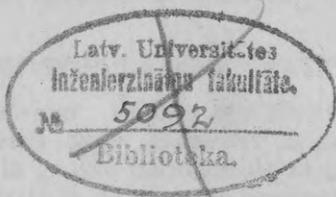


21/3732

LATVIJAS AUGSTSKOLAS RAKSTI ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS



A24

52

1957: 10938
85601: 7561

2. -

III.

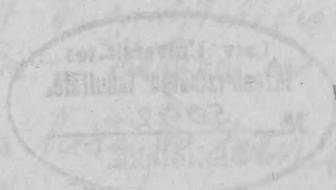


RIGA, 1922

P LU
144

8

AUGUSTSKOLAS RAKSTI
LATVIJAS
ATA UNIVERSITATIS LATVIENSIS



RIĢA, 1928

LA LATVIE

PAR LE PROFESSEUR C. BALLOD.

SUPERFICIE ET POPULATION. NATIONALITÉS.

La Latvie, à l'intérieur de ses frontières ethnographiques, c'est-à-dire des frontières dans lesquelles la nationalité latvienne constitue actuellement la grosse majorité de la population des campagnes, comprend 17 districts de l'ancien empire de Russe, à savoir :

- 1) L'ancien Gouvernement de Courlande (10 districts) 27,043 km.
 - 2) 4 districts de l'ancien Gouvernement de Livonie . . 22,571 km.
 - 3) 3 districts de l'ancien Gouvernement de Vitebsk . . 13,705 km.
 - 4) une partie du Gouvernement de Pskof 2,400 km.
- 65,790 km.

(d'après les calculs de Strelbitsky, sans tenir compte des cours d'eau intérieurs.)

Le chiffre de population de ces territoires s'élevait, le 28 janvier 1897, au moment du dernier recensement russe, à 1,925,000 habitants. Le 14 Juin 1920, ces mêmes territoires n'avaient plus qu'une population de 1,595,449 habitants. La répartition des nationalités était la suivante en 1897 et en 1920 :

	1897		1920	
Latviens	1,316,169	68,2%	1,154,849	76,2%
Allemands	136,552	7,1%	57,921	3,8%
Russes	233,667	12,2%	141,810	8,4%
Juifs	119,569	6,2%	78,777	3,0%
Lituanien	25,315	1,3%	23,645	1,6%
Polonais	62,700	3,3%	42,064	2,6%
Estoniens	17,700	0,9%	8,689	0,5%

Le chiffre total des Latviens qui vivaient à l'intérieur de l'Empire russe était, en 1897, supérieur de 119.500 au chiffre donné ci-dessus; 34.000 Latviens étaient établis dans le seul Gouvernement de Kovno qui confinait à leur pays.

IV

Pour l'année 1914, les statistiques du Comité central russe permettent de fixer exactement le chiffre de la population de la Latvie actuelle à 2.500.000. Au début de 1922, ce chiffre s'élevait, par suite du retour des réfugiés, à 1.813.000.

En 1897, le nombre exact et le pourcentage des Latviens étaient beaucoup plus considérables que ne l'indiquaient les données du recensement. C'est ainsi, par exemple, que, tandis que le recensement en Latgale, c'est-à-dire dans les 3 districts de Daugavpils, de Ludse et de Resekne du Gouvernement de Vitebsk, indiquait 253.792 Latviens, le clergé catholique, un peu plus tard, en trouvait 382.000. Cette différence s'explique très simplement: les recenseurs étaient tous des fonctionnaires et des instituteurs russes qui, par patriotisme, s'efforçaient, en Latgale, de trouver le plus de Russes possible, et comptaient comme "Blancs-Russiens catholiques" tous les Latviens parlant un peu russe. De même, dans le Gouvernement de Vilna, on classait sous la rubrique "Blancs-Russiens catholiques" tous les Lituaniens parlant un peu russe. Si bien que, d'après la statistique russe de 1897, il n'existait guère, dans le Gouvernement de Vilna, que 20% de Lituaniens, tandis que la statistique du clergé, établie en 1860, indiquait 60% de Lituaniens. On ne peut certes pas nier qu'il n'y ait eu, dans le Gouvernement de Vilna et en Latgale, une incessante russification des Latviens et des Lituaniens, 1) par suite de la défense d'employer les lettres latines en Lituanie et en Latgale, ce qui équivalait à défendre de publier des imprimés (cette interdiction fut levée en 1905), 2) par suite du désir de beaucoup de Lituaniens et de Latgaliens opprimés, de se rattacher à la nationalité russe, qui détenait le pouvoir. A la fin du 18-ème siècle, le district de Drissa, qui confine à la Latgale, était, en grande majorité, latvien. Dans la description du voyage de Catherine II en Ukraine, il est question de la nuit qu'elle passa dans la petite ville latvienne de "Drisina" (Drissa) sur la Duna.

Les "Blancs-Russiens catholiques" des Gouvernements de Vilna, de Grodno et de Vitebsk, sont, sans aucun doute, des descendants de Lituaniens et de Latviens. Dans l'ancien royaume de Pologne tous les Blancs- et Petits-Russiens catholiques et une partie des Blancs et Petits-Russiens uniates furent contraints, par le Gouvernement russe, entre 1830 et 1840, à embrasser l'orthodoxie. Si, en 1897, on avait compté comme Latviens (et ils l'étaient en réalité) tous les paysans catholiques de Latgale parlant latvien, le chiffre d'ensemble des Latviens aurait dû être augmenté d'environ 60.000.

Le pourcentage exact des Latviens en Latvie était déjà en 1897 de 72 à 73%.

En ce qui concerne les Russes proprement dits, il convient d'ajouter qu'ils se composaient, en grande majorité, de militaires, de fonctionnaires et de membres de l'enseignement, par conséquent de personnes dont la présence était uniquement due à la domination russe et à la politique de russification. Riga renferme en outre une colonie, assez peu importante d'ailleurs par le nombre, de marchands russes et, de même, la Latgale compte, depuis l'époque de la domination polonaise, un certain nombre de villages peuplés de "vieux-croyants" russes. Aujourd'hui, après la chute de la domination russe, il n'y a plus à Riga qu'environ 15.000 Russes, en Courlande 2000, en Latgale 124.000.

Quant aux Allemands, leur nombre a notablement diminué par suite du succès de la politique de russification et de leur exclusion presque complète, dans les Provinces Baltiques, des postes de fonctionnaires, de juges et de professeurs. Les membres des "professions libérales" partaient en grande partie pour la Russie, où le Gouvernement du Tzar appréciait leur esprit conservateur et leur accordait volontiers des emplois. Aujourd'hui, les Allemands se composent: 1) de membres de la noblesse (un peu plus de 1000 familles), 2) de membres des professions libérales, médecins, pasteurs, avocats, instituteurs et professeurs, fonctionnaires, 3) de marchands. Les classes inférieures, artisans, ouvriers, ont toujours été peu nombreuses; et la latvisation d'une partie des individus appartenant à ces classes en a encore diminué l'importance. Autrefois, jusqu'en 1881, les Latviens ont été soumis à une forte germanisation: le Latvien instruit, l'artisan attiré dans les villes devenaient Allemands, ainsi que la classe moyenne des campagnes: fermiers, intendants, marchands, instituteurs etc. Tandis que vers 1870, en Livonie, 4,5% de la population étaient Allemands, le nombre de ces derniers atteignait en 1881 9,7%; 10 autres % de la population comprenaient l'allemand.

Mais beaucoup de Latviens et d'Estoniens germanisés ayant pris une conscience plus claire de leur origine, le nombre d'Allemands retombe en 1897 à 7,5%.

Une des causes de la "latvisation" des Latviens instruits et des Latviens des professions libérales, ce fut que, dans les cercles de la noblesse allemande, on faisait passer la fierté de race avant la politique, que l'on craignait un envahissement des éléments latviens qui

VI

s'élevaient et que l'on commençait à repousser les représentants d'une race jugée inférieure. On était, dans ces cercles, orgueilleux de sa noblesse et exclusif non seulement à l'égard des Latviens, mais aussi des compatriotes qui avaient le malheur d'appartenir aux basses classes de la population, à celles des "Petits-Allemands". Il en résulta, ce qui était fatal, une latvisation de ces classes inférieures qui auraient pu servir de base solide au germanisme dans les Provinces Baltiques.

Il est aujourd'hui notoire que les enfants des artisans et des ouvriers allemands dispersés dans les campagnes sont devenus Latviens. L'ouvrier allemand ne se maintient que dans les grands centres, encore y est-il submergé par le flot des Latviens arrivant de la campagne. Le nombre des Allemands en Estonie, comme il ressort des listes électorales de 1919, a diminué de 2½%. Le pourcentage des Allemands a décliné pendant la guerre mondiale, à cause des nombreuses émigrations, bien que 5000 colons allemands se soient établis en 1912 dans le district de Goldingen.

La population juive doit l'important recul qu'elle a subi à son expulsion du territoire courlandais dans l'été de 1915 et aux événements de la guerre. Une partie assez considérable est revenue en Courlande et à Riga en 1918 et en 1919, et ce sont les Juifs qui détiennent le petit commerce de Riga.

Le pourcentage attribué aux Polonais en 1897 devait être trop élevé. En effet beaucoup de Latviens catholiques de Latgale qui avaient atteint un degré supérieur d'instruction et de bien-être se disaient Polonais. Ils se souviendront maintenant de leur origine. Le nombre des Lituaniens et des Estoniens a extraordinairement diminué à cause de la régularisation des frontières qui a été effectuée sur des principes ethnographiques. Le district de Polangen qui avait appartenu à la Lituanie jusqu'en 1795 a été séparé de la Latvie et rattaché à la Lituanie. En revanche, le domaine d'Oknischki, presque purement latvien, a été adjugé à la Latvie, de même qu'un domaine latvien très important situé à la frontière, dans le nord de l'ancien Gouvernement de Kovno. La fixation de la frontière esto-latvienne est également terminée. Ces diverses opérations ont eu pour résultat de porter, sur une superficie totale qui n'a presque pas varié, le pourcentage des Latviens au-dessus de 80%. A la campagne, la proportion de Latviens allait en 1897, dans la plupart des districts de Courlande et de Livonie, de 93 à 95%; elle tombait à 60% en Latgale, mais, là aussi, d'après des statistiques plus exactes,

elle atteignait de 70 à 80%. Il est probable que les données de la statistique russe qui, au 1er Janvier 1915, annonçaient une population de 2.500.000 à 2.600.000 habitants, étaient trop élevées. La Courlande était passée, en 1915, à la suite de la fuite de la population devant l'invasion allemande, de 800.000 habitants à 300.000. C'est du moins le chiffre obtenu dans le recensement exécuté par les autorités allemandes d'occupation. En 1919, la Courlande comptait 500.000 habitants, la Livonie un nombre à peu près égal, Riga non compris, et la Latgale de 500.000 à 550.000. A Riga l'évacuation de l'industrie, en 1915, a fait rétrograder le chiffre de population de 517.000 habitants à 215.000 en 1920; il est en 1922 remonté à 280.000. A Daugavpils (Dvinsk) la population est tombée de 100 ou 120.000 à 40.000. Il est d'ailleurs vraisemblable que 100.000 Latviens reviendront encore en Latvie dans les années qui vont suivre, si bien que la population totale du pays remontera au niveau de 1897.

CULTURE INTELLECTUELLE.

On s'est demandé si les Latviens étaient capables de fonder un Etat, ou si, nation sans passé historique et sans classes supérieures, ils ne représentaient pas plutôt une masse inerte d'illettrés.

L'ancien ministre russe Milioukoff a déclaré que, si l'on donnait l'autonomie aux Latviens, les Samoyèdes seraient aussi en droit de la réclamer, autrement dit, il a assimilé les Latviens à des sauvages d'Asie. L'opinion que les Latviens ne sont qu'une masse de gens ne sachant ni lire ni écrire est très répandue dans l'Europe occidentale. En réalité, dès le 18-ème siècle, il n'en était déjà plus ainsi. Malgré le servage, on rencontrait peu d'illettrés, surtout en Livonie, grâce aux ordonnances des différents Gouvernements, particulièrement du Gouvernement suédois (de 1626 à 1700), et aussi grâce aux efforts du clergé protestant; de nombreux exemplaires de la Bible, traduite en latvien en 1689, avaient été répandus dans les campagnes, La plupart des pasteurs obligeaient leurs jeunes paroissiens à assister aux leçons de confirmation, à savoir lire et à apprendre par coeur le catéchisme luthérien. Au temps du servage, il existait en Livonie nombre d'écoles religieuses. Ainsi donc, les Latviens, étant encore serfs, il y a plus de 100 ans, savaient tout au moins lire; tandis que les paysans russes, au temps de la suppression du servage, en 1861, n'étaient réellement qu'une masse inerte d'illettrés. Un journal hebdomadaire latvien existe depuis un siècle, (depuis le temps de la

VIII

suppression du servage), un deuxième depuis 60 ans. Il y a 60 ans que les premiers Latviens qui se sont reconnus pour tels ont commencé à étudier. — Peu à peu le nombre des Latviens instruits s'est élevé jusqu'à 100 vers 1880 et jusqu'à 1500 avant la guerre mondiale. — En 1914, 3000 Latviens environ possédaient une culture universitaire. Quand une université latvienne a été fondée à Riga, le 28 septembre 1919, les professeurs ont pu être choisis en majorité parmi de vrais Latviens, bien que beaucoup de docents et de professeurs d'origine latvienne se soient trouvés encore en Russie à ce moment-là. Le nombre des professeurs de gymnase et instituteurs, des fonctionnaires moyens, des officiers faisant partie de l'armée russe, était de plusieurs milliers.

Les écoles élémentaires avaient été assez fortement atteintes par la russification en 1888. Pourtant, en 1897, la population latvienne de Livonie ne renfermait que 21% d'illettrés, parmi lesquels on comptait surtout des enfants de moins de 10 ans. En Courlande le nombre des illettrés parmi la population latvienne (enfants compris) était de 24%, en Latgale de 56%. Les écoles élémentaires en Latvie n'avaient jusqu'à présent qu'un cycle d'études de 3 années pour les enfants de 11 à 14 ans. Mais, comme, en entrant à l'école, ils savaient généralement lire, les élèves sortant des écoles élémentaires latviennes étaient à peine inférieurs, au point de vue du développement intellectuel, à ceux des écoles communales allemandes et autrichiennes, qui recevaient un enseignement de 6 à 8 années. En tout cas, les ouvriers latviens des fabriques étaient fort appréciés à cause de leur intelligence. Une grande partie de ces ouvriers formait une sorte de classe instruite et mieux rétribuée. Somme toute, si la culture du peuple en Latvie n'est pas à un niveau aussi élevé que dans les pays scandinaves, elle est à peine inférieure à celle que l'on rencontre en Allemagne et en Autriche, égale à la culture du peuple finlandais, et nettement supérieure à celle de la Pologne, de la Roumanie, de la Serbie et de la Bulgarie.

