaledes det første Enzymsystem fremherskende, og i de obligat anaerobe Bakterier det andet Enzymsystem. Hos de ægte Mælkesyrebakterier findes foruden Spaltningsenzymer kun Spor af Oxydaser og Reduktaser, men ligesom hos Smørsyrebakterierne slet ingen Katalase, og endelig hos de fakultativ anaerobe Ravsyrebakterier træffer man alle fire Slags Enzymer[1]. Denne sidste Gruppe af Bakterier danner derfor det naturlige Bindeled imellem de denitrificerende Bakterier paa den ene og de obligat anaerobe Bakterier og de ægte Mælkesyrebakterier paa den anden Side.

Af Ravsyredannerne staar Kolibakterierne i morfologisk og kulturel Henseende nærmest ved Slægten *Denitrobacterium*. Da de fleste Kolibakterier trives i selv ret rent Vand, saa er det sandsynligt, at de oprindelig var fordringsløse Vandbakterier, og at deres store Evne til at spalte Kulhydrater først har udviklet sig med den tiltagende Vegetation. Da Kolibakterierne ikke selv kan peptonisere, men er i Stand til at nedbryde de af Dyrenes Fordøjelsesenzymer dannede Peptoner og Aminosyrer, er det let forstaaeligt at de er blevne til typiske Tarmbakterier[2]. Da de paa Grund af Syredannelse undertrykker Forraadnelsen i Tyktarmen hos Pattedyrene, er de til allerstørste Nytte for disse. Vi har egentlig med en Symbiose at gøre, et Forhold, der dog kun er heldbringende, saalænge begge Parter kan holde hinanden Stangen. Svækkes

[1] Se Tabel I Side 306 i mit tidligere citerede Arbejde (Det kgl. danske Videnskabers Selskabs Oversigter 1906 Nr. 5). Tilstedeværelsen af Oxydaser hos en Bakterie kan man slutte sig til, saasnart den kan ilte Alkohol (eller Kulhydrater) til Eddikesyre eller Tryptofan (eller Peptoner) til Indol.

[2] Dyrenes Fordøjelseskanal har forøvrigt til alle Tider været Sæde for Bakterier. Saaledes er efter HOHL Regnormenes Exkrementer særlig rige paa nitrificerende Bakterier (Landwirt. Jahrbuch d. Schweiz 1904, S. 450), efter HJALMAR JENSEN findes der altid denitrificerende Bakterier — altsaa Kolibakteriernes Stamfædre — i Planteædernes Exkrementer (Centralblatt f. Bakteriologie 2 Abt. 1998. IV. 401), og endelig skal jeg erindre om Cellulosebakteriernes Betydning ved Planteædernes Fordøjelse.

den ene, saa tager den anden Overhaand, og det er derfor intet Under, at der i Tidernes Løb er opstaaet saa mange patogene Kolibakterier, thi deres normale Levevis byder dem stadig Lejlighed til at udvikle sig i denne Retning. Lægger man, som vi, ikke nogen særlig Vægt paa, om Bakterier er bevægelige eller ej, saa falder de unaturlige Skranker imellem Koli- og Aerogenesbakterier. Disse sidste er ikke andet end Kolibakterier, der ved Overernæring (f. Exp. ved Dyrkning i Mælk) har erhvervet Egenskaber til at danne tykke Kapsler eller Slim, en Degeneration (se den slimede Gæring), som alle Mælkesyrebakterier er disponeret for. Vi vil kalde Kolibakteriernes artrige Slægt simpelthen for *Bacterium*[1].

En videre Udvikling i anaerob Retning viser de ægte Mælkesyrebakterier, der af Kulhydrater i Hovedsagen danner Mælkesyre, ingen Ravsyre og i Regelen kun et Spor af Eddikesyre og andre flygtige Produkter. Interessante Overgangsformer er *Bacillus casei* δ og γ[2], der i Mælk frembringer rigelig Ravsyre, men alligevel i Stikkultur voxer ligeligt uden at brede sig paa Overfladen. De ægte Mælkesyrebakterier, der alle er ubevægelige, er enten Stave eller Streptokokker. De første nærmer sig de obligat anaerobe Bakterier, eftersom de voxer bedst i Dybden. De udvikler sig ikke uden Sukker, men er ogsaa de kraftigste Mælkesyredannere og kan i Mælk frembringe indtil 2.5% Mælkesyre[2]. Da de i Modsætning til Streptokokkerne angriber Kasein, giver jeg dem Slægtsnavnet *Caseobacterium*. Der dannes herved hverken Peptoner eller sekundære Spaltningsprodukter, men næsten udelukkende Monoaminosyrer. Da Kaseobakterierne ligesom Kolibakterierne ikke

[1] Om de ikke-gelatinesmeltende, stært sukkerforgærende Lysbakterier skal regnes til Slægten *Bacterium* eller til de andre fotogene Bakterier er vanskeligt at afgøre, da det ikke er lykkedes at paavise Svingtraade hos dem. Den hertil hørende, af Molisch nærmere studerede *Bacterium phosphoreum* (Leuchtende Pflanzen, Jena 1904) viser en ejendommelig Tilpasning til de højere Dyrs Kød, idet den i Modsætning til Lysvibrionerne lyser kraftigere med Kalisalte end med Natronsalte.

[2] Orla Jensen. Doktordisputats. København 1904.

udskiller proteolytiske Enzymer, maa Kaseinets Sønderdeling foregaa intracellulært eller *post mortum*[1]. Den bekendteste Mælkesyrestreptokok er *Streptococcus lacticus* (*Kruse*) ogsaa kaldet *Bacterium lactis acidi* (*Leichmann*)[2], fordi den strækker sig stærkt før Delingen. Til Slægten *Streptococcus* hører de mest udprægede Slimdannere. En af Grundene til, at vi har afledet Mælkesyrebakterierne fra Colibakterierne — og ikke omvendt — er den, at de første forlanger organiske Kvælstofkilder, medens de sidste kan nøjes med uorganiske og derfor ogsaa maa være ældre. Medens Kolibakterierne — alt efter den foreliggende Kvælstofkilde — kan danne optisk forskellige Mælkesyrer af det samme Kulhydrat[3], saa danner Mælkesyrebakterierne — netop fordi de kun trives med organiske Kvælstofkilder — altid en bestemt Mælkesyre af det samme Kulhydrat. I Mælk danner *Yoghourten's* og *Gioddu'ens* Kaseobakterier Venstremælkesyre, *Caseobacterium ε (Bacillus casei ε, Freudenreich)* inaktiv Mælkesyre og den kortledede *Caseobacterium α* ligesom de allerfleste Streptokokker Højremælkesyre[4].

Da Propionsyrebakterierne[5] ligesom Kolibakterierne udmærker sig ved baade at kunne oxydere og reducere de

[1] Se Slutningen af Anmærkning 1 Side 275.

[2] Da LEICHMANN er den første der har karakteriseret *B. lactis acidi* ordentligt, har det ofte brugte Navn *Bacterium Güntheri* ingen Berettigelse. Overhovedet burde man, saavidt muligt, undgaa at benytte Egenavne som Artsnavne, da Navnet paa den Person, der har opdaget, beskrevet, døbt eller omdøbt en Bakterie, kun har historisk Interesse. Saadanne Navne er kun yderligere Ballast, men ingen Støtte for Hukommelsen. Uden Kemiens fornuftige Nomenklatur havde denne Videnskab næppe udviklet sig saa hurtigt.

[3] Naar Kolibakterierne kun har uorganiske Kvælstofkilder til deres Raadighed, saa kan den dannede Mælkesyre ikke blot opfattes som Affaldsprodukt, thi en Del af den skal benyttes til Æggehvidesyntese, og det er derfor ret naturligt, at den faar en særlig sterisk Konfiguration.

[4] ORLA JENSEN. Doktordisputats. København 1904.

[5] FREUDENREICH og ORLA JENSEN „Über die im Emmentalerkäse stattfindende Propionsäuregärung. (Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 1906).

dannede Spaltningsprodukter, saa er det naturligt ogsaa at aflede dem fra de sidstnævnte. I kulturel Henseende indtager de en Mellemstilling imellem Aerogenes- og Mælkesyrebakterierne, idet de i Stikkultur breder sig saameget desto mindre paa Overfladen, jo større deres Evne til at danne Propionsyre er. De danner ubevægelige Kortstave eller Diplokokker, der fuldstændigt minder om *Streptococcus lacticus*. De forgærer baade Laktose og Laktater. De angriber ikke Kasein, men spalter de af peptoniserende Bakterier dannede Produkter videre. Paa Grund af deres reducerende Egenskaber udvikler de Svovlbrinte, naar de har Pepton til deres Raadighed. Vi vil kalde Slægten *Propionibacterium*.

Ligesom Propionsyrebakterierne og de ægte Mælkesyrebakterier saaledes kan ogsaa de ægte Smørsyrebakterier opfattes som Organismer, der (hver paa sin Maade) i anaerob Retning har uddannet de Evner videre, som Kolibakterierne besidder til at nedbryde Kulhydrater. Da jeg imidlertid foretrækker at behandle Smørsyrebakterierne til Slut sammen med de andre obligat anaerobe Organismer, vil vi først omtale de Bakterier, der kan tænkes at være opstaaet ved en videre Uddannelse af Kolibakteriernes Evne til at nedbryde N-holdige Substanser. Udviklingen gaar her i aerob Retning igennem Proteusbakterierne til de sporedannende Hø- og Kartoffelbaciller.

Da de ikke-gelatinesmeltende Proteusarter, f. Exp. *Bacterium Zopfii*, ikke angriber Mælkesukker, maa de afledes fra de allerældste Kolibakterier, og de adskiller sig egentlig kun fra disse ved at danne ejendommelige Udløbere i Gelatinen. Dette Fænomen, der er karakteristisk for de fleste Proteusarter, genfinder vi hos de nærmest beslægtede Baciller, saaledes hos *Bacillus mycoides*. Da dette ikke foranlediger os til at regne sidstnævnte til Proteusbakterierne, saa finder jeg heller ingen tvingende Grund til at regne rankedannende Bakterier, der totalt mangler Evnen til at udskille proteolytiske Enzymer

til Proteusbakterierne, naar vi dog hermed forbinder Forestillingen om udprægede Forraadnelsesbakterier. Da skarpt adskilte Slægter nu engang ikke forekommer i Naturen, men man blot af rent praktiske Grunde grupperer visse Arter i Slægter, saa finder jeg det mere praktisk at sætte Grænsen imellem Koli- og Proteusbakterierne paa det Sted, hvor Evnen til at smelte Gelatine begynder at udvikles. Definitionen paa en Proteusbakterie bliver derfor: en sporeløs, peritrich Stavbakterie, der smelter Gelatine, og dens Slægtsnavn maa i Analogi med mit øvrige Nomenklatur være *Liquidobacterium*. Efter denne Definition maa vi regne en Del farvestofdannende Bakterier, saaledes *B. prodigiosum* og *B. violaceum*, til Proteusbakterierne. Dette passer godt nok, thi begge frembringer Indol og andre stinkende Produkter. *Liquidobacteriuu prodigiosum* danner ligesom *Liquidobacterium vulgare* af Sukker fortrinsvis Ravsyre og Myresyre. Den minder ved sin store Evne til at spalte Fedt[1] om *Liquidomonas fluorescens* og ved sin Forkærlighed for stivelseholdige Produkter om Kartoffelbacillerne.