Sans parler de 12 journaux et d'un grand nombre de périodiques, on a imprimé, en 1912, 812 livres et brochures à 2.770.000 exemplaires, dont 34 oeuvres scientifiques à 179.700 exemplaires. Parmi les imprimés parus en langue latvienne il y avait 686 écrits originaux et seulement 141 traductions. La musique latvienne est très développée. Un conservatoire a pu être ouvert en 1919 sous la direction d'un Latvien, ancien et célèbre professeur de conservatoire russe. Les arts plastiques ont aussi en Latvie

des représentants connus. En ce qui concerne la littérature latvienne, non seulement on y trouve des traductions de toutes les oeuvres les plus importantes de la littérature mondiale, mais un grand nombre d'écrivains latviens de valeur l'ont enrichie d'oeuvres originales. Le théâtre possède des artistes consommés et un opéra latvien a pu être fondé à Riga.

LES RESSOURCES NATURELLES DE LA LATVIE.

La Presse locale russe et allemande soutient qu'une Latvie indépendante n'est pas viable parce qu'elle est trop petite et que les richesses naturelles y sont trop médiocres pour qu'elle puisse avoir une vie économique indépendante. Seule sa réunion à la Russie lui assurerait un développement avantageux. — Est-ce juste? Il est vrai que l'industrie baltique, surtout celle de Riga, reposait sur un système de droits protecteurs très élevés établi par la Russie et que cette dernière constituait son principal débouché. Cette industrie a été „évacuée“ en 1915 et on se demande s'il est nécessaire de faire revivre en Latvie une création aussi artificielle et si cela serait possible même dans le cas d'une réunion à la Russie. Il n'est guère vraisemblable, en effet, que, dans la Russie de l'avenir, il existe un système de droits protecteurs aussi élevés que dans l'ancienne Russie des tsars. La future industrie russe doit être fondée sans ce système et s'installer là où il y a du charbon et du fer, c'est-à-dire dans la Russie méridionale et dans l'Oural. L'industrie des pays baltiques se bornerait à l'avenir à la satisfaction des besoins de la population. Comme industries travaillant pour l'exportation, il n'y aurait que celles du bois et du papier et une industrie chimique qui serait à créer et qui utiliserait la force fournie à très bon compte par l'eau de la Duna. Pour cette dernière industrie ni les matières premières ni la force hydraulique ne manqueraient. Tout bien considéré, la Latvie et les Etats limitrophes du nord-ouest, l'Estonie et la Lituanie, n'ont pas besoin de la Russie, de même que la Russie n'a pas besoin d'eux, car pour le transit des marchandises russes à destination de l'Europe occidentale, il suffit de faire des conventions au sujet des tarifs et d'avoir des ports-francs.

Que sont les richesses naturelles de la Latvie par rapport à celles des autres petits Etats européens? La Latvie est-elle trop pauvre pour arriver à la prospérité et est-elle condamnée à toujours languir au point de vue économique? Ce n'est pas exact. Si l'on compare la Latvie au Danemark, dont les Latviens se sont efforcés (du reste

avec beaucoup de succès) d'imiter, pendant les années qui ont précédé la guerre, les méthodes agricoles perfectionnées, on voit qu'avec une superficie qui n'est que les $\frac{3}{5}$ de celle de la Latvie et une population égale à la population latvienne d'avant-guerre (2.500.000 habitants), la production agricole du Danemark est presque deux fois plus importante. Cela n'est pas dû à un sol plus fertile ou à un climat plus privilégié, mais seulement au plus haut degré de culture et d'instruction du peuple. Le désavantage du Danemark vis-à-vis de la Latvie, c'est qu'il possède peu de forêts et qu'il doit importer chaque année 3.000.000 de tonnes de charbon pour son industrie et pour les besoins en combustibles de sa population.

La Latvie importait avant la guerre à peu près 1.000.000 de tonnes de charbon, mais elle ne dépend pas de ce charbon; elle possède encore 1.700.000 hectares de forêts et 600.000 hectares de marais de tourbe; et sa population peu dense peut au besoin se tirer d'affaire avec son propre combustible, bois et tourbe. En outre, la Latvie a de la houille blanche.

Les rapides de la Duna, qui traverse le centre de la Latvie, donnent une force d'environ 360.000 chevaux. Il existe déjà des plans travaillés à fond, d'après lesquels l'eau de la Duna, captée par 9 barrages de 6 à 13 mètres de hauteur, est conduite dans des turbines géantes en vue de la production de la force motrice. Les dépenses s'élèveraient à 67.000.000 de roubles-or (environ 180.000.000 de francs-or); l'installation d'une force hydraulique d'un cheval-vapeur, y compris les machines à vapeur de réserve, reviendrait donc à 500 francs-or, soit à peu près autant que l'organisation des forces hydrauliques de la Haute-Bavière. Déjà, quoique plus faible, la station de Dahlens (à 14 km. environ de Riga) fournissait à peu près 42.000 kilowatt de lumière et de force pour l'ensemble des besoins de Riga avant la guerre et n'a guère coûté en chiffres ronds qu'un million de livres sterling. L'exploitation complète de toutes les forces hydrauliques de la Duna garantirait non seulement tous les besoins de l'industrie et des chemins de fer, mais aussi tous ceux de l'agriculture latvienne, sans parler des services qu'elle pourrait rendre à la Lituanie, pauvre en „houille blanche“.

Si l'on compare la Latvie à la Finlande, à la Suède et à la Norvège, on reconnaît que ces pays sont riches en forêts et en houille blanche, mais qu'ils doivent acheter une importante partie de leurs céréales: la Finlande la moitié, la Suède le quart et la Norvège les $\frac{9}{10}$. Par contre, la Latvie produit en temps normal

suffisamment de blé pour ses propres besoins. Elle achetait pourtant du froment de qualité supérieure.

Quant à la Belgique et à la Hollande, ces deux pays qui, pris ensemble, ont une superficie égale à celle de la Latvie, un sol fertile et une population dense, produisent à peine la moitié des céréales qui leur sont nécessaires et n'ont ni forêts, ni forces hydrauliques; cependant la Belgique a du charbon. La Grèce elle-même qui, avant la guerre des Balkans, avait une population et une superficie égales à celles de la Latvie et qui ne possédait ni forêts ni forces hydrauliques devait acheter une quantité importante de blé (plus du tiers de sa consommation).

La Suisse, qui ne représente en grandeur que les $\frac{2}{3}$ de la Latvie et qui a pourtant une force hydraulique considérable, emploie du charbon pour les besoins de ses habitants et importe les $\frac{2}{3}$ du blé qu'elle consomme.

En ce qui concerne les richesses naturelles, la Latvie est donc bien partagée; elle ne possède certes pas la terre fabuleusement fertile, la „terre noire“ de Russie; elle a beaucoup plus d'étendues de sable; mais ce que la nature lui refuse est remplacé par le travail de ces habitants. Les moissons récoltées sur le sol ingrat de la Latvie sont de moitié plus considérables que celles de la terre noire russe et il n'est pas douteux qu'elles atteignent bientôt le double de ces dernières.

LES RICHESSES NATURELLES DE LA RUSSIE.

La Russie, le peuple russe ont-ils absolument besoin des Etats baltiques pour compléter leur territoire? Certes non, car la sortie sur les mers occidentales (la fenêtre ouverte sur l'Europe) est assurée à la Russie par la possession de Pétrograd et la faculté d'utiliser les ports de Riga, Vindau et Libau, organisés en ports francs. Si l'on prétendait cependant que ce droit d'utilisation n'est pas suffisant et que la Russie a besoin de posséder les ports latviens, l'exemple de l'Allemagne, flanquée à l'ouest de la Belgique et de la Hollande, prouverait qu'un commerce considérable est possible sans la possession des côtes les plus rapprochées. Quant à se demander si la Russie n'a pas besoin de la possession des pays baltiques parce que sa propre population a trop peu de terre, cela signifierait qu'on préconise une politique de brigandage mettant la force au-dessus du droit. C'est justement cette politique que recommandait, avant la guerre, la partie chauvine de la presse russe,

c'est-à-dire la majorité des journaux russes. On assurait que le paysan latvien avait beaucoup plus de terre que le paysan russe et que, dans l'intérêt d'une juste égalité, il convenait, pour procurer des terres aux paysans russes, d'en installer une grande quantité dans les pays baltiques. (Il n'était naturellement pas question de la Russie-Blanche, de population si peu dense, où de vastes marais doivent être desséchés.)

Avant la guerre on avait préparé un plan complet, en vue du transfert de 300.000 paysans russes en Latvie. La banque agraire russe avait acquis des propriétés pour les partager entre les immigrants russes, après expulsion des habitants latviens. Cette politique nationaliste fanatique fut poursuivie, même pendant la guerre, car l'évacuation de la population latvienne de certains districts de Courlande sous le prétexte mensonger de ne laisser à l'ennemi qu'un désert, avait pour but, en réalité, de faire de la place pour installer, aussitôt la paix rétablie, des paysans russes dans la région.

RESSOURCES ÉCONOMIQUES DE LA RUSSIE.

Qu'y a-t-il de vrai dans cette thèse que le paysan russe a moins de terre que le paysan latvien et qu'il faudrait par conséquent enlever de la terre à ce dernier pour la donner à l'autre? Si l'on prend les Gouvernements russes peuplés de la façon la plus dense, cette thèse est juste; il y a des Gouvernements comme celui de Koursk qui ont 80 habitants par k. q., comme ceux de Kief et de Podolie qui en ont 100, tandis que la Latvie n'en a que 40. Mais une pareille comparaison est totalement erronée. Il est inadmissible de mettre sur le même pied les districts de terre noire qui ont de 60 à 75% de terres labourables et des districts où le sol est de qualité moyenne et où les terres labourables, dont l'extension n'est possible que par le défrichement des marais et des sables, ne forment que de 20 à 25% de la surface totale. Pour comparer avec exactitude, il faut considérer ce qui reste au peuple russe après la séparation de la Pologne et des Etats limitrophes: Estonie, Latvie, Lituanie.

Le premier fait qui frappe, c'est que, malgré cette séparation, la Russie ne perd pas un pouce de sa magnifique, de son incomparable terre noire.

La „Russie blanche“, autant qu'on peut l'isoler du domaine grand-russien, ne possède pas un arpent de terre noire. Les 95 millions d'hectares de terre noire, c'est-à-dire de sol contenant 4%

d'humus dans sa terre végétale, restent d'une façon tout à fait prédominante à la Grande-Russie, à la Russie des Soviets. Il faut ajouter, en dehors de la terre noire proprement dite, les fertiles terres argileuses qui s'étendent sur la rive septentrionale de la Mer Noire jusqu'au nord du Caucase, et qui constituaient, avant la guerre, les principaux districts d'exportation pour les céréales.

Si l'on comprend dans le territoire de la terre noire élargi tous les 24 Gouvernements de bonne terre, ce territoire a une superficie de 180 millions d'hectares, dont 120 millions au moins sont déjà transformés ou peuvent être facilement transformés en terres de labour.

En outre les Gouvernements sans „terre noire“ ont plus de 20 millions d'hectares de terres labourables.

Il est vrai que les districts de „terre noire“ n'ont pas de forêts. Mais, pour suppléer au manque de bois dans cette région, il y a en Russie les forêts septentrionales, qui ont une étendue de 110 millions d'hectares, au nord de la zone des terres labourables, c'est-à-dire au nord du 59-ième ou 60-ième degré de latitude. Il faut ajouter à cela que la Russie possède de grands gisements de houille dans les districts du Don (elle pouvait livrer avant la guerre 25 millions de tonnes de houille par an avec une réserve de 80 milliards de tonnes). La Russie gardera vraisemblablement les plus grands gisements de naphte du monde à Bakou, à Grosny, près de l'Emba et de la Petchora. Elle détient en abondance le minerai de fer, qui provient surtout du district de Krivoi-Rog (100 km. à l'ouest du Dniéper). D'énormes quantités de minerai de fer phosphoré se trouvent dans la presqu'île de Crimée, près de Kertch. La Russie possède les plus puissantes couches de phosphate de l'ancien Continent: celle de la moyenne Volga renferment, d'après les géologues, environ 5 milliards de tonnes. Il est indiscutable également que la Russie a d'importantes mines de potasse, près de Solysgalatch sur la Kama, malgré la faible teneur de ces mines en sels de potassium (de 6 à 8%). Nous ne parlons pas des prodigieuses richesses naturelles de la Sibérie et de l'Oural. Les gisements de houille de Kousnetsk contiennent, d'après de récentes recherches, 250 milliards de tonnes de houille, c'est-à-dire 50% de plus que tous les gisements anglais. L'Oural a les principales mines de platine, métal qui, par suite des besoins de l'industrie électro-technique, a atteint 4 ou 5 fois le prix de l'or. La production en est d'environ 10.000 kg., ce qui représente les 9/10 de la production mondiale. La production en or de la Sibé-

XIV

rie, qui s'élevait à environ 40.000 kil., et celle de l'Oural, peuvent augmenter de beaucoup. De plus la Sibérie a des forêts d'une superficie de 400 millions d'hectares, 30 fois supérieure par conséquent à celle des forêts allemandes et 45 fois à celles des forêts françaises. La zone de terre labourable en Sibérie englobe 100 millions d'hectares et se distingue généralement par une grande fertilité. Si l'on partage la terre travaillée par le chiffre de la population, on obtient le tableau suivant:

Par tête de paysan russe 0,67 dessiatine de terre labourable contre 0,47 dessiatine dans les Provinces Baltiques, c'est-à-dire par tête en Latvie presque la moitié de la première quantité.

SUPERFICIE DES PRINCIPALES CULTURES ET DES FORÊTS EN 1913.

	Popu- lation évaluée en millions	Superficie de toutes les cé- réales, du lin, du chanvre, des pommes de terre, de la betterave. Millions de dessiatines.	Nombre de dessiatines par habitant	Superficie des forêts	
				en millions de dessiatines	nombre de dessiatines par habitant
Russie d'Europe	125,68	78,18	0,62	145,60	1,16
Caucase de Nord.	5,47	6,82	1,27	0,99	0,18
Sibérie	8,22	6,08	0,64	228,19*)	27,76
Steppes	5,15	3,26	0,48	1,48	2,07
Territoire de l'Oural	0,78	0,45	0,58	0,53	0,68
Royaume de Pologne	12,13	5,21	0,43	1,63	0,13
Total pour la Russie, Caucase et Tur- kestan exceptés	157,41	100,00	0,64 !	384,42	2,44 !
Dans les 3 Gouvernements des Pro- vinces Baltiques	2,66	1,23	0,47	2,05	0,78
Dans les 5 Gouvernements de la Russie blanche (Grodno, Vilna, Minsk, Volynie, Vitebsk)	12,38	0,74	0,45	8,02	0,65
Dans le Gouvernement de Kovno	1,78	0,97	0,54	0,63	0,35
Total	16,82	7,94	0,47	10,70	0,61
Dans la Russie d'Europe, moins les Provinces Baltiques, la Lituanie et la Russie blanche	108,86	71,24	0,65	134,90	1,25
Dans toute la Russie soviétique sauf la Russie blanche, le Turkestan et la Transcaucasie	128,45	86,85	0,67	372,12	2,90

*) Excepté les forêts du territoire de Iakoutsk dont la superficie minima est de 100 à 150 millions de dessiatines.

Si la Latvie avait été placée dans les mêmes conditions, elle aurait dû avoir presque $\frac{1}{2}$ million d'hectares de plus de terres cultivées. Il ne faut d'ailleurs pas oublier que la terre labourable est, en Russie, d'une bien plus grande fertilité naturelle, puisqu'elle se compose de terre noire dans la proportion de $\frac{6}{7}$. Il n'est donc pas juste de réclamer une colonisation des Provinces Baltiques par les Russes sous prétexte que les paysans de la Baltique ont trop de terre et les paysans russes trop peu. C'est le contraire qui est vrai. On peut espérer que peu à peu le sens du droit et de la justice s'éveillera chez le peuple russe et que ce dernier comprendra que le relèvement de la Russie dépend de son propre travail et non du vol et du pillage des nationalités étrangères. Il ne cherchera plus alors, pour son oeuvre de reconstruction, à s'emparer par la violence des pays limitrophes, mais à utiliser ses propres richesses naturelles qui sont immenses. La Russie ne manque pas de "houille blanche". Les rapides du Dniepr peuvent fournir une force motrice de $1\frac{1}{2}$ à 2 millions de chevaux. Plus grande est la force hydraulique de l'Oural, plus grande encore celle du versant nord du Caucase qui, sans aucun doute, restera à la Russie.

Lorsque les troupes russes évacuèrent les Provinces Baltiques, la Courlande d'abord, puis la Livonie, elles dévastèrent et pillèrent ces régions en donnant comme excuse: "Ce n'est pas notre pays!"

ORGANISATION AGRAIRE, ECONOMIE RURALE, QUESTION AGRAIRE.

Les Provinces Baltiques ont été conquises au 13-ième siècle par l'Ordre religieux des Chevaliers allemands. Le peuple devint chrétien de nom; mais le clergé catholique s'occupait si peu de ces nouveaux chrétiens qu'il ne leur enseignait même pas le Pater et se bornait à leur apprendre le signe de la croix. Le but de la conquête était en réalité de créer des prebendes ecclésiastiques pour les fils puînés de la noblesse westphalienne. Le devoir de la population soumise était de payer les impôts et les taxes; celui des membres de l'Ordre des Chevaliers de défendre le pays contre les ennemis du dehors et de maintenir le peuple dans l'obéissance. En même temps que l'Ordre, le haut clergé, surtout l'archevêque de Riga, acquérait un grand pouvoir.

A côté de l'Ordre et du clergé, une troisième puissance se constituait, formée par les vassaux de l'Ordre. Ces derniers qui étaient les plus jeunes fils de la noblesse westphalienne ne faisaient pas

vraiment partie de l'Ordre, mais, armés et équipés à leurs frais, ils aidaient les Chevaliers à conquérir le pays et recevaient, en récompense, une partie des terres prises aux indigènes. Parmi ces vassaux, il y eut aussi quelques chefs indigènes qui se joignirent à l'Ordre. C'est de ces vassaux que descend la noblesse allemande, autrement dit, les grands propriétaires fonciers des Provinces Baltiques. Les Chevaliers de l'Ordre ne devaient pas se marier et ne pouvaient donc pas laisser d'héritiers légitimes. Les vassaux possédaient, au temps de l'Ordre, environ le tiers de tout le pays; pendant la guerre, ils combattaient avec l'Ordre. Ces vassaux avaient, avec leurs paysans, des rapports étroits de maîtres à serviteurs, exactement comme les nobles allemands avec leurs paysans, et exigeaient d'eux des corvées. L'Ordre et le clergé semblent s'être contentés des impôts et des taxes. L'établissement du protestantisme fut pour la noblesse une occasion de s'emparer des biens du clergé. Quand l'Ordre fut dissous en 1569, ses biens devinrent propriété de l'Etat; en Livonie, ils passèrent à la couronne de Pologne; en Courlande au duc qui les garda en qualité de vassal de la Pologne. En Livonie, la noblesse sut s'emparer de presque toutes les terres de l'Etat pendant la domination polonaise et au début de la domination suédoise, sous le règne de Christine. Le roi de Suède Charles IX entreprit, à partir de 1687, ce qu'on a appelé „la réduction des biens“, en enlevant à la noblesse les anciens biens de l'Ordre et du Clergé et en ne lui laissant que ceux qui reposaient sur des titres de propriété incontestables et délivrés par l'Ordre.

On incorpora en outre au domaine de l'Etat les propriétés des familles n'ayant pas de descendants directs, si bien que ce domaine finit par englober les $\frac{5}{6}$ de toutes les terres. Ces mesures provoquèrent dans les rangs de la noblesse un vif mécontentement. Le roi eut beau lui laisser ces terres en fermage, la conspiration de Patkuls éclata. Ce dernier entra au service du Tsar Pierre le Grand et forma une coalition composée de la Russie, de la Pologne et du Danemark contre la Suède. C'est ainsi que les Suédois perdirent la guerre du nord et durent en 1721 abandonner la Livonie et l'Estonie à la Russie. Plus effectives que la „réduction des biens“ furent les mesures prises par Charles IX en vue de l'établissement du cadastre de la Livonie. Ce cadastre avait non seulement pour but de fixer les impôts d'Etat d'après une estimation rationnelle de la terre, mais de délimiter exactement les prestations des paysans et de transformer ces prestations, jusqu'alors illimitées, en prestations limitées et précises.

Toute la Livonie fut divisée en 6400 „charrues“ de terrain ayant chacune un revenu net de 60 thalers par an. Ces mesures éveillaient, comme les précédentes, la plus grande irritation parmi les nobles, car ils ne pouvaient plus dépouiller les paysans à volonté et devaient se contenter de corvées bien déterminées et autres prestations. Il est certain que si la domination suédoise avait duré plus longtemps en Livonie, le servage aurait, comme en Finlande et en Suède, cessé de lui-même, car les paysans, dans les biens d'Etat réduits, seraient passés successivement de paysans corvéables à corvée limitée au rang de fermiers, puis de tenanciers acquittant des redevances déterminées, enfin de paysans libres. Aussi la noblesse, en se soumettant à la domination russe, réclama-t-elle en premier lieu la suppression du cadastre suédois et l'abandon du paysan à l'arbitraire du seigneur. C'est alors que commença, sous le régime russe, la plus triste époque de servage cruel et illimité dont les Latviens aient gardé le souvenir. C'est le „temps des tyrans“ („varmāku laiki“). Les choses en restèrent là jusqu'à la Révolution française, qui fit une telle impression sur l'empereur Alexandre I-er qu'il ordonna, en 1804, de rétablir le cadastre suédois en vue de réduire les prestations exigées des paysans et de préparer l'abolition du servage. Mais l'exécution du cadastre traîna en longueur et, après la chute de Napoléon, il fut facile à la noblesse de poser ses conditions; au lieu de résister ouvertement à l'idée manifestée par Alexandre I-er d'abolir le servage, elle présenta un projet aussi peu avantageux que possible pour les paysans. Le paysan était libre de sa personne, mais il perdait tout droit à la terre. La terre des paysans pouvait être confisquée à volonté par le seigneur. Le cadastre qui déterminait les prestations et les impôts des paysans restait en vigueur, mais de gardait plus qu'une valeur illusoire en ce sens que chaque propriétaire était libre de percevoir, si le cadastre indiquait une redevance annuelle d'un thaler, un, deux, trois thalers ou davantage. Une „entente libre“ devait exister entre le propriétaire et le paysan au sujet des prestations du „paysan libre“. Naturellement cette „entente libre“ accordait la part du lion au propriétaire. Le paysan ne possédait pas de terre en propre. Il n'obtint le droit d'en acquérir en Livonie qu'en 1849, après que les souffles des Révolutions française et allemande eurent poussé quelques nobles prudents à employer toute leur influence sur les autres nobles pour qu'ils montrassent plus de bienveillance à l'égard des paysans. En 1849, le paysan de Livonie eut le droit d'acheter des terres; le propriétaire

pouvait de son plein gré les lui vendre ou non et en fixer le prix. En Courlande, le paysan ne reçut qu'en 1863 le droit facultatif d'acquérir des terres en recourant à la fameuse "entente libre" avec le propriétaire. Et jusqu'à présent, en Livonie, toute la terre des paysans n'a pas encore été vendue: en 1918 il y avait, dans la partie latvienne de la Livonie, 16.000 fermes d'une étendue de 816.000 hectares entre les mains des paysans et 8341 fermes non vendues, d'une superficie de 511.000 hectares.

Les propriétaires possédaient dans la partie latvienne de la Livonie, en 1918, 1.230.000 hectares de terrain, — 57,6% de tout le pays; les paysans en avaient 816.000 hectares — 38,1%, l'Etat et l'Eglise 91.500 hectares — 4,3%.

En Courlande, la "terre des paysans" c'est-à-dire la terre pouvant être utilisée par les paysans, mais qui d'ailleurs n'était pas encore complètement en leur possession, formait 976.800 hectares ou 37,2% de la superficie totale; les propriétaires avaient 1.065.000 hectares — 40,8%, l'Etat 571.500 hectares ou 22% (environ 65.000 hectares en biens de l'Etat et le reste en forêts de l'Etat).

En Latgale, le servage fut aboli en 1861, comme dans le reste de la Russie, et les paysans reçurent, à un prix fixé, toute la terre qu'ils pouvaient utiliser. Il en résulta que les paysans de Latgale possédèrent la moitié de la superficie totale après la suppression du paiement des amortissements, en 1907, à la suite de la première Révolution russe. Les paysans possèdent 712.000 hectares, la noblesse les $\frac{4}{5}$ de ce qui reste et l'Etat $\frac{1}{5}$. Une conséquence des différences qui existent dans l'organisation agraire, c'est qu'en Latgale la population augmente rapidement ($1\frac{1}{2}\%$ par an), et qu'en Livonie et en Courlande elle reste stationnaire. Tandis que les paysans de Latgale sont aujourd'hui libres propriétaires de leurs terres, il y avait encore dans toute la Livonie en 1914 17.641 fermes grevées d'une hypothèque de 31 millions de roubles — 3.300.000 livres sterling (82.500.000 frs.) (La moitié de cette dette incombe à la partie latvienne de la Livonie). En outre, les fermes livoniennes étaient grevées d'une deuxième et d'une troisième hypothèques non moins considérables au profit de caisses d'épargne locales et de particuliers.

Pour la Courlande, les renseignements manquent de précision, mais on sait que les hypothèques y ont joué également un rôle important.

La question agraire devait le caractère aigu qu'elle avait pris en Latvie au fait que, en Livonie et en Courlande, $\frac{1}{4}$ seulement de la

population de la campagne possédait une terre ou la tenait à bail (environ 50.000 fermes et 1.800.000 hectares); les $\frac{3}{4}$ des travailleurs agricoles étaient des garçons de ferme qui n'avaient pas de terre. C'est cette circonstance qui a valu au bolchévisme tant de partisans en Latvie. Il est inutile de combattre le bolchévisme par la force, si l'on ne coupe pas le mal dans sa racine: c'est ce qui a été fait au moyen d'un partage radical des anciens domaines entre les "sans terre."

Toutes les propriétés privées, celles de Latgale non comprises, soit à peu près 973 domaines importants et 2000 domaines de deuxième ordre, d'une superficie de 2 millions d'hectares, ainsi que 250 anciens domaines de l'Etat, ont, en vertu de la loi d'octobre 1920, subi une expropriation et sont passées aux mains de l'Etat sous le nom de "fonds de terres". Les anciennes fermes à bail sont, jusqu'à présent, laissées à leurs fermiers. En Courlande et dans la Livonie latvienne environ un million d'hectares de forêts et de terrain stérile sont restés propriété de l'Etat et 787.947 hectares de terre labourable (champs, prairies, pâturages) sont destinés à être partagés en petits domaines. En octobre 1921, 385.136 hectares de ce fonds de terres avaient été déjà divisés en 22.966 petits domaines. Le classement de ces petites propriétés paysannes nouvellement créées s'établit ainsi:

Nombre d'hectares	Nombre d'exploitations	Superficie totale en hectares
0— 2	1024	1.297
2— 5	879	2.457
5—10	857	6.775
10—15	3355	44.177
15—22	13989	261.721
au dessus de 22	2862	68.708

La plupart des petits domaines ont une étendue de plus de 15 hectares si bien que, pour leur exploitation, il faut un attelage de 2 chevaux; en outre on compte officiellement que chacun de ces petits domaines possède de 9 à 10 vaches, de 7 à 8 porcs et de 3 à 6 moutons. La mise en valeur d'un semblable domaine dépasse la somme de travail que peut fournir une famille et il faudrait avoir des aides rétribués.