De aerobe Baciller, Slægten *Bacillus*, er ligesom Proteusbakterierne rigeligt udstyrede med proteolytiske Enzymer. Flere Arter er ogsaa i Besiddelse af Diastase, saa de staar i det hele paa et højt Udviklingstrin, hvad deres store Evne til at danne Endosporer ogsaa viser. Da de er obligat aerobe, lever de selvfølgelig fortrinsvis ved Iltaanding. Kulhydrater forbrænder de saaledes enten fuldstændigt, eller de ilter dem til flygtige Syrer. De har alligevel ikke helt mistet deres Forfædres reducerende Egenskaber, hvad de viser ved, at de omdanner Mælkesyre til Propionsyre[2] og Aminosyrer (altsaa ogsaa Æggehvidestoffer og Peptoner) til Ammoniak og flygtige

[1] Se mit Arbejde „Studien über das Ranzigwerden der Butter". Centralblatt f. Bakteriologie 2 Abt. 1902. VIII. 11,

[2] ORLA JENSEN. Doktordisputats. København 1904. Side 36. Tabel XIII.

Syrer (f. Exp. Smørsyre og Isovalerianesyre)[1]. De aerobe Baciller er overhovedet af alle Bakterier de stærkeste Ammoniakdannere. De producerer mærkelig nok ingen Indol. Grunden hertil maa være, enten at de foretrækker de alifatiske Aminosyrer for de aromatiske, eller at de forbrænder Benzolkernen fuldstændigt. Som Stamform for Slægten *Bacillus* er det rimeligt at vælge *B. mycoides,* ikke blot paa Grund af dens proteusagtige Kolonier, men ganske særlig fordi den er den mest udbredte Jordbakterie. Den danner, som EMMERLING har vist[2], Mælkesyre af Druesukker og røber derved sit Udspring. Til dens nære Slægtninge hører de ubevægelige Former, *Bacillus Ellenbachensis* og *Bacillus anthracis,* der begge danner Udløbere i Gelatine. De vigtigste Repræsentanter for den foreliggende Slægt er ellers *Bacillus subtilis* og *Bacillus vulgatus*; af disse staar førstnævnte nærmest ved *Bacillus mycoides.* Vi maa derfor tænke os, at Slægten *Bacillus* har udviklet sig fra de rankedannende Arter gennem Høbacillerne til Kartoffelbacillerne, ɔ: fra Bakterier med de mindre modstandsdygtige Sporer til dem med de mest modstandsdygtige, hvilket er ret naturligt, naar Udviklingen overhovedet er gaaet fra sporeløse til sporedannende Former. Ejendommeligt for de aerobe Baciller er det store Temperaturinterval, i hvilket de formaar at udvikle sig. Høbacillerne voxer saaledes imellem 6°—50°. En yderligere Tilpasning til Temperaturer opefter og dermed Afvænning fra de lavere Temperaturer fører over til de termofile Bakterier. Disse danner Sporer, hvis Modstandsdygtighed endog synes at overgaa Kartoffelbacillernes. Saaledes hænder det ofte, at højt steriliseret Mælk, der Uger igennem holder sig uforandret ved 35°, løber sammen, saasnart den har staaet en lille Tid ved 70°. Det vilde maaske være rigtigt at opstille *Thermobacillus* som selvstændigt Slægt.

[1] Hvis Aminosyrernes Spaltning blot var en Hydrolyse, vilde vi foruden Ammoniak udelukkende faa ikke-flygtige Oxysyrer.

[2] Berl. Berichte 1897. S. 1869.

En særlig Gren af aerobe Baciller danner Slægten *Urobacillus*. At denne har samme Udspring som Slægten *Bacillus* er utvivlsomt, thi de fleste Proteusbakterier (ja endog *Lb. prodigiosum*) hydrolyser Urinstof. Denne Evne træffes ogsaa hos enkelte Koliarter, mange Kokker og hos de fleste anaerobe Forraadnelsesbakterier og kan derfor ikke for sig alene tjene som Slægtsmærke. En Urobakterie er først typisk, naar den kan vinde hele sin Energi udelukkende ved Urinstoffets Hydrolyse, og naar den har vænnet sig i den Grad til den herved opstaaede høje Alkalitet, at den bliver for syreømfindtlig til at udvikle sig paa almindelige Næringssubstrater. De mest typiske Urobakterier smelter ikke Gelatine, thi de behøver ikke andre Kvælstofkilder end Urinstof, som de under normale Forhold har nok af, og proteolytiske Enzymer vilde overhovedet kun virke daarligt paa Grund af den dannede store Ammoniakmængde. Udviklingen fra Forraadnelsesbakterie til Urobakterie gaar derfor — i Modsætning til, hvad der ellers er Tilfælde — fra gelatinesmeltende til ikke-gelatinesmeltende Former. Efter MIQUEL[1] skal de vigtigste stavformige Urobakterier være følgende:

Danner ikke Sporer	*Urobacillus*	*Miquelii*	Smelter Gelatine
	—	*Schützenbergii I*	
	—	*Schützenbergii II*	
	—	*Freudenreichii*	
Danner Sporer	—	*Leubei*	Smelter ikke Gelatine
	—	*Maddoxii*	
	—	*Pasteurii*	
	—	*Duclauxii*	

Da de tre første ikke danner Sporer, maa vi i Følge vor tidligere Definition simpelthen regne dem til Proteusbakterierne; *Liquidobacterium Miquelii* danner ogsaa i Gelatine de for Slægten karakteristiske Udløbere. Det samme gør den førstnævnte

[1] LAFAR's Handbuch der technischen Mykologie. 1904. III. 77.

sporedannende Art, *Urobacillus Freudenreichii,* der saaledes nærmer sig til de ældste Former af Slægten *Bacillus.*