Après une aussi large distribution de terre aux "sans terre", le reste du "fonds de terres", qui est seulement de 307.708 hectares, (95.733 hectares formant 4500 biens-fonds ont été laissés aux anciens fermiers, aux écoles, aux communautés et aux anciens propriétaires) pourra encore constituer 18.400 petites exploitations. Mais, jusqu'en

octobre 1921, 78.478 personnes avaient demandé de semblables petites fermes et leur nombre ne fera qu'augmenter avec le retour des émigrés venant de Russie. Il est clair que la moitié des amateurs de terre ne pourront pas être satisfaits. La question agraire n'est donc pas résolue. On a commis la faute de faire de trop gros morceaux et cette faute n'a pas été corrigée quand on a su qu'il y avait plus d'amateurs de terre qu'on ne l'avait supposé. De plus on a si radicalement détruit les grands domaines que, sur 1200 grands domaines, 30 ou 40 à peine n'ont pas été partagés (17 domaines de l'Etat et 1 ou 2 douzaines de domaines affermés à des particuliers). Les grands domaines maintenus ont tellement diminué de surface que, d'après les conditions locales, ils ne peuvent plus être considérés comme grands domaines, mais comme domaines moyens, car ils n'ont plus chacun qu'une étendue de 200 à 250 hectares. Les 2000 petites métairies des anciens domaines nobles de Livonie et de Courlande ont été complètement partagées. Les familles des expropriétaires (à peu près 500) gardent seulement 50 hectares de terre labourable, mais non le centre du bien qui est donné soit entièrement à de petits propriétaires, soit (en petites parties d'une étendue de 22 à 50 hectares) à des combattants latviens méritants. Le mauvais côté, au point de vue économique, de ce morcellement radical des grands domaines, c'est que les bâtiments de ces domaines, devenus inutiles, sont dépréciés et se délabrent peu à peu. Pour chaque nouvelle installation il faut tabler sur une dépense de 5000 à 6400 francs-or, si bien que, pour les 40.000 nouvelles petites installations, il serait nécessaire d'avoir un fonds de construction de plus de 200 millions de francs-or. Si l'on estime la valeur de l'étendue de terre utilisée par l'agriculture à 400 francs-or l'hectare, il en résulte que les 692.000 hectares de petits domaines à partager avaient une valeur de 276.800.000 francs-or. Les $\frac{3}{4}$ de cette valeur sont perdus par suite du démembrement, qui oblige à construire pour 200 millions de bâtiments neufs. La question n'est pas encore résolue de savoir si les anciens propriétaires recevront un dédommagement en dehors des 50 hectares. Dans le cas de l'affirmative, ce dédommagement serait très petit, 1 ou quelques % de la valeur d'avant-guerre. Les hypothèques sont achetées à un cours égal à environ $\frac{1}{2}\%$ de la valeur d'avant-guerre, c'est-à-dire à raison des $\frac{2}{3}$ d'un rouble letton pour un rouble russe (1 rouble letton = $\frac{1}{50}$ de francs-or; 1 rouble russe des Tsars ou 1 rouble-or = $2\frac{2}{3}$ francs-or). Ce radicalisme à l'égard des anciens propriétaires s'explique par des raisons politi-

ques. Les Latviens se sont dit que les grands propriétaires allemands, qui ont pris deux fois les armes contre eux avec l'aide de volontaires allemands (en Mars et Juin 1919 et en Octobre et Novembre 1919), n'ont droit à aucun ménagement et qu'ils ne manqueraient pas d'employer la puissance économique qui leur serait laissée, à préparer de nouveaux soulèvements. En outre, on fit valoir que les ancêtres de ces propriétaires, en s'appuyant sur le droit de guerre, ont non seulement pris aux Latviens leurs terres, mais les ont transformés en serfs.

La superficie occupée par chacune des plantes cultivées en Latvie et la récolte obtenue s'élevaient à la moyenne annuelle suivante pour les années 1907—1911 :

Superficie en milliers d'hectares	Récolte en milliers de tonnes
Blé 37	45
Seigle 366	311
Orge 192	180
Avoine 314	300
En tout, pour les 4 principales céréales 909	836

Il faut remarquer que le Danemark dont la surface n'équivaut qu'aux $\frac{3}{4}$ de celle de la Latvie produisait à la même époque 1.800.000 tonnes de céréales, mais avait une récolte de lin beaucoup moins importante. La Latvie, de 1907 à 1911, a produit, sur 74.000 hectaresensemencés en lin, environ 32.000 tonnes de lin et 25.000 tonnes de graines de lin.

La superficie des champs de pommes de terre était, de 1907 à 1911, de 110.000 hectares, la récolte d'un million de tonnes. Les terres labourables comprenaient en 1914 1.660.000 hectares, le quart de la totalité du sol. En 1920 la superficie totale des terres labourables n'était plus que de 1.200.000 hectares dont 740.000 étaient travaillés, soit 61% de la surface travaillée avant la guerre. Le lin occupait 30.000 hectares. 240.000 hectares étaient en friche et 230.000 en jachère.

Quant au nombre de bestiaux, il y avait :

	en Latvie (1911)	en Danemark (1910)
Chevaux	300.000	530.000
Boeufs	820.000	2.260.000
Moutons	620.000	730.000
Porcs	380.000	1.470.000

Les données qui précèdent montrent que l'agriculture danoise a atteint un plus haut degré de développement. Il est vrai que le Danemark importait $\frac{1}{2}$ million de tonnes de tourteaux, plus de

100.000 tonnes de céréales; mais il exportait pour 10 millions de livres sterling de viande, de lard, de beurre et de fromage.

Il est évident que le développement de l'agriculture en Latvie suivra, dès que les conditions normales seront rétablies, la même direction qu'au Danemark, mais avec cette différence que la culture du lin gardera toujours une grande importance. Actuellement, les conditions sont déplorable. A partir de 1919/20 jusqu'en 1921/22 la Latvie a dû importer des vivres, la guerre ayant amené une diminution de la surface des terres travaillées et du nombre de têtes de bétail. Ce nombre avait baissé en Livonie latvienne et en Latgale d'environ 60% et en Courlande de 50%. La Latvie ne peut guère se rétablir dans un temps plus ou moins rapproché sans importer de l'étranger des animaux reproducteurs, tout au moins des veaux; sous ce rapport elle est dans une situation beaucoup plus fâcheuse que l'Estonie qui a pu sauver tous ses chevaux (163.000), les $\frac{4}{5}$ de ses bêtes à cornes (406.000 sur 494.000), tous ses moutons (397.000) et les $\frac{3}{4}$ de ses porcs (150.000 sur 200.000).

Il est très important de connaître la valeur d'avant-guerre du sol et de la terre en Latvie. Le prix de la terre en Livonie était, en 1910/1912, pour la terre des paysans, de 100 roubles et, pour la terre des biens, de 96 r. par arpent (dessiatine), c'est-à-dire de 10 et de 9, 6 livres sterling (250 et 240 frcs) par hectare. La valeur des 1,214,000 hectares des grandes propriétés de la noblesse livonienne (la propriété bourgeoise ne jouait aucun rôle) s'élevait donc, d'après les prix d'avant-guerre, à 12 millions de livres sterling. Les 500 ou 600.000 hectares des propriétés de la noblesse en Latgale valaient à peine 6 millions de livres sterling. Les domaines de la noblesse de Courlande devaient à une meilleure qualité du sol, une valeur de 30 à 50% plus élevée que celle des domaines livoniens. En somme les grands domaines de Latvie qui font actuellement l'objet d'une expropriation, avaient, avant la guerre, une valeur de $12+6+15=33$ millions de livres sterling (825 millions de francs-or).

RESSOURCES IMPOSABLES, ETAT DES FINANCES, CREDIT.

La Latvie a des richesses naturelles plus modestes que celles de la Russie. Faut-il pour cela douter, comme on l'a fait, de sa force au point de vue des contributions et de la solidité de son crédit? En Russie, les cercles compétents du temps des Tsars posaient en axiome que les districts limitrophes vivaient aux dépens du centre de la Russie surchargé d'impôts et de taxes... On avait formé des

„Commissions du Centre“ afin de prouver qu'on devait donner quelques avantages aux populations du centre dans le but de partager équitablement les impôts et les charges. Ces vœux et ces réclamations tendaient surtout à améliorer la situation de la population agricole du centre. Un jugement exact de cette question n'est possible que si l'on compare les impôts payés aux dépenses de l'Etat dans chaque district. En ce qui concerne la Russie on trouve les chiffres de chaque Gouvernement dans l'„Annuaire de la Cour des Comptes.“ Pour 1910, voici quelles ont été les recettes de l'Etat:

Recettes de l'Etat russe en 1910 (en Millions de roubles-or).

	Habitants en Millions	Impôts directs	Droit de timbre, Enregistrement	Impôt sur les boissons	Monopole d'alcool	Forêts	Propriétés de l'Etat	Postes et télégraphes	Total général	Par habitant, en roubles
Russie	160,70	216,12	170,30	44,02	767,03	72,12	31,52	95,20	1324,20	8,24
12 gouvernements centraux (avec Moscou)	28,15	42,48	24,11	5,81	171,15	9,52	1,57	15,78	270,42	9,61
Livonie	1,44	5,16	3,75	2,68	9,58	1,01	0,34	2,41		
Courlande	0,75	1,39	1,14	0,34	3,41	1,88	0,36	0,98		
Estonie	0,47	0,72	0,69	0,22	2,80	—	0,03	0,52		
1/3 du Gouv. de Vitebsk	0,61	0,27	0,23	0,18	1,90	0,30	0,01	0,26		
Latvie (2/5 de la Livonie, Courlande, 1/3 du Gouv. de Vitebsk)	2,20	4,76	3,62	2,13	11,15	2,78	0,56	2,68	27,58	12,54
Rép. d'Estonie (2/5 de la Livonie+Estonie) . .	1,07	2,78	2,19	1,29	6,54	0,41	0,18	1,49	14,88	13,80
Gouv. de Kovno	1,78	0,89	0,57	0,51	4,43	0,99	0,19	0,62	10,48	4,53
1/5 du Gouv. de Souvalki = Lituanie	0,54	0,77	0,24	0,11	1,05	0,20	0,03	0,94		
Pologne russe, moins les 1/5 du Gouv-t de Souvalki	2,32									
	11,60	28,00	14,94	4,32	43,37	0,20	6,16	7,42		
Gouv-t de Vilno	1,93	1,66	1,15	1,06	5,19	1,44	0,06	1,12	137,83	8,17
Gouv-t de Grodno . . .	1,95	1,15	0,70	0,62	6,87	2,38	0,10	0,91		
1/2 du Gouv-t de Minsk	1,41	0,15	0,52	0,43	4,34	1,69	0,02	0,51		

Relativement aux recettes, il faut remarquer, que, outre celles que nous avons déjà citées, il y avait encore en Russie des impôts indirects dont le montant s'élevait à 548.680.000 roubles (3,41 roubles par tête) et dont la répartition territoriale conduit à de fausses conclusions, parce qu'il y a des objets sur lesquels les impôts ont été perçus, non au lieu de leur emploi, mais au lieu de leur production

ou (pour les droits de douane) aux stations frontières. Ce sont les matières suivantes:

	Impôts en millions de roubles-or
Tabac	55,06
Sucre	127,32
Naphte	46,91
Allumettes	18,46
Droits de douane	300,96

Il est certain que la consommation de ces matières était relativement plus élevée en Latvie que dans le reste de la Russie. Pour le sucre, on peut le prouver. La consommation du sucre en Livonie et en Courlande était, d'après la statistique des chemins de fer russes, de 26 livres russes (10 kg., 560) par tête, tandis qu'en Russie, elle n'était que de 18 livres (7 kg., 380).

Nous nous tromperons à peine si nous comptons pour la Latvie comme recette générale provenant de ces dernières sources d'impôts (tabac, sucre, naphte, allumettes, droits de douane), au lieu de 3 roubles 41 par tête—4,77 roubles, soit en tout $4,77 \times 2.200.000 = 10.500.000$ roubles. Ainsi donc les recettes générales pour la Latvie étaient de $27.600.000 + 10.500.000 = 38.100.000$ roubles-or = 101.600.000 francs-or, sans compter les recettes des chemins de fer de l'Etat qu'on ne peut pas fixer exactement, mais qui atteignaient à peu près de 6 à 8 millions de roubles, si bien que l'ensemble des recettes, y compris le produit net des chemins de fer de l'Etat, s'est élevé pour 1910, en Latvie, au moins à 120 millions de francs-or.

Les dépenses en Russie et dans les Provinces Baltiques étaient, en 1910, les suivantes:

Ministères	Russie	Par habitant, en roubles	Livonie	Courlande	Estonie	1/3 du Gouvern. de Vitebsk	Latvie	Estonie
Min. de l'Intérieur	159,6	1,00	2,09	1,06	0,67	0,51		
" " la Justice	75,6	0,47	1,27	0,53	0,34	0,20		
" " l'Instruction publique	78,21	0,49	1,22	0,43	0,23	0,28		
" du Commerce et de l'Industrie	37,46	0,23	0,54	0,37	0,11	0,00		
" de l'Agriculture	82,09	0,51	0,39	0,26	0,01	0,36		
Cour des Comptes	10,24	0,06	0,24	0,01	0,04	0,05	7,35	3,62
Ministère de la Guerre	456,85		3,25	1,69	0,96	1,37		
" " Marine	96,75	3,44		2,91	2,42	0,00		
" " Cour Impériale								
Administration et Saint-Synode	59,25	0,36	0,46	0,07	0,14	0,17	8,43	4,71
	1062,05	6,56						
Ministère des Finances	408,01	2,54	5,86	2,19	4,95	1,03		
Trésor Public	408,09	2,55						

Les dépenses de l'Etat, pour toute la Russie, étaient donc, sans compter les chemins de fer, de 1,874 millions de roubles, soit 11 roubles 65 par tête. En Latvie on peut évaluer les dépenses du ministère des finances et de la dette d'Etat à 15.780.000 roubles pour le premier, et pour la dernière, d'après la moyenne, en Russie, à 5 roubles, $9 \times 2.200.000 = 11.100.000$ roubles, soit au total 26.900.000 roubles-or, si bien que la Latvie apportait à la Russie (sans les recettes des chemins de fer) un excédent net de 11.200.000 roubles ou de 30.000.000 de Francs-or. Ainsi donc ce n'est pas la Latvie qui appauvissait la Russie, comme le disaient les théoriciens russes du centre, mais, au contraire, la Latvie qui versait à la Russie un excédent considérable. Cet excédent provenait exclusivement d'une plus grande activité et d'un plus grand rendement du travail par rapport à la Russie. L'agriculture, avec un sol de qualité inférieure, produisait, par tête d'habitant, autant qu'en Russie.

Quelle est la situation actuelle des finances en Latvie? Elle est influencée à un haut degré par les dévastations de la guerre et la nécessité d'une complète réorganisation des impôts et des autres sources de revenus. Dans les 2 premières années de son existence, 1919/20 et 1920/21, l'Etat latvien avait absolument besoin de sommes importantes pour l'entretien de l'armée. Pendant le printemps et l'été de 1919, l'armée des patriotes qu'avait formée et que commandait dans le nord de la Livonie le lieutenant-colonel W. Osol et qui, en Juin 1919, comprenait 13.000 hommes, vécut uniquement de réquisitions. La population donnait volontiers les denrées pour être affranchie du joug des bolchéviks. On se procura des armes et des munitions par des attaques adroites d'abord contre les bolchéviks, puis contre les troupes allemandes du général comte von der Goltz qui, en avril et en mai, avaient délivré la Courlande des bolchéviks et s'étaient emparées de Riga, mais n'avaient pas tardé à se tourner contre l'armée du nord des patriotes latviens dans le but d'organiser dans les Provinces Baltiques une république aristocratique allemande. Elles furent battues d'une façon décisive le 22 Juin 1919, près de Wenden, par l'armée des patriotes, unie à l'armée estonienne et durent évacuer Riga et la Livonie. Le 3 Juillet 1919, le ministre-président latvien Ulmanis signa avec les Allemands déjà vaincus, un traité en vertu duquel il appela trois ministres allemands à faire partie du Cabinet. Persuadé que les troupes allemandes se retireraient volontairement de la Courlande, Ulmanis, pour éviter des dépenses, réduisit l'armée latvienne, et les chefs de l'armée des patriotes, ne pou-

vant pas s'entendre avec lui, durent partir pour l'exil. Afin de couvrir les dépenses les plus nécessaires, on institua le monopole du lin, organisé de telle sorte que les paysans producteurs du lin touchaient le quart du prix coté sur le marché mondial et l'Etat les $\frac{3}{4}$. L'Etat payait le lin aux paysans avec le papier-monnaie latvien nouvellement émis. Mais, comme ce papier n'inspirait pas confiance, l'Etat fut obligé de se procurer des roubles russes des Tsars, que les paysans acceptaient volontiers. Grâce à cette exportation de lin, le Gouvernement avait acquis jusqu'au 13 Septembre 1919 £143.000 à Londres et à Copenhague et 8, $\frac{1}{2}$ millions de roubles russes à Riga. Le 8 Octobre 1919 commença l'attaque de Riga par l'armée allemande de la noblesse qui venait de s'organiser en Courlande. Cette armée, qui, pour tromper l'Entente, s'appelait "l'Armée russe de l'ouest", avait pour chef nominal un aventurier, le colonel ou plutôt l'enseigne Bermont. Elle était composée d'environ 30.000 volontaires allemands et de 6000 anciens prisonniers de guerre russes, mais elle était si mal commandée qu'elle ne put même pas s'emparer de Riga qui n'était pourtant défendue, dans les journées du 8 au 10 Octobre 1919, que par quelques milliers de soldats latviens par suite de la politique d'économie du ministère. La mobilisation fut aussitôt décrétée en Livonie, mais on se heurta à de grandes difficultés pour pourvoir l'armée de vêtements, de vivres, d'armes et de munitions. Pourtant les chefs, aussitôt rappelés, de l'ancienne armée des patriotes latviens dressèrent rapidement un plan d'action. Ils organisèrent, avec l'aide des soldats ayant répondu à l'ordre d'appel, des ateliers pour la confection des vêtements, des harnais, des souliers et pour la réparation des armes; les chevaux, les peaux et les vivres nécessaires furent réquisitionnés, les armes et les munitions furent, comme une fois déjà, prises en partie aux troupes allemandes dans des attaques habiles. Le Cabinet des ministres avait, en outre, acheté 5000 fusils à l'Angleterre. Au commencement de Novembre 1919, une cargaison d'armes, de munitions et de vêtements arriva de ce pays, envoyée par la "Metal and Chemical Bank", à laquelle on avait promis de grandes concessions de bois et de lin. La plupart de ces armes avaient besoin de réparations, si bien que la contre-attaque entreprise contre l'armée Bermont le 11 Novembre 1919 près de Riga, fut faite avec un armement très inférieur à celui de l'ennemi (35 mitrailleuses latviennes contre 450 allemandes, 20 canons latviens contre 45 allemands) et elle ne réussit que grâce à la façon très remarquable dont elle fut conduite à la faveur de la nuit

par le lieutenant-colonel Osol, qui venait d'être choisi comme chef. L'armée latvienne atteignait à la fin de Novembre 1919 un effectif d'environ 40.000 hommes, plus tard de 60 à 70.000, dont l'entretien exigeait de grands sacrifices d'un pays déjà épuisé par les troupes bolchévistes et allemandes. Mais on eut la satisfaction de voir, avant que ne s'achevât le mois Novembre 1919, la Courlande délivrée des troupes de Bermont. Ces troupes étaient entourées près de Chavli au nord par les Latviens, au sud par les Lituaniens et elles auraient été détruites si une commission de l'Entente ne s'était mêlée de l'affaire et n'avait assuré leur retraite vers l'Allemagne. L'armée latvienne, à la fin de 1919, ne pouvait pas être démobilisée parce qu'on avait l'intention de chasser les bolchéviks de la Latgale, ce qui eut lieu en Février 1920. La démobilisation s'effectua graduellement à partir de l'automne de 1920, après la signature de la paix avec la Russie soviétique (13 Août 1920). Depuis Avril 1919 on avait commencé à imprimer du papier-monnaie: en Avril 1919 1.480.000 roubles „latviens“ avaient été émis, en Juillet 1919 1.820.000 en Août 5.260.000. Il avait été décidé qu'un rouble letton équivaldrait à 2 roubles russes des Tsars. En Septembre 1919, l'émission de papier-monnaie s'élevait à 25.500.000, en Octobre à 22.450.000, en Novembre et en Décembre à 43.630.000 et à 23.420.000. Le cours réel à la "Bourse noire de Riga" était, en Septembre 1919, de 168 à 175 roubles des Tsars pour 100 roubles latviens, en Octobre et en Novembre, pendant l'attaque de Bermont, de 105 à 110 seulement, car on doutait de la solidité de l'Etat latvien; mais, après la réussite de la contre-attaque du 11 Novembre 1919, le cours monta à 150 et resta à cette hauteur jusqu'au printemps de 1920. Un livre sterling valait, le 1-er Janvier 1920, 215 $\frac{1}{2}$ roubles latviens. Au 1-er Juillet 1920 l'émission de papier-monnaie atteignait 484 millions de roubles latviens; la livre sterling monta à 500 roubles latviens. Dans la 2-e moitié de l'année 1920 on émit pour 546 millions de roubles latviens; la livre sterling monta encore jusqu'à 714 roubles latviens. Dans la première moitié de 1921 une émission de 1058 millions fit tomber le rouble latvien (au total 2,086 millions) à 1/2000 de livre. Une grande partie du papier-monnaie émis pendant l'hiver 1920/21 l'avait été dans un but productif: pour l'achat de lin, le paiement des ouvriers et le transport du bois hors des forêts, si bien que, dès le second semestre de 1921, on pouvait entièrement suspendre les émissions de papier-monnaie et même mettre de côté un fonds de $\frac{1}{2}$ million de livres sterling après la vente du lin et du bois appartenant à l'Etat.

Le cours du rouble latvien remonta à 1/1000 de livre. Dans la 1^e moitié de l'année 1922 l'achat de lin obligea à émettre encore 434 millions de roubles latviens, ce qui porta le total des émissions effectuées jusqu'en Mai 1922 à 2,520 millions, dont 100 millions avaient été recouverts et 150 millions se trouvaient dans les caisses de l'Etat. Le cours du rouble latvien est, depuis Mars 1922, de $\frac{1}{50}$ de franc-or. Comme garantie du papier-monnaie en circulation, il existait, au 15 Mars 1922, une couverture de 12.660.000 francs-or, à laquelle s'ajoutaient des valeurs étrangères pour une somme de 7.730.000 francs-or à l'étranger et de 2.320.000 francs-or à l'intérieur du pays, si bien que cette couverture s'élevait en tout à 22.700.000 de francs-or. La moitié du papier en circulation au 15 Mars 1922 (2270 millions de roubles = 44.350.000 francs-or) était donc garantie. Le ministère des finances latvien considère en outre comme couverture le total du prêt consenti pour 1 ou 2 ans par le Gouvernement aux cultivateurs et industriels, prêt d'une valeur de 11.740.000 francs-or, ainsi que les capitaux d'exploitation et capitaux fonciers avancés à différentes banques, de sorte que, si l'on tient compte de ces prêts, le papier-monnaie émis est presque entièrement couvert. A côté de l'émission de papier-monnaie des engagements furent pris en 1919 et 1920 vis-à-vis de l'étranger au sujet des dettes contractées pour livraison de vivres, de vêtements et de chaussures. En juin et juillet 1919 la population pauvre de Riga, de Libau et de Mitau, reçut de la "Relief Administration" américaine pour 2.610.000 dollars de vivres, dont à peu près 11.000 tonnes de farine blanche. En Octobre 1919 arrivèrent encore 2.520.000 dollars de marchandises provenant du Corps d'Expédition américain en France. Le Gouvernement latvien utilisa lui-même 1.900.000 dollars de marchandises, principalement pour les besoins de l'armée et des fonctionnaires, et la société de consommation „Konsums“ en prit pour 618.000 dollars. En Février et Mars 1920 l'équipement nécessaire à une division fut acheté pour 11.000.000 de francs au Ministère de la guerre français. En Mars 1922, 9 millions étaient déjà payés, il restait encore à verser 2.200.000 francs. En Avril 1920, on fit l'acquisition en Norvège, moyennant un crédit de 5 ans, de 104.000 tonnaux de harengs pour 6.720.000 couronnes norvégiennes. La „Metal and Chemical Bank“ livra, en Novembre 1919, pour 391.000 livres de marchandises et fit des avances plus importantes encore en espèces. En Avril 1922, le Cabinet des ministres, désireux d'éviter un procès, se mit d'accord avec la "Metal Bank" sur le paiement d'une somme de 775.000 livres, dont 150.000 devaient

être payées aussitôt et le reste dans quelques années. Le gouvernement latvien entra en possession d'environ 3812 tonnes de lin latvien qui se trouvaient dans les greniers de la banque et qui avaient une valeur approximative de 380.000 livres. La dette qui reste à acquitter envers la Metal Bank est par conséquent de 775.000—150.000—380.000=245.000 livres ou 5.610.000 francs-or. D'après le cours du 1-er Mai 1922, la dette contractée en Norvège s'élève à 6.300.000 francs-or. Si l'on y ajoute 20.000 livres (450.000 francs-or) dues au Gouvernement anglais, l'ensemble des dettes de l'Etat latvien est le suivant:

aux Etats-Unis	5.132.000 dollars	=	26.000.000 francs-or
à la France	2.200.000 francs	=	1.000.000 " "
à la Norvège	6.730.000 couronnes	=	6.300.000 " "
à l'Angleterre	0.020.000 livres	=	0.450.000 " "
à la Metal Bank	0.245.000 livres	=	5.610.000 " "
			39.360.000 francs-or

Il faut ajouter à cette somme une dette intérieure de 352.000 francs-or, mais aussi en retrancher 618.000 dollars (=3.120.000 francs-or), réclamés au "Konsums" et dont le payement est d'ailleurs douteux.

Le Gouvernement latvien, qui s'est réservé le monopole de la vente du lin, a exporté, d'Août 1919 à Octobre 1920, 10.000 tonnes de lin et a touché, de ce fait, 2.018.000 livres sterling, dont 391.000 en marchandises de la Metal Bank. D'Octobre 1920 à Avril 1921 l'exportation du lin a cessé, mais de cette dernière date jusqu'en Octobre 1921 6600 tonnes, d'une valeur de 473.000 livres, ont été envoyées à l'étranger.

Le produit des impôts et des droits de douane était au début presque insignifiant. C'est ainsi que, dans l'année budgétaire 1920/21 (1-er Avril 1920 — 31 Mars 1921), les impôts directs n'ont rapporté qu'environ 90 millions de roubles latviens, le droit de timbre 67, les impôts indirects, droits de douane compris, 300, le monopole de l'alcool 200, les chemins de fer 190. Les forêts elles-mêmes n'ont donné que de faibles recettes, bien qu'on ait confisqué les forêts privées au profit de l'Etat et que la surface totale des forêts dépasse en Latvie 1.500.000 hectares. Il est évident qu'on ne pouvait pas se tirer d'affaire sans le produit du monopole du lin et sans l'émission de billets (1240 millions de roubles). Pour l'année budgétaire 1921/22 a été établi un projet, non encore définitivement adopté en Mai 1922, qui prévoyait 9855 millions de roubles latviens (=197

millions de francs-or) de dépenses et autant de recettes. De nouveau 982 millions de roubles ont dû sortir de la presse à billets. Voici les chiffres de ce projet de budget pour 1921/1922:

	Recettes	Dépenses	Excédent
	(en millions de roubles latviens)		
Monopole de l'alcool	1273	372	901
du lin	1416	1063	353
des peaux	87	68	19
Vente du bois	1271	807	464
Fermage des terres de l'Etat	391	105	286
Impôts directs	658	61	2002
Impôts indirects	1405		
Chemins de fer	1070	153	117
Postes et télégraphes	225	135	10
	7796	3698	4232

Les véritables recettes, déduction faite des frais, autrement dit les recettes que l'on peut comparer à celles d'avant-guerre, s'élevaient donc à $\frac{4232}{50} = 84,64$ millions de francs-or.