Da Kugleformen er et specielt Tilfælde af Stavformen, saa tillader vi os ogsaa for denne Bakterieordens Vedkommende at aflede Kokkerne fra Stavene. Uden Besvær fandt vi Mælkesyrestreptokokkernes Plads i Systemet; fra disse føres vi igennem Galtstreptokokkerne, *Streptococcus agalactiae,* der endnu danner rigelig Mælkesyre[1], til den kun svagt sukkerforgærende *Streptococcus pyogenes.* Af Streptokokker, der smelter Gelatine, kendes kun faa Arter; mest Interesse byder Frembringeren af den sure Bipest, der synes at være nær beslægtet med *Streptococcus lacticus*[2]. Langt mere udbredt er Evnen til at smelte Gelatine hos Mikrokokkerne for da atter at tage af hos Sarcinerne. Nogen skarp Grænse imellem de to sidstnævnte Slægter findes der ikke, thi mange Sarciner deler sig overhovedet kun under særlige Omstændigheder efter alle tre Rumretninger. Af begge Slægter kendes typiske Mælkesyrebakterier. Da mange sukkerforgærende Mikrokokker er Hudbakterier (Ektoparasiter), hører der naturligvis ogsaa flere patogene Arter til denne Gruppe, saaledes de forskellige Varieteter af *Micrococcus pyogenes.* Som Hudbakterier kommer Mikrokokkerne under Malkningen i saa rigelig Mængde i Mælken, at de i Regelen udgør Hovedmassen af Mikrofloraen i nymalket Mælk. Som Hudbakterier har de ogsaa haft Lejlighed til at udvikle sig til Urokokker (ja eventuelt til Gonokokker). Det er en Selvfølge, at man ikke kan afgøre, til hvilken Bakterieorden en Kok hører, alene efter dens Forhold til Kulhydrater, thi vi har set, at der gives monotriche Bakterier (visse Vibrioner), der kan forgære Sukker, og omvendt gives der peritriche Bakterier, der, idet de er blevne patogene, omtrent helt har mistet denne Evne. Kun Maaden, hvorpaa Svingtraadene er anbragte, kan her være

[1] Leo Müller. Inaugural-Dissertation. Zürich 1906.

[2] Burri. Bakteriologische Untersuchungen über die Faulbrut und Sauerbrut der Bienen. Aarau (Schweiz) 1906.

afgørende. Men selv om nu den foreliggende Kok viser sig at være peritrich saa er dermed dens Plads i Systemet ikke afgjort. Hvis den f. Exp. er stærkt peptoniserende, men kun frembringer en ringe Mængde Mælkesyre, saa kan den med ligesaa stor Ret afledes fra Proteusbakterierne som fra Mælkesyrebakterierne[1]. Særlige Vanskeligheder frembyder *Planosarcina ureae*, der — eftersom den danner Sporer — ogsaa kan tænkes at have udviklet sig af Urobacillerne. Da vi imidlertid ingen mellemliggende sporedannende Urostreptokokker eller Uromikrokokker kender, men derimod baade sporeløse Uromikrokokker og Urosarciner saavel som sporedannende Sarciner (*Sarcina pulmonum*), der ikke spalter Urinstof, saa vil *Planosarcina ureae* naturligst være at anbringe imellem de almindelige Sarciner eller eventuelt i en deraf afledet særlig *Sporosarcina*-Slægt[2]. At vi hos Kokkerne kun træffer Endosporer hos visse Sarciner taler for, at her betegner Evnen til at dele sig efter tre Retninger den højeste Udvikling. Sarcinerne maa derfor, saaledes som vi ogsaa antog fra Begyndelsen af, være opstaaet senere end Mikrokokkerne og disse atter senere end Streptokokkerne, der ved Strækning gaar jævnt over i Urformen, Kortstaven. Hos enkelte *Azotomonas*arter foregaar til Stadighed hele Udviklingen fra Kortstav til *Sarcina*[3]. Vi vil foreløbig nøjes med indenfor de peritriche Bakteriers Orden at opstille de tre bekendte Kokslægter: *Streptococcus, Micrococcus* og *Sarcina*, og vi vil tænke os, at de ikke-gelatinesmeltende, mest typiske Mælkesyrekokker

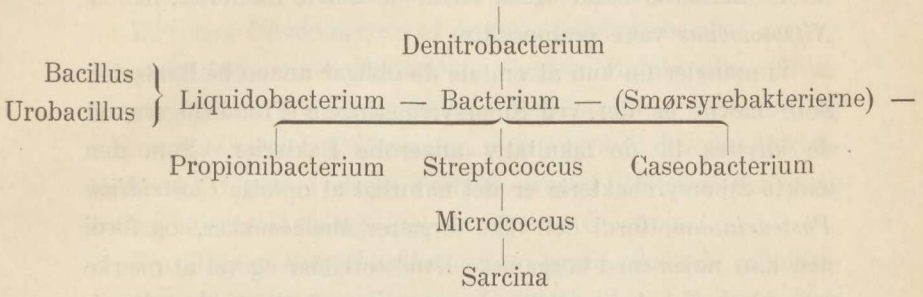
[1] Da de peptoniserende Mælkesyrekokker danner rigelige Mængder Pepton, men meget lidt videregaaende Æggehvidesønderdelingsprodukter, medens de fra Proteusbakterierne afledede Kokker maa være karakteriserede ved Indolproduktion, saa lod der sig maaske skelne imellem Slægterne *Peptonococcus* og *Indolococcus*.

[2] Med samme Ret som man opstiller Slægten *Bacillus*, kan man ogsaa opstille Slægterne *Sporospirillum* og *Sporosarcina*, og egentlig er det inkonsekvent, ikke at gøre det.

[3] Selv har jeg rigtignok aldrig set nogen *Azotomonas*art dele sig efter flere end to Retninger, men Specialisterne paa dette Omraade mener at have iagttaget virkelige Sarcinaformer.

danner Hovedgrenen, hvorfra de gelatinesmeltende eller patogene Kokker udstraaler.