Le budget établi pour 1922/1923 prévoit les recettes et les dépenses suivantes:

Recettes d'Etat en 1922—1923 (en millions de francs-or)		Dépenses d'Etat en 1922—1923 (en millions de francs-or)	
Impôts directs	7,90	Gouvernement	25,58
Impôts indirects	12,27	Culture	7,02
Droits de douane	20,00	Oeuvres sociales	2,96
Timbre et enregistrement	6,45	Entreprises de l'Etat (chemins de fer, monopoles, etc)	50,42
Terres et forêts de l'Etat	17,81	Reconstruction économique	10,90
Entreprises de l'Etat	26,50	Institutions communales	0,50
Monopoles d'Etat	44,78	Entreprises d'Etat autonomes	7,83
Revenus divers	1,30	Défense nationale	20,84
Total	137,02	Dette d'Etat	14,09
		Dépenses imprévues	4,00
		Arriérés	8,00
		Total	152,14

Il y a donc un déficit *apparent* de 15 millions de francs-or, soit de 750 millions de roubles latviens. Mais ce déficit n'est qu'apparent car, premièrement, dans la dépense de 14 millions de francs-or pour le service de la dette d'Etat sont compris plus de 12 millions de francs-or pour l'amortissement de cette dette et, deuxièmement, les 4 millions de francs-or (200 millions de roubles latviens) pour les dépenses imprévues sont comptés très largement. Enfin, dans le

chapitre des dépenses, la somme de 350 millions de roubles latviens = 7 millions de francs-or, affectée à la fondation d'une banque de crédit et à l'augmentation du fonds d'or, ne peut pas être considérée comme déficit.

La question est de savoir 1^o si les recettes prévues rentreront, 2^o si elles pourront équilibrer les dépenses. Il faut d'abord remarquer que les droits de douane sont trop élevés: les tarifs en vigueur depuis Juillet 1921 sont prohibitifs et rapportent peu à l'Etat parce qu'ils entretiennent la contrebande. Non seulement les vêtements et les chaussures étaient, dans le premier trimestre de 1922, deux fois plus chers en Latvie qu'en Allemagne, mais c'était également le cas pour les matériaux de construction, si bien qu'il n'est pas facile de reconstruire les bâtiments détruits et de construire de nouvelles fermes. La réduction des droits de douane que l'on étudie actuellement est loin d'être suffisante. Les recettes prévues pour les chemins de fer ne seront sans doute pas complètement réalisées: en 1921 elles n'ont été que de 900 millions de roubles latviens, à savoir 700 millions provenant des envois des particuliers et du trafic des voyageurs, et 200 millions provenant des transports effectués pour le compte de l'Etat. Les dépenses ont atteint 895 millions.

En ce qui concerne les dépenses, on a très fortement réduit celles de l'armée, de 350 millions de roubles = 7 millions de francs-or par rapport au précédent budget. Ce résultat n'a pu être obtenu qu'en licenciant *sans pension* une grande partie des plus vieux officiers et en diminuant sérieusement les effectifs. Mais comme, à la même époque, les bolcheviks ont extraordinairement renforcé les troupes stationnées à la frontière latvienne, le gouvernement latvien sera obligé de renoncer à son système d'économies exagérées et d'augmenter de nouveau les effectifs de l'armée.

Si l'on veut constituer, et c'est une nécessité, des ressources plus importantes, il faut rompre avec le système financier actuel qui n'est au fond qu'une copie de l'ancien système financier, tout à fait irrationnel, des Tsars, et recourir à des méthodes modernes et scientifiques. De nouvelles créations ont déjà été faites. On a institué en 1919 un impôt de 60% sur les bénéfices de guerre mais cet impôt, à cause du manque de contrôle, n'a donné qu'un revenu dérisoire. Il en est de même de „l'impôt progressif sur le revenu“ établi en 1920 et qui n'est payé, à son taux véritable, que par les fonctionnaires. L'alcool acheté pour l'Etat par les distillateurs est payé environ 150% trop cher (67,5 roubles latviens = 1,35 franc-or le litre d'al-

cool). On pourrait améliorer grandement la situation financière par la création du monopole des tabacs et une exploitation sévèrement contrôlée des forêts de l'Etat. Ces forêts rapportaient, au temps des Tsars, un revenu net de 20 francs-or par hectare. En 1921/22 elles ne rapportaient plus que 6 francs-or par hectare, quoique le prix du bois sur le marché mondial, fût de 50 à 100% plus élevé. Les forêts de l'Etat (1 $\frac{1}{2}$ million d'hectares) ont fourni à l'exportation, en 1921, 1 million 150.000 mètres cubes de bois de construction et 2 millions 470.000 mètres cubes seulement de bois de chauffage, dont 850.000 mètres cubes pour les besoins de l'Etat, en premier lieu pour les chemins de fer. Cette coupe de 3 millions 400.000 mètres cubes ne correspond pas à l'accroissement annuel qui est, au minimum, de 5 millions de mètres cubes (3 mètres cubes, 5 par hectare). On se plaint, de différents côtés, de l'exploitation exagérée des forêts depuis la guerre, mais ces plaintes sont injustifiées. Il est exact seulement qu'une grande étendue de plus de 200.000 hectares a été rasée et n'a pas été reboisée. Certains proposent de ne plus reboiser les étendues rasées et de les ajouter au fonds des terres réservées aux paysans qui ne possèdent pas de terre. Si l'on compte dans le fonds des terres tous les mauvais pâturages et les étendues rasées, il y aura à partager en Livonie et en Courlande 1.100.000 hectares au lieu de 785.000 et en Latgale 416.000 hectares. Tous ceux qui désirent de la terre ne pourraient pas être servis: pourtant ces nouvelles quantités permettraient de donner satisfaction aux $\frac{3}{4}$ des postulants tandis que le système actuel ne permet de pourvoir que la moitié de ceux-ci. Du bois abattu en 1921 400.000 mètres cubes ou 50.000 standards¹⁾ de bois scié étaient destinés à l'exportation. A 12 livres par standard dans les ports d'exportation, le tout représentait 600.000 livres. Ce chiffre d'exportation ne fera que monter. Il existe en Latvie, d'après des estimations tenues pour exactes, 312.606 hectares de forêts de conifères, âgées de 80 à 120 ans et pouvant être abattues durant les 10 années qui vont suivre sans dommages pour la sylviculture. Si l'on évalue la quantité moyenne de bois dans ces forêts à 160 m. c. de bois de construction par hectare, c'est-à-dire à 20 standards de bois scié, il serait possible, pendant ces 10 ans, d'obtenir chaque année 625.000 standards de bois. En admettant que 300.000 standards seulement de bois fussent exportés par an, cette exportation produirait annuellement, au profit de l'Etat latvien, à raison de 10 livres par standard, un revenu brut de 3 millions de

¹⁾ 1 standard = 4 m. c. 7 de planches sciées ou 8 m. c. de rondins.

livres = 67,5 millions de francs-or, et un revenu net d'au moins 33 millions de francs-or. Les 325.000 autres standards seraient vendus à des acheteurs du pays pour la moitié environ de la somme précédente, 17 ou 18 millions nets. On pourrait aussi prendre le tiers de cette quantité de bois, 800.000 m. c. ou, en chiffres ronds, 400.000 tonnes pour fabriquer du papier et on aurait ainsi 200.000 tonnes de papier de bois d'une valeur de 50 millions de francs-or. Il serait donc possible, pendant 10 ans, de tirer chaque année des forêts un revenu de 50 millions de francs-or, revenu qui servirait à rebâtir les fermes démolies, à organiser les petites propriétés nouvellement créées et à exécuter d'autres travaux productifs. La Russie soviétique a promis, par le traité de paix du 13 août 1920, 100.000 hectares pour la reconstruction des bâtiments détruits mais la réalisation de cette promesse traîne en longueur. La Latvie a actuellement environ 353.595 hectares de forêts de conifères dont l'âge varie de 40 à 80 ans, et 348.442 hectares entre 0 et 40 ans, auxquels il faut ajouter environ 310.000 hectares de forêts d'arbres à feuilles surtout de bouleaux et d'aunes, qui sont employés le plus souvent comme bois de chauffage et qui ont de 50 à 60 ans.

Comment s'effectuera donc l'oeuvre de reconstruction en Latvie et sur quelles dépenses faut-il compter ?

Le Ministère des Finances latvien, à la fin d'Avril 1922, a élaboré, à l'occasion de la Conférence de Gênes, un projet d'après lequel une somme de 1470 millions de roubles (29,4 millions de francs-or) doit suffire pour l'agriculture. C'est là un chiffre assez mince. La reconstruction des 10.000 fermes détruites et la construction de 40.000 fermes nouvelles n'y figurent que pour 500 millions de roubles, soit 10.000 roubles (200 francs-or) par ferme. Il faudrait décupler cette somme et ce serait encore trop peu. Par contre les 600 millions affectés aux chevaux de labour devraient suffire car, pour cette somme, on peut avoir 30.000 chevaux et la plupart des nouveaux fermiers possèdent déjà au moins un cheval. Les sommes destinées au fumier artificiel sont aussi très modestes (120 millions de roubles); c'est à peine de quoi se procurer le $\frac{1}{5}$ du fumier employé annuellement en Latvie avant la guerre. On devrait se préve-cuper au contraire d'avoir plus de fumier artificiel pour couvrir le déficit en fumier d'écurie, déficit qui résulte de la diminution du bétail. Les 150 millions alloués pour l'achat de machines agricoles ne représentent guère que le cinquième ou même le dixième de la somme nécessaire.

Il en va un peu autrement des 4 milliards de roubles (80 millions de francs-or) réclamés par le Ministère des Finances pour le rétablissement de l'industrie. Cette somme est suffisante si l'on envisage seulement le rétablissement de l'industrie nécessaire aux besoins de la Latvie. Les bâtiments des fabriques n'ont pas été détruits et ne demandent, dans la plupart des cas, que d'importantes réparations. La restauration des 8 filatures exige 15 millions de francs-or, l'industrie du papier et du carton 15 également, l'industrie chimique la même somme. L'industrie du bois a besoin de 10 millions de francs-or, l'industrie des conserves de 5, les distilleries et les brasseries de 5, de 5 aussi l'industrie du ciment qui doit être réorganisée de façon à produire au minimum 100.000 tonnes de ciment de Portland. Il faut remarquer que des 20.000 wagons de machines et de matériel évacués en Russie en 1915, 200 à peine ont été restitués jusqu'à présent (Mai 1922). D'ailleurs la plupart des machines évacuées ne seront, conformément au traité, point du tout rendues, à savoir les machines des fabriques montées par actions, dont les actions se trouvent en majorité entre les mains des étrangers.

En se basant sur des principes rationnels, il faudrait compter pour le rétablissement de l'agriculture au moins la double des sommes demandées par le Ministère des Finances pour l'industrie, c'est-à-dire 8 milliards de roubles latviens ou 160 millions de francs-or.

Les projets établis avant la guerre pour l'organisation de la force hydraulique de la Duna prévoyaient une dépense de 67.500.000 roubles-or = 180.000.000 de francs-or; mais cette somme pourrait être réduite de beaucoup si l'on se contentait, pour le chenal navigable, au lieu de la profondeur projetée de 5 mètres, d'une profondeur de 2 m. 50, qui suffit pour des navires de 1000 tonnes, pareils à ceux qui circulent sur le canal Marie de Rybinsk à Pétrograd. Comme, d'autre part, 5 millions de francs-or ont été assignés à une fabrique de ciment capable de produire 100.000 tonnes par an et par conséquent, en 2 ou 3 ans, tout le ciment nécessaire pour la mise en état des rapides de la Duna, les frais seraient encore diminués, s'il était stipulé que la fabrique devrait livrer le ciment à l'État au prix de revient. L'organisation des rapides de la Duna (360.000 chevaux) non seulement permettrait l'électrification des chemins de fer latviens, qui ont besoin au plus de 60.000 chevaux, mais rendrait les plus grands services à l'agriculture et à l'industrie. Une importante in-

dustrie chimique pourrait se constituer en Latvie, attendu que le prix d'un kilowatt de courant ne dépasserait pas 1 centime-or.

Une organisation de grand style exigerait donc environ $8+4+8=20$ milliards de roubles-papier valant 400 millions de francs-or, qu'il est impossible de se procurer par un emprunt à l'étranger — Un tel emprunt au taux actuel de 8 à 9% ne serait d'ailleurs pas un bien pour l'Etat latvien — au contraire une exploitation rationnelle des forêts procurerait dans le pays même, en cinq ou six ans, la plus grande partie de l'argent nécessaire. Si l'on pense que la Finlande s'est débarrassée par ses propres moyens de toutes ses difficultés financières en renforçant son exportation de bois (de 600.000 à 800.000 standards), il serait d'autant plus facile à la Latvie d'en faire autant que, contrairement à ce qui se passe en Finlande, sa production de céréales peut arriver à couvrir complètement les besoins de la population (la Finlande ne produit que la moitié du blé consommé par ses habitants) et que le pays possède encore un autre précieux produit d'exportation, le lin.

Pour terminer, nous devons dire un mot de la possibilité d'accroître la production agricole de la Latvie. La surface cultivée en seigle, de 226.500 hectares en 1921 contre 192.000 en 1920, s'élevait avant la guerre à 366.000. L'orge occupait en 1921 146.000 hectares, 125.000 en 1920 et 191.000 avant la guerre, l'avoine 251.000 hectares en 1921, 215.000 en 1920 et 312.000 avant la guerre, les pommes de terre environ 49.000 hectares en 1920, 59.000 en 1921 et 83.000 avant la guerre. Pour les 4 cultures qui précèdent les proportions des surfaces occupées en 1921 par rapport aux surfaces d'avant-guerre étaient donc respectivement de 62%, 76%, 80%, 70%. Il y avait en 1921 345.000 hectares ensemencés en lin contre 750.000 avant la guerre et 300.000 en 1920. On peut affirmer que la surface cultivée augmentera en 1922 et il est vraisemblable que, malgré le caractère peu rationnel de la réforme agraire, toute la superficie cultivée avant la guerre sera, dans quelques années, exploitée de nouveau. L'histoire de la grande Révolution française est là pour nous montrer que, en dépit de la destruction des biens et des valeurs culturelles, les paysans qui sont mis en possession d'une terre, créent en quelques années une nouvelle culture et parviennent au bien-être.



STRUCTURE INTÉRIEURE ET MODE DE DEVELOPPEMENT DES BACTÉRIES.

PAR A. KIRCHENSTEINS.

LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE LA LATVIE (à RIGA)

PREFACE.

Latvian University Faculty.
Biblioteka.

Le problème de la structure et du développement des bactéries (en prenant ce terme au sens le plus restreint de la microbiologie moderne) peut être considéré comme encore incomplètement traité. En général on a une idée des phénomènes extérieurs de la multiplication des microbes, de leur division, que l'on s'imagine très simple. Jusqu'à présent il n'a pas été fait de recherches sur tous les microbes du groupe des bactéries afin de constater avec précision les divers changements qui se produisent concomitamment dans les bactéries. Beaucoup de chercheurs étaient d'avis qu'on pouvait se passer de telles études, car d'après eux la structure des bactéries est si simple qu'elle ne peut donner lieu à des changements semblables à ceux des cellules des organismes composés. D'après les opinions admises les bactéries se multiplient simplement, leur corps se divisant en deux parties semblables. La dénomination de "schizomycètes" donnée aux bactéries laisse deviner la prédominance de ces opinions. On remarque de même un manque de précision et de recherche systématique dans les définitions et dans les caractères des particules morphologiques de certaines bactéries. Quelques chercheurs se sont déjà prononcés à plusieurs reprises contre l'introduction des dénominations superflues et peu exactes dans cette partie de la science qui traite de l'aspect extérieur et du développement des bactéries. On a rebaptisé deux, trois et même plusieurs fois, sans aucune raison, la même partie du corps ou le même stade de développement des bactéries. On se demande quelle différence il y a entre les granules métachromatiques de Babes, les grains-granules de Much et Spengler, les granules de volutine de A. Meyer et ainsi de suite. Les savants dont nous parlons et quelques autres ont encore découvert des

granules différentes de celles qu'on vient de nommer dans les bactéries de la tuberculose et dans d'autres bacilles, et ils affirment que ces granules ne sont pas homogènes. C. Spengler et Much se sont livrés à toute une polémique qui pourtant n'a pas réussi à éclaircir définitivement la nature des granules découvertes par ces deux observateurs. Les opinions de C. Spengler sur l'homogénéité des granules trouvées par eux sont jusqu'à présent contestées par Much et ses partisans. Cependant ni les savants mentionnés ni d'autres n'ont pu apporter de preuves convaincantes concernant l'exactitude de leurs affirmations à cause du manque de recherches précises et définitives sur ces formes et sur les autres formes des bactéries. On entend souvent parler des formes dégénérées d'une certaine espèce des bactéries; mais on manque de preuves positives que lesdites formes méritent vraiment cette désignation. Seules des études systématiques de la morphologie et du développement des bactéries pourront éclaircir cette question. Je ne veux parler ici que des particules appelées formations granulaires et des grains-granules libres détachés du corps de la bactérie. Seules ces études pourront déterminer si ces formations appartiennent ou non aux formes régulières du développement des bactéries. On désigne souvent une certaine espèce de bactéries comme polymorphe c'est à dire à formes multiples; c'est ce que l'on fait souvent pour le bacille de la tuberculose. On introduit ainsi une certaine confusion dans les dénominations des formes d'un seul microbe formes faciles à distinguer par leur aspect extérieur dans l'échelle du développement de ce microbe. La même observation s'applique aux dénominations typique et atypique employées souvent en microbiologie, dans les descriptions des manuels et ailleurs, pour les formes qu'on rencontre dans l'organisme et hors de l'organisme ou bien des formations qui sont évidemment d'une autre espèce. Les appellations citées ne nous donnent pas une réponse précise si les formes dénommées atypiques appartiennent à la suite régulière du développement de ces bactéries ou si elles n'ont aucun rapport avec la multiplication régulière des bactéries. En donnant à quelques formations bactériennes les appellations de: virgule, vibrion, batonnet, etc., on n'éclaircit pas non plus par cette description de l'aspect extérieur leur rapport morphologique et biologique avec les formes d'un autre aspect d'une certaine culture. Jusqu'à présent les incertitudes et les connaissances incomplètes sur le mode de développement des bactéries ont pour cause un examen insuffisant de la

structure intérieure du corps bactérien. On n'a pas fait des recherches systématiques plus approfondies sur des formations différentes qu'on distingue dans le corps bactérien incolore ainsi que dans les préparations colorées par des procédés spéciaux. La plupart des observateurs assimilent les formations que l'on distingue dans l'intérieur des bactéries à des matières de réserve, à des substances alimentaires, c'est à dire des particules de plasma, changeantes, passagères, qui par conséquent peuvent manquer dans les bactéries, y paraître et de nouveau disparaître selon les circonstances extérieures. D'autres observateurs considèrent ces formations, d'habitude granulaires, comme créées artificiellement lorsqu'on colore ou prépare autrement certaines bactéries pour l'examen microscopique. Comme ces formations se trouvent souvent hors du corps bactérien, on les désigne comme je l'ai dit sous le nom de formes dégénérées. C'est seulement dans ces dernières années que quelques savants, dont je vais parler après plus en détail, se sont prononcés de plus en plus résolument et ont montré que la plupart des formations mentionnées, considérées comme passagères et par suite étrangères à la structure intime du corps bactérien appartiennent au contraire sans aucun doute à cette structure dont elles sont parties intégrantes et par conséquent participent constamment et directement au développement des bactéries et à la formation de leurs corps. Néanmoins il n'a pas été fait, comme je l'ai dit, de recherches approfondies et suivies touchant toutes les espèces des bactéries. Il n'est pas possible de tirer des conclusions générales tout à fait sûres en se basant sur des observations partielles. Ce traité a pour but d'examiner et de passer au crible de la critique tout ce qu'on a découvert jusqu'à présent sur la structure interne des bactéries et sur leur développement. Mes études antérieures sur ce sujet et celles auxquelles je me donne présentement me permettront d'essayer de compléter celles des autres observateurs, de systématiser toutes les découvertes dans le but de mettre quelque clarté dans cette question. Il faut encore indiquer que ces recherches n'ont pas seulement une importance théorique, quoique biologiquement très étendue, mais qu'elles peuvent avoir aussi une grande importance pratique, car en développant à fond la question de la morphologie des bactéries et du mode de leur développement, on fait aussi avancer le problème de la différenciation microscopique d'une certaine espèce de bactéries vers sa solution définitive. J'ai déjà démontré plus en détail dans un exposé que je citerai plus loin,

que les études sur la structure et le développement du microbe de la tuberculose peuvent indiquer avec plus ou moins de précision le rapport qui existe entre les différentes formes du développement de ce bacille avec la vitalité intérieure, la force de résistance de l'organisme atteint. (100).

IPARTIE.

STRUCTURE INTERIEURE DES BACTERIES.

CHAPITRE I.

Formations granulaires visibles dans le plasma bactérien comme particules de la structure intérieure du corps bactérien.

V. Babes (1) est le premier qui ait fait des recherches plus approfondies sur la structure intérieure des bactéries. Tout d'abord (2,3) il a découvert des formations granulaires dans les vibrions cholériques. Ensuite il a remarqué aussi des granules analogues dans le plasma des bacilles de la tuberculose et d'autres microbes (voir dess. 1). Peu de temps après P. Ernst (4) observa également des granules dans le corps de la bactérie xerosis lesquelles d'après lui participent au développement des spores.



Fig. 1. „Corpuscules métachromatiques“ de Babes dans les bacilles de la tuberculose.

Plus tard le même savant observa aussi dans d'autres microbes des particules granulaires semblables, qu'on distingue en colorant les bactéries d'après les méthodes de Ernst sous forme de granules bleu-foncé ou noires dans un plasma brûnatre (v. dess. 2). D'après Ernst, ces granules jouent également un certain rôle dans le dévelop-

pement des spores. Vu leur nature chromatophile il leur attribue les qualités de la matière nucléaire (chromatine).

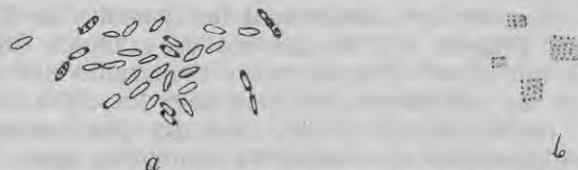


Fig. 2. Granules d'Ernst dans les bactéries (d'après Krompecher)
a) granules d'Ernst dans les bacilles du charbon; b) granules d'Ernst dans les sarcines.

Butschli (5) découvrit également des granules dans le plasma des individus de quelques espèces de bactéries de grande taille. Tenant compte des observations de *P. Ernst*, de Butschli et autres observateurs et se basant sur ses propres recherches Babes (6) est d'avis que les granules métachromatiques font partie de la structure de nombreuses bactéries. D'après lui elles sont en connexion organique avec le développement de ces bactéries. Il suppose que ces granules occupent chez les bactéries sans spores les mêmes endroits où chez les microbes sporogènes apparaissent les spores. Après la destruction des bactéries à granules, ces dernières sont encore longtemps visibles. Babes démontre dans les planches jointes à son dernier traité (voir dess. 1) qu'il est parvenu à obtenir l'image le plus caractéristique de ces granules chez les bacilles de la tuberculose ainsi que chez les microbes de la lèpre et chez les actinomyces. Dans quelques bacilles de la tuberculose on voit que les granules sont aux pôles. Babes ne distingue, chez aucun individu de cette espèce de microbes ni des espèces analogues, de granules métachromatiques et il suppose que la raison de ce phénomène est que la matière métachromatique ne s'est développée dans aucun d'eux (p; 414).

De même d'autres observateurs ne distinguent pas toujours ces granules dans tous les individus d'une espèce donnée de bactéries. A titre d'exemple *Marx et Woithe* (7) ne les ont pas observées même dans les bactéries sporogènes, là où le premier observateur Babes les a toujours trouvées. D'après eux les substances chromatiques feraient complètement défaut chez les bactéries susnommées. Dans les autres microbes Marx et Woithe ont examiné des substances chromatophiles qui se rassemblent aux deux bouts des bactéries.

Si l'on élève des bactéries d'une espèce quelconque dans une culture pure et qu'on ensemence ensuite successivement des bouillons de culture artificiels avec des bactéries à virulence atténuée le nombre des microbes qui contiennent les granules de Babes-Ernst va diminuant. D'après eux la quantité de granules dépend de la virulence des microbes. D'après leurs recherches sur la quantité de granules et les variations observées dans les différentes espèces de bactéries, lesdits savants tirent ainsi des conclusions quant au stade de développement des bactéries examinées dans l'échelle du développement général des autres espèces de bactéries; ils supposent que les microbes qui contiennent des granules occupent un degré plus élevé dans l'échelle du développement que ceux qui sont sans granules. Fickers (8) a institué des expériences pour vérifier ces affirmations de Marx et de Woithe. Il en conclut qu'on a pu trouver aussi souvent des granules métachromatiques chez des bactéries non pathogènes, il y a même eu des cas où ces formations ont manqué chez des microbes tout à fait virulents. Quelques observateurs qui ont affirmé la présence de granules dans le plasma bactérien ont obtenu des résultats tout à fait controversés. Par exemple, Migoula (9) n'a pas remarqué de granules métachromatiques chez le bactérium coli, ni chez d'autres microbes pareils aux bacilles typhiques. Chez ces derniers, d'après lui elles se développent dans des cultures pures plus vieilles. Kutscher (10) ne trouve pas non plus de granules chez le bactérium, tandis que Almqvist (11) a observé toujours des granules métachromatiques aux extrémités ainsi que sur les bords du bacterium coli âgé de quelques jours. Dans les bacilles typhiques ces formations granuleuses n'apparaissent que beaucoup plus tard et dans de certaines conditions. Conradi-Bierast (12) les a trouvés aussi chez ces derniers microbes, quoique pas toujours. Il y a une littérature particulièrement riche qui traite de l'existence des granules dans le corps des microbes de la tuberculose, de la diphtérie et d'autres microbes pareils connus sous le nom de "bactéries granuleuses" dont il sera parlé plus loin. Déjà Babes, comme je l'ai indiqué, a découvert des formations granuleuses dans les bacilles de la tuberculose et dans d'autres pareils. Plus tard l'étude de la structure des bacilles de la tuberculose et la connaissance de l'importance des granules ont suscité toute une floraison de travaux. Les résultats de ces recherches sont souvent complètement controversés. Je ne cite ici que quelques exemples pour exposer cette question plus en détail dans une autre

occasion. Laurent (13) par exemple distingue toujours des granules dans les microbes de la tuberculose, de la diphtérie et dans d'autres microbes, et suppose que ces formations se rencontrent peut être dans tous les germes des maladies infectueuses. Poppe (14) par contre ne les trouve pas toujours dans le plasma des bacilles de la tuberculose, néanmoins il constate qu'elles y sont souvent présentes, mais rassemblées aux pôles du bacille. C. Spengler (15) et ses disciples H. Kronberger (16), A. Kirchensteins (17) et autres trouvent toujours des granules dans les bacilles de la tuberculose en employant des méthodes spéciales d'examen.

Quelques chercheurs font surtout attention à la situation des granules dans le plasma bactérien. C'est surtout le rassemblement caractéristique des granules aux pôles des bactéries qui attire leur intérêt. Par suite, les bactéries dont les pôles sont colorés plus fort que le milieu sont appelées bactéries bipolaires ou bien bactéries polaires, tandis que les granules mêmes sont désignées dans ces cas sous le nom de granules ou de corps polaires. Il y a aussi des observateurs qui disposent par groupes les bactéries qui se colorent ainsi. *Lignières* (18), en l'honneur de *Pasteur*, les a nommées „*Pasteurella*“. Cependant, sur cette question, les différents chercheurs ne sont pas non plus arrivés à un accord. Tandis que les uns observent toujours la coloration des deux pôles de certaines bactéries, les autres n'y réussissent pas à toutes les expériences. *Axenfeld* (19) a souvent observé ce phénomène chez les bacilles de l'influenza. De même *Dieudonné* et *Otto* (20) distinguent des granules aux extrémités du bacille de la peste, granules nettement délimitées du reste du corps de ce bacille. On distingue des corps polaires pareils dans les bactéries analogues aux bacilles de la peste. *Walter* (21) distingue presque couramment ces granules aux extrémités du bacille de la diphtérie. D'après lui, les granules polaires et autres formations du même genre manquent d'habitude chez des bactéries de même famille, comme les bacilles de la pseudo-diphtérie et la bactérie xérosis. Cependant dans des conditions spéciales ces corpuscules se développent aussi chez des individus séparés et dans des cultures plus vieilles.