Den foreliggende Bakterieorden maa ifølge foranstaaende have udviklet sig paa følgende Maade:



Da de her behandlede Bakterier alle lever af Planterester (Kulhydrater) eller Dyrerester (Æggehvidestoffer), af Exkrementer eller Urin eller af Pattedyrenes Mælk, saa er det klart, at vi nu maa være naaet frem i de senere Jordperioder. De peritriche Bakterier har derfor ogsaa fjærnet sig langt fra det fælles Udspring for alle Organismer, de har specialiseret sig i Retning af at kunne udføre de mærkeligste Gæringer, og mange af dem kan undvære Ilt, ikke blot i fri Tilstand, men ogsaa i Form af Iltningsmidler (Salpeter), ja for enkelte er Ilten endog bleven til en Gift. Særlig i en Henseende afviger nogle af de seneste Bakterieslægter, saaledes Kokkerne og Slægten *Bacillus*, fra alle andre Levevæsener, nemlig ved at være permeable i Stedet for semipermeable. Det er Alfred Fischers Undersøgelser over Bakteriernes Plasmolyse[1], som vi skylder denne interessante Opdagelse. Da de ægte Mælkesyrebakterier og de aerobe Baciller kun udvinder forholdsvis faa Kalorier af deres Energikilder, saa er det naturligt, at netop de til Gengæld har udviklet sig saaledes, at de ikke behøver at bruge noget nævneværdigt Arbejde til Diffusionsprocesserne. I den nyeste Tid har Viktor Brudny[1] gjort

[1] Vorlesungen über Bakterien. Jena 1903, S. 23.

opmærksom paa, at jo mere permeable Bakterierne er, desto bedre farves de efter GRAM. Dog kendes ogsaa grampositive Organismer, der lader sig plasmolysere, nemlig Traadbakterierne, visse Actinomyceter og disses Efterkommere Mycomyceterne. Efter OMELIANSKI[2] skal ogsaa en af de ældste Bakterier, nemlig *Nitrosomonas* være grampositiv.

Vi mangler nu kun at omtale de obligat anaerobe Bakterier. Som nævnt er det ved Smørsyregæringens Frembringere, at de knyttes til de fakultativ anaerobe Bakterier. Som den ældste Smørsyrebakterie er det naturligt at opfatte *Clostridium Pasteurianum*, fordi den ikke forgærer Mælkesukker, og fordi den kan nøjes med uorganiske Kvælstofkilder og vel at mærke ikke blot med Ammoniak, men ogsaa med elementært Kvælstof. Den vil vel derfor oprindelig være opstaaet paa Steder i Verdenshavet, hvor der har fundet en livlig Denitrifiktion Sted. Af lignende Grunde som de nitrificerende Bakterier maa være gaaet forud for de denitrificerende, saaledes maa ogsaa disse sidste være gaaet forud for de anaerobe Kvælstofsamlere; og antager vi, at disse Baciller nedstammer fra de ældste Kolibakterier, saa hører de jo i Virkeligheden ogsaa til de denitrificerende Bakteriers nærmeste Efterkommere. Efter PRINGSHEIM[3] er *C. Pasteurianum* blot en enkelt Repræsentant for en meget udbredt Gruppe af Jordbakterier, og i Følge en foreløbig Meddelelse af BREDEMANN[4] skal endog alle ægte Smørsyrebakterier kunne bringes til at assimilere Kvælstof. En Gruppering i Smørsyrebakterier, der kan nøjes med uorganiske Kvælstofkilder og i saadanne, der kun trives, naar de har organiske Kvælstofkilder til deres Raadighed, kan derfor ikke længere opretholdes, men vi maa samle alle disse Organismer, hvortil efter GRASSBERGER og SCHATTENFROH ogsaa *Bacillus Chauvoei* slutter sig, under Slægtsbetegnelsen *Butyri-*

[1] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1908. XXI. 62.
[2] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1907. XIX. 263.
[3] Centralblatt f. Bakteriologie 2. Abt. 1908. XX. 248.
[4] Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1908. XXVI a. 362.

bacillus. Sandsynligvis er de ældste obligat anaerobe Baciller ogsaa de ældste Sporedannere, thi uden Evne til at frembringe Endosporer vilde disse Bakterier i allerhøjeste Grad være udsat for at blive dræbte af Luftens Ilt, saasnart Nedbrydningen af det Substrat, i hvilket de har udviklet sig, er fuldbragt.

Et videre Udviklingstrin af de ægte Smørsyrebaciller danner de pektinforgærende Bakterier[1], Slægten *Pectobacillus*. Disse farves ligesom de foregaaende i Regelen blaa med Jod og forgærer de samme Kulhydrater, men angriber desuden Pektinstofferne. Ogsaa i deres Forhold overfor Proteinstoffer viser de en højere Udvikling, idet de smelter Gelatine.

Fra Slægten *Butyribacillus* maa vi ogsaa aflede de cellulose-forgærende Bakterier, Slægten *Cellulobacillus*. Medens disse interessante Mikroorganismer paa den ene Side kan nøjes med Ammoniak som eneste Kvælstofkilde, saa viser de paa den anden Side en ejendommelig Specialudvikling ved at kunne angribe et saa modstandsdygtigt Kulhydrat som Cellulosen, og ved overhovedet at være de anaerobe Bakterier, der udnytter Kulhydraterne bedst (se Methangæringen). Da *Cellulobacillus* saaledes betegner et Kulminationspunkt, kan vi ikke uden tvingende Grunde aflede andre Slægter herfra, men vi maa betragte denne Slægt som en isoleret Sidegren.

En anden Gren danner de anaerobe Forraadnelsesbakterier, Slægten *Putribacillus*. Disse er karakteriserede ved, at de nedbryder Æggehvidestoffer under Udbredelsen af en forfærdelig Stank. Udviklingen gaar ligesom hos de aerobe Forraadnelsesbakterier fra syredannende til syreømfindtlige Arter. Saaledes svarer *Bacillus bifermentans sporogenes*[2] og *Bacillus oedematis maligni* (der forgærer Druesukker, men ikke Mælkesukker) samt *Bacillus perfringens*[2] og *Paraplectrum foetidum*[3] (der baade forgærer Druesukker og Mælkesukker,

[1] Se Behrens Fremstilling i „Lafar's Handbuch der technischen Mykologie" 1905. III. 275.

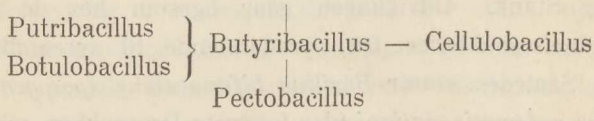
[2] Tissier og Martelly. Ann. Pasteur. 1902. XVI. 865.

[3] Orla Jensen. Doktordisputats. København 1904. S. 81.

ja den sidste endog Mælkesyre ligesom *Butyribacillus Chauvoei*) til Slægten *Liquidobacterium*, medens *Bacillus putrificus*[2], som vi vil kalde *Putribacillus vulgaris*, svarer til Slægten *Bacillus*. Sidstnævnte Bakterie spalter slet ikke Sukker, hvad der ellers er karakteristisk for næsten alle fakultativ eller obligat anaerobe Bakterier, og maa derfor kunne skaffe sig al nødvendig Energi alene ved Sønderdeling af Æggehvidestoffer. Indenfor de anaerobe Bakterier har den derfor naaet den højeste Udvikling som Æggehvideforgærer, ligesom *Cellulobacillus methanigenes* har naaet den højeste Udvikling som Kulhydratforgærer.

Af anaerobe Baciller, der ikke forgærer Mælkesukker, har *Bacillus botulinus* særlig Interesse derved, at den iblandt Bakterierne er det eneste kendte Exempel paa en ren Giftplante. Da den i Modsætning til andre virulente Bakterier ikke formaar at udvikle sig i den dyriske Organisme, saa kan der her ikke være Tale om, at den har opnaaet sin Virulens ved et Tilpasningsfænomen. Dette har den nærbeslægtede Jordbakterie, *Bacillus tetani*, sandsynligvis heller ikke, men den har paa Grund af sin Giftighed fra første Færd af haft særligt Anlæg for at blive patogen. Vi vil betragte disse Bakterier paa Grund af deres ejendommelige Ektotoxiner som en særlig Slægt, *Botulobacillus*, der dog staar meget nær ved *Putribacillus*.

De anaerobe Bakteriers Gren former sig herved paa følgende Maade:



Som bekendt antager de anaerobe Bakterier, naar de bærer Sporer, enten Klostridium- eller Plektridiumform. Betragter vi vort System, saa ser vi, at Udviklingen gaar fra den første til den sidste, ɔ: fra midtstillede Endosporer, hvilket jo ogsaa

[2] BIENSTOCK. Archiv für Hygiene. 1899. XXXVI. 335.

det normale for Bakterierne, til endestillede. Butyribacillerne og de ældste Putribaciller er saaledes næsten alle typiske Klostridier. Af Pektobacillerne er Hampens en Klostridium og Hørrens en Plektridium. De senere Putribaciller, saavel som Botulobacillerne og Cellulobacillerne er alle Plektridier.

Paa Grund af vort ringere Kendskab til den foregaaende Bakterieorden faldt det her saa let at opstille Familier, thi overalt hvor der manglede uddøde Mellemformer, bildte vi os ind at se de skarpe Familieskel. Ganske anderledes kunstig synes Inddelingen i Familier for de senere opstaaede peritriche Bakteriers Vedkommende, thi her er Mellemformerne ikke uddøde, og hele Ordenen danner derfor een naturlig Familie. Vil vi alligevel lave flere Familier, saa kan man f. Exp. skille de obligat anaerobe Slægter fra de andre, og i hver af disse to Grupper atter de Former, der fortrinsvis spalter Kulhydrater — og altsaa fornemmelig frembringer Syrer — fra dem der fortrinsvis spalter Æggehvidestoffer — og altsaa fornemmelig frembringer Baser (Ammoniak og organiske Baser). Vi faar saaledes de fire Familier *Acidobacteriaceae*, *Alkalibacteriaceae*, *Butyribacteriaceae* og *Putribacteriaceae*. I den følgende Oversigt ses, hvilke Slægter der nærmest bør regnes til hver af disse Familier.

II. Bakterieorden: **Peritrichinae.**

1. Familie: *Acidobacteriaceae,*

1. Slægt: *Denitrobacterium*[1].
2. — *Bacterium.*
3. — *Propionibacterium.*
4. — *Caseobacterium.*
5. — *Streptococcus.*
6. — *Micrococcus.*
7. — *Sarcina.*

[1] Slægten *Denitrobacterium* passer, fordi den danner Overgangen imellem de to Bakterieordener, ikke ind i nogen af ovenstaaende fire Familier.

2. Familie: *Alkalibacteriaceae*,
1. Slægt: *Liquidobacterium*.
2. — *Bacillus*.
3. — *Urobacillus*.
3. Familie: *Butyribacteriaceae*,
1. Slægt: *Butyribacillus*.
2. — *Pectobacillus*.
3. — *Cellulobacillus*.
4. Familie: *Putribacteriaceae*,
1. Slægt: *Putribacillus*.
2. — *Botulobacillus*.

Hovedlinierne i det naturlige Bakteriesystem kan vi nu drage paa følgende Maade:

(Se Tavlen).

Dette Stamtræ tør selvfølgelig ikke gøre Fordring paa absolut Nøjagtighed; tværtimod maa vi være fattet paa, at det som Følge af nye Undersøgelser og Opdagelser kommer til at undergaa store Forandringer. Som man ser, har Bakterierne udviklet sig fra de aerobe gennem de denitrificerende til de anaerobe Former, og denne Udvikling fra Iltaanding til Spaltningsaanding har — efterhaanden som Kulhydraterne blev rigeligere her paa Jorden — gaaet for sig ikke blot i Hovedgrenen, men ogsaa i den nedad rettede Gren, thi uden Tvivl maa Alkoholgærsvampenes Udspring søges i Actinomyceternes Efterkommere[1].

Medens Stamtræets øverste Kviste alle ender i typiske for det meste sporedannende Bakterier, saa udvikler de nedre Grene sig til Svampe og Planter. Da Dyrene faar deres Energi ved at ilte Kulstofforbindelser, er det sandsynlig, at de (Flagellaterne) nedstammer fra *Oxydobacteriaceae*, og vel

[1] At vi paa denne Gren — som Mellemled i Udviklingen — træffer ægte denitrificerende Bakterier, som f. Exp. den forgrenede *Radiobacter*, kan derfor heller ikke forundre.

(Protozoa).

nycetes)

2. Familie: *Alkalibacteriaceae*,
1. Slægt: *Liquidobacterium*.
2. — *Bacillus*.
3. — *Urobacillus*.
3. Familie: *Butyribacteriaceae*,
1. Slægt: *Butyribacillus*.
2. — *Pectobacillus*.
3. — *Cellulobacillus*.
4. Familie: *Putribacteriaceae*,
1. Slægt: *Putribacillus*.
2. — *Botulobacillus*.

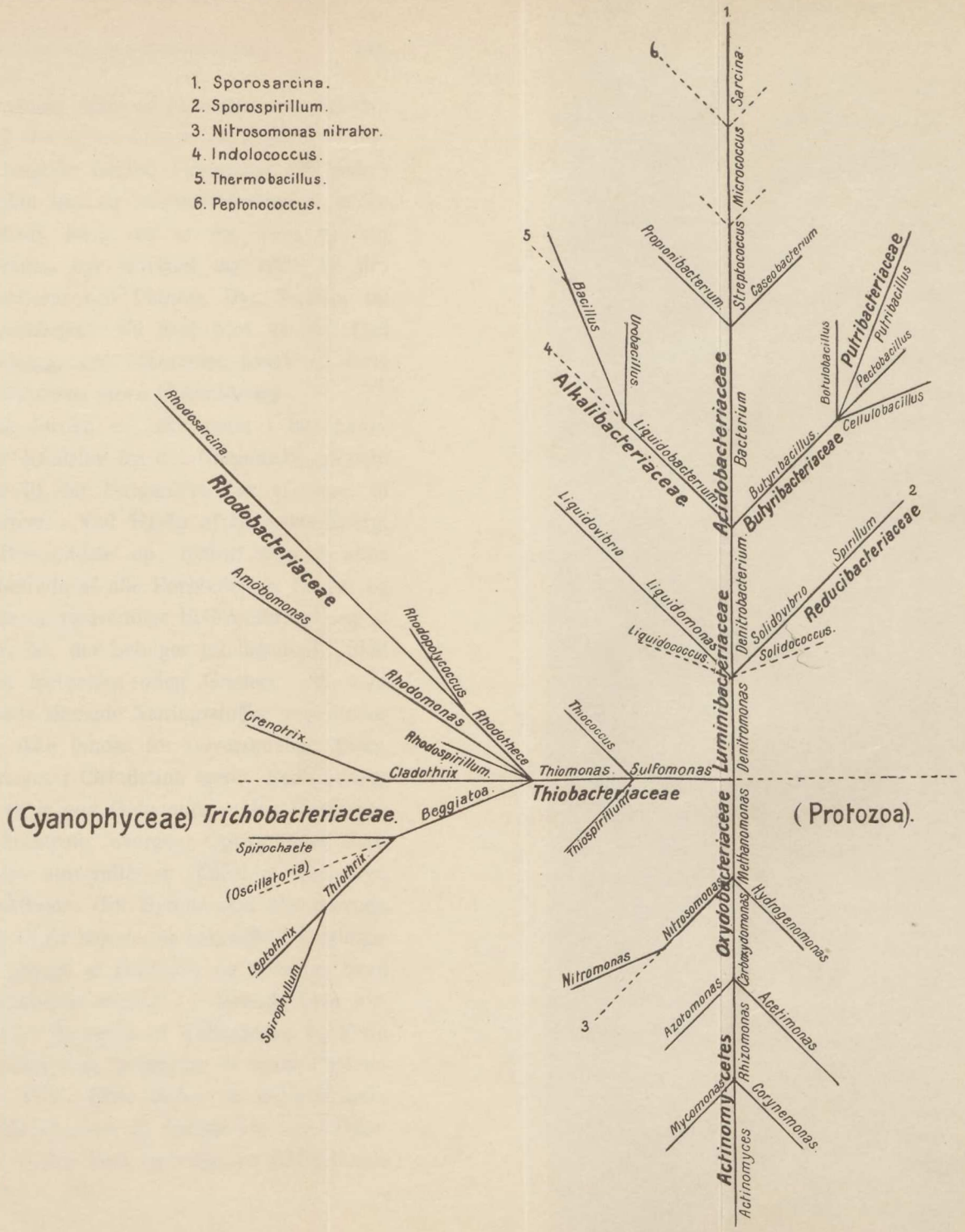
Hovedlinierne i det naturlige Bakteriesystem kan vi nu drage paa følgende Maade:

(Se Tavlen).

Dette Stamtræ tør selvfølgelig ikke gøre Fordring paa absolut Nøjagtighed; tværtimod maa vi være fattet paa, at det som Følge af nye Undersøgelser og Opdagelser kommer til at undergaa store Forandringer. Som man ser, har Bakterierne udviklet sig fra de aerobe gennem de denitrificerende til de anaerobe Former, og denne Udvikling fra Iltaanding til Spaltningsaanding har — efterhaanden som Kulhydraterne blev rigeligere her paa Jorden — gaaet for sig ikke blot i Hovedgrenen, men ogsaa i den nedad rettede Gren, thi uden Tvivl maa Alkoholgærsvampenes Udspring søges i Actinomyceternes Efterkommere[1].

Medens Stamtræets øverste Kviste alle ender i typiske for det meste sporedannende Bakterier, saa udvikler de nedre Grene sig til Svampe og Planter. Da Dyrene faar deres Energi ved at ilte Kulstofforbindelser, er det sandsynlig, at de (Flagellaterne) nedstammer fra *Oxydobacteriaceae*, og vel

[1] At vi paa denne Gren — som Mellemled i Udviklingen — træffer ægte denitrificerende Bakterier, som f. Exp. den forgrenede *Radiobacter*, kan derfor heller ikke forundre.


1. Sporosarcina.
2. Sporospirillum.
3. Nitrosomonas nitrator.
4. Indolococcus.
5. Thermobacillus.
6. Peptonococcus.
1
6
Sarcina
Micrococcus
Streptococcus
Caseobacterium
Propionibacterium
5
Bacillus
Lactobacillus
4
Alkalibacteriaceae
Liquidobacterium
Actinobacteriaceae
Bacterium
Butyribacteriaceae
Butyribacillus
Botulobacillus
Putribacteriaceae
Putribacillus
Pectobacillus
Cellulobacillus
Rhodosarcina
Rhodobacteriaceae
Amöbomonas
Rhodopolycoccus
Rhodothece
Rhodomonas
Rhodospirillum
Crenothrix
Cladothrix
Liquidovibrio
Liquidomonas
Liquidococcus
Denitrobacterium
Luminibacteriaceae
Solidovibrio
Spirillum
Reducibacteriaceae
Solidococcus
2
Thiococcus
Thiomonas
Sulfomonas
Thiobacteriaceae
Thiospirillum
Denitromonas
(Cyanophyceae)
Trichobacteriaceae
Beggiatoa
Spirochaete
(Oscillatoria)
Thiothrix
Leptothrix
Spirophyllum
(Protozoa).
Oxydobacteriaceae
Methanomonas
Hydrogenomonas
Nitrosomonas
Carboxydomonas
Nitromonas
3
Azotomonas
Acetimonas
Rhizomonas
Mycomonas
Corynemonas
Actinomycetes
Actinomyces
(Eumycetes)

at mærke fra de allerældste Arter af disse, thi saasnart der er opstaaet Bakterier, vil der ogsaa kunne leve bakteriædende Dyr. Ved det noget taagede Begreb Urvæsener (*Protister*) bør vi ifølge dette Arbejde først og fremmest forstaa de ældre Bakterier (*Cephalotrichinae*), fordi det er fra dem, at den øvrige organiserede Verden har udviklet sig efter de fire Retninger, som karakteriseres ved Planter, Dyr, Svampe og nyere Bakterier (*Peritrichinae*). Til Slut blot et Par Ord om den specielle Betydning, der tilkommer hvert af disse Riger af Organismer i Naturens store Husholdning.

Udviklingen her paa Jorden er ikke gaaet i lige Linie, men kun ved det evige Kredsløb fra det Uorganiske gennem Planter og Dyr tilbage til det Uorganiske har vi naaet til stedse fuldkomnere Former. Ved Hjælp af Sollysets Energi bygger Planterne de Bestanddele op, hvoraf Dyrene atter danner de mest komplicerede af alle Forbindelser, Nerve- og Hjærnesubstanserne, der er nødvendige til Frembringelsen af de højeste Energiformer, de, der betinger Intelligensen. Skal denne Udvikling kunne fortsættes uden Grænse, saa maa selvfølgelig den begrænsede Mængde Næringsstoffer, som findes paa Jordens Overflade, ikke bindes for uoverskuelige Tider, men snarest muligt bringes i Cirkulation igen. Nedbrydning er derfor ikke mindre vigtig end Opbygning. Hos Planterne, der jo som Regel er autotrofe, overgaar Opbygningen Nedbrydningen, medens det omvendte er Tilfældet hos Dyr, Svampe og de fleste Bakterier. Om Dyrene skal blot nævnes, at de foruden at naa op til de højeste, os bekendte Udviklingstrin, ikke bør stilles i Skygge af Bakterier og Svampe, hvad det store Nedbrydningsarbejde angaar. I levende Live forbrænder de saaledes store Mængder af Kulhydrater og Fedt, og i Metabiose med Urobakterier nedbryder de ogsaa Proteinstofferne til de laveste Trin. Efter Døden er de yderligere i Stand til ved allehaande Enzymer at fordøje sig selv. Dyrekroppenes Nedbrydning er dog først og fremmest Bakteriernes

Værk, og det er interessant at se, at herved deltager de forskellige Grupper af Bakterier tilnærmelsesvis i den modsatte Orden af den, i hvilken de har udviklet sig. Medens Hydrolysen og Spaltningen fortrinsvis foraarsages af de nyere Bakterier, saa besørges den fuldstændige Iltning til Plantenæringsstofferne, Kulsyre, Salpetersyre og Svovlsyre fornemmelig af de ældre Bakterier. Disse sidste Bakterier omdanner ogsaa de Luftarter, Brint, Kulbrinte og Kulilte, der opstaar ved andre Gæringsprocesser eller ved ufuldstændig Forbrænding, saaledes at de kan komme Planterne tilgode og derved ikke gaa tabt i Kredsløbet. Ved Plantevævets Nedbrydning er Svampene i det mindste ligesaa virksomme som Dyr og Bakterier. Medens de lavere Svampe (Gær- og Skimmelsvampe) gennemgaaende taaler Syrer bedre end Bakterierne og derfor er særlig skikkede til at angribe Frugternes Kød, saa udmærker flere højere Svampe sig ved at kunne angribe forveddede Celler, noget som ingen Bakterier formaar. Bakteriernes Forkærlighed for Dyr og Svampenes for Planter[1] viser sig ogsaa derved, at de fleste dyriske Parasiter er Bakterier, medens de fleste Planteparasiter er Svampe. Da Skimmelsvampene kan udnytte frie organiske Syrer bedre end andre Leveväesener, er det fortrinsvis dem, der i Naturen besørger Nedbrydningen af det Fedt, som ikke forbrændes i den dyriske Organisme.

[1] Allerede i deres første Oprindelse er Svampene knyttede meget nær til Planterne, nemlig i Egenskab af Kvælstofsamlere.