Les observateurs précédents ainsi que ceux que je viens de citer n'ont pas attribué d'habitude une importance d'ordre général à leurs découvertes, ne considérant pas les granules comme une partie intégrante de toutes les bactéries. *Benecke* (22) dit, par exemple, qu'il se peut que les granules manquent aux bactéries

très jeunes et se produisent de plus en plus richement dans les stades subséquants de leurs développement. *Gabritschewsky* (23) est du même avis; il suppose que le plasma des jeunes bactéries se colore d'une teinte pâle et partout également; les granules n'y apparaissent que quand les bactéries vieillissent et vont se placer aux extrémités et ailleurs dans le plasma. *Marx* et *Woithe*, *Vestenrijk* (24), *Salmon* et *Smith* (25) admettent de même que la coloration des granules et des pôles dépend de la virulence des bactéries; les bactéries à granules développées seraient plus nocives que celles qui n'en possèdent point. Par suite des études plus poussées sur l'existence des granules dans beaucoup de bactéries ainsi que de l'importance des différentes découvertes controversées, il y a des chercheurs qui commencent aussi à considérer les granules et les formations bipolaires comme particules intégrantes du corps bactérien. *Fedorovitch* (26) dit par exemple avoir rencontré des granules dans le plasma de toutes les espèces de bactéries qu'il a examinées. D'après lui, leur nombre et leur taille varient en raison directe de l'âge d'une culture donnée. *Amato* (27) est de même persuadé que dans le plasma de toutes les bactéries il y a de petites granules. Il suppose qu'elles font partie de la structure des bactéries. Comme nous le verrons après plus en détail, que de nombreux et tout récents observateurs sont du même avis. Pour l'instant je me bornerai à citer *Swellengrebel* (28) *Guillermont* (29) et *Dobell* (30).

CHAPITRE II.

Opinions courantes sur la substance nucléaire et le noyau dans le plasma bactérien.

La doctrine cellulaire a montré que toutes les cellules des animaux et des végétaux supérieurs, ainsi que le corps des animaux unicellulaires, se composent toujours de deux parties qui ne font jamais défaut: le noyau et le protoplasma, c'est ce qui fit supposer et chercher ces particules aussi dans les bactéries. Déjà en 1887 *de Barry* (31) déclara que les bactéries devaient être considérées comme des cellules puisqu'elles se développent et se divisent comme des cellules végétales. Si jusqu'à présent on n'a pas réussi à trouver le noyau dans les bactéries, on n'a pas encore le droit de faire des bactéries une classe à part parmi les autres êtres cellulaires; il n'y a pas un être dans la nature dont le corps ne soit composé du plasma

et d'un noyau. Il y a cependant jusqu'à présent un grand nombre de chercheurs qui sont d'avis qu'il n'y a pas de noyau dans les bactéries et que par suite on n'a pas le droit de considérer les bactéries comme des cellules au sens habituel et usuel du mot. Les opinions du *Haeckel* (34) sur les bactéries sont toujours répandues: n'ayant pas de noyau dans leur plasma, les bactéries occupent dans l'échelle du développement des êtres vivants le degré le plus bas. — En parlant des „cytodes“ de Haeckel composés uniquement d'une goutte de protoplasma amorphe, on range parmi eux d'habitude aussi les bactéries. *Heidenhain* (35) semble considérer cette question d'un point de vue analogue, car il doute que des êtres vivants qui sont aux limites des nos perceptions visuelles, comme des bactéries, soient construites comme de vraies cellules.

On voit par là que la question du noyau dans le plasma bactérien est d'une grande importance biologique. Cela touche tout le plan du développement dans la nature. Aussi un très grand nombre d'observateurs ont travaillé la question, tantôt en se rapprochant, comme nous le verrons, des opinions de Haeckel et d'autres, tantôt en s'éloignant et en s'efforçant d'apporter des preuves sûres qu'il n'y a pas dans la nature un seul être vivant qui ne soit composé de plasma, de substance nucléaire et aussi d'un noyau. Parmi les observateurs niant l'existence du noyau dans le plasma bactérien, il faut mettre au premier rang Fischer (36) (37). Dans ses premiers exposés il déclare qu'il est impossible de distinguer la substance nucléaire dans les bactéries en se servant des procédés ordinaires de coloration. Plus tard Fischer (38) examinant les conclusions des autres chercheurs d'après lesquels le corps bactérien dans ses traits généraux a une structure analogue à celle de la cellule des animaux et des végétaux supérieurs, complète ses conclusions précédentes et dit qu'aucun observateur n'a encore réussi à découvrir dans le plasma bactérien des particules autres que les granules de Babes-Ernst déjà conues; aussi l'importance de ces formations dans le plasma bactérien ne peut pas être considérée comme chose jugée. D'après lui il n'y a qu'un seul fait acquis c'est que les granules acquièrent une coloration plus intense que le reste du plasma. Cependant Fischer ne nie pas que la réaction chimique de ces granules les rapproche des substances nucléaires dont se composent principalement les vrais noyaux cellulaires. D'après lui, dans la cellule bactérienne ces granules disséminées dans le plasma ne se sont pas encore réunies pour former un organe distinct, complètement isolé

du plasma et appelé „noyau cellulaire“; en outre, un grand nombre de ces formations granulaires doivent être considérées comme de simples matières de réserve, des substances alimentaires des bactéries, qui peuvent aussi bien disparaître selon les circonstances. „Il serait inutile de constater maintenant que chez une certaine espèce de bactéries les granules de chromatine représentent des germes des spores, chez une autre le noyau en formation, que chez certaines bactéries ces granules font penser à des matières de réserve dans le plasma, matières que l'on rencontre beaucoup plus fréquemment que les autres formations décrites.“ (Fischer). Pour Migoula (39) il n'y a qu'une seule chose prouvée, c'est que le corps bactérien se compose de la membrane extérieure et du protoplasma. D'après lui, même si l'on parvient à l'aide de méthodes spéciales de coloration à différencier dans le plasma bactérien des formations distinctes de celui-ci, ces particules ne font quand même pas partie de la structure bactérienne, car elles disparaissent utilisées qu'elles sont pour les besoins nutritifs des bactéries. Quelques auteurs connus de manuels de microbiologie se sont prononcés récemment encore dans ce sens. A titre d'exemple Günther (40) remarque que la question de savoir si les bactéries sont des êtres qui ont un noyau ou non, n'est pas encore résolue. Même si l'on observe dans le plasma bactérien des formations distinctes de la substance bactérienne, celles-ci sont pourtant transitoires et ne font pas partie intégrale de la structure bactérienne. Si l'on considère, ainsi que le font quelques observateurs, cette partie distincte du plasma comme étant la matière nucléaire, cette matière doit y jouer un rôle important. Selon Kruse (41), le noyau ne s'est pas encore distingué du plasma dans les bactéries, par conséquent il est peut-être plus convenable — avec Haeckel — d'appeler les bactéries „cytodes“. D'autres observateurs se prononcent plus nettement et attribuent aux granules observées dans le plasma les qualités de noyau. Ainsi fait Babes (l. c.) et P. Ernst (l. c.). Sjöbring (42) décrit les granules du plasma du bacille du charbon et du bacille Subtilis, granules qu'il considère comme des noyaux bactériens. Protopopov (43) admet également que les granules chromatiques sont identiques à la matière nucléaire et qu'on peut les considérer comme des noyaux non encore développés. Quelques autres observateurs, comme nous le verrons ci-après, contestent néanmoins la nature nucléaire à ces formations, bien qu'elles se distinguent du plasma au point de vue chimique et morphologique. Schenk (44) veut bien y voir des noyaux bactériens

à conditions que quelqu'un lui fasse la preuve qu'elles se divisent. Comme personne jusqu'ici n'y est parvenu, la question du noyau bactérien ne peut être considérée à présent comme réglée. *Benecke* (l. c.) exige les mêmes preuves pour pouvoir affirmer que les granules distinguées dans le plasma sont des noyaux. D'après lui il n'est pas possible d'observer la division des granules découvertes à cause de leur petitesse. Pour la même raison on ne peut pas non plus différencier toutes les particules de la structure du corps bactérien sans parler, par exemple, des chromosomes. *Vejdovsky* (45) est d'accord avec les opinions des observateurs quant à la structure identique des bactéries et des autres cellules; pour lui cependant il est certain qu'on n'a pas encore réussi à trouver un noyau. Cet observateur indique qu'à cause de la multiplication extrêmement rapide des bactéries, leur noyau se transforme à chaque instant et par conséquent ne saurait jamais être dans un état de repos qui permette de le séparer morphologiquement du plasma. *Zettnow* (46) est d'un avis opposé par rapport au problème du noyau; il dit que tout le corps bactérien est composé d'une substance qui rappelle la matière nucléaire. Il cite comme preuve le fait que tout le corps bactérien se colore d'une teinte uniforme par les couleurs dites couleurs nucléaires et qu'il ne se digère pas dans le suc d'estomac. Jusqu'à présent *Ružička* (47, 48) soutient des opinions déjà exprimées par *Zettnow*. Il dit que le corps bactérien est plus simple que celui des autres cellules: le noyau bactérien occupe toute la cellule et le protoplasma manque complètement. Les bactéries sont des organismes non pas sans noyau mais sans protoplasma, ce sont, pour ainsi dire, des „noyaux nus“ c'est pourquoi on peut — toujours avec *Haeckel* — les appeler „cytodes“ (*Zettnow*). Selon *Zettnow* l'existence commune du noyau et du plasma n'est guère indispensable pour leur vie. Plus tard *Ružička* (49) distingue également des particules granulaires dans les bactéries, mais il leur refuse la nature chromatine et les propriétés nucléaires. Dans ses derniers exposés *Ružička* (50) change d'avis et admet que la substance nucléaire peut se rencontrer aussi dans le plasma bactérien. Actuellement il n'est pas encore possible de décider si les granules de chromatine disséminés dans le corps bactérien doivent être considérés comme des noyaux dispersés ou comme un certain „système de chromiôles.“ (*Ružička*). D'autres observateurs professent une opinion moyenne sur le noyau dans le corps bactérien. *Weigert* (51) et *Mitrofanov* (52) supposent que la substance nucléaire est ou dispersée ou ré-

partie suivant certaines lignes dans le plasma bactérien. D'après eux il n'est possible de le prouver que par la microchimie, car cette substance ne s'est pas encore dégagée morphologiquement dans le corps bactérien comme une formation équivalente au noyau. Zettnow (53, 54) renonçant en partie aux opinions ci-dessus dit, lui aussi, que la substance nucléaire peut être répandue dans tout le corps bactérien ou se disperser en forme de petites granules qui prennent les couleurs nucléaires. Quelques dessins extraits des ouvrages (v. fig. 3) de ce savant montrent une substance qui se distingue nettement du plasma et qu'il croit être la chromatine.

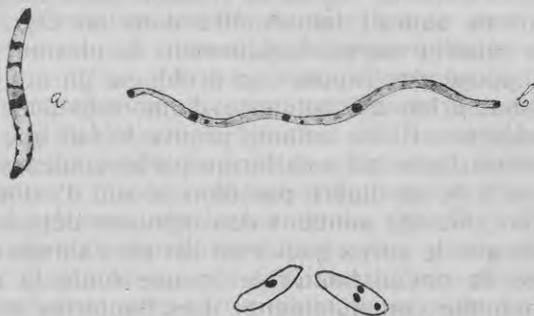


Fig. 3. a) Répartition de la substance nucléaire dans le plasma du spirillum undula; b) chez le vibrio rugula (d'après Zettnow); c) chez le bac. megaterium.

De même Schaudinn a observé la répartition différente de la chromatine dans le plasma d'une certaine bactérie. Il constate que chez les microorganismes d'un degré supérieur la substance nucléaire s'est disposée morphologiquement en un organe différent du plasma, qui est le noyau cellulaire. D'après lui, chez les bactéries examinées, ainsi que chez d'autres, cette substance se trouve pendant la plus grande partie de leur vie diffuse dans le plasma. C'est seulement, lorsque les spores commencent à se développer que des formations, qu'on pourrait comparer aux noyaux cellulaires des êtres vivants supérieurs, se produisent dans la substance nucléaire.

Déjà bien avant les observateurs sus-mentionnés, Meyer (56, 57) avait dit que la cellule bactérienne à une structure identique à la cellule végétale. A l'aide des procédés de coloration il avait réussi à découvrir dans quelques bactéries un certain nombre de formations avides de couleurs. Pour lui ces formations seraient des noyaux. D'après Meyer les jeunes cellules n'en contiennent d'habitude qu'un seul, tandis que chez les bactéries plus âgées ils sont plus abondants, au nombre de 4—6 (v. fig. 4). En outre, chercheur a réussi à constater aussi la division du noyau en deux parties analogues. De même d'autres observateurs découvrent des formations granulaires complètement distinctes du plasma et les considèrent comme les noyaux des bactéries. D'après les observations de Nakanishi (58) des noyaux



Fig. 4. *b. tumescens* avec des noyax (d'après A. Meyer).

semblables se trouvent aussi dans le plasma des bacilles de la tuberculose, sans y occuper cependant la place qui conviendrait à un noyau dans les cellules des animaux et des végétaux supérieurs. Dans les bactéries examinées le noyau participerait aussi à leur division, ainsi qu'au développement des spores. *Feinberg* (59) distingue de même dans le corps du bacille de la tuberculose un noyau qui se trouve d'habitude au milieu. *Gins* (60) suppose que le noyau découvert par lui dans le plasma du bacille fusiformis permet de classer cette bactérie, qui se distingue par là des autres, tout à fait à part. *Rayman et Krays* (61) n'ont trouvé un noyau distinct du plasma que dans des bactéries très jeunes en les cultivant dans des conditions très favorables. Parfois ils ont remarqué à côté du noyau principal encore deux granulations plus petites auxquelles ils attribuent un rôle dans la division de ces bactéries. Il y a un autre groupe de partisans plus convaincus de l'existence du noyau dans le plasma bactérien. Etudiant les changements de la substance nucléaire pendant la scission des bactéries ils ont observé des dispositions caractéristiques de cette substance dans les bactéries. *Swellengrebel* (l. c.) dans ses exposés déjà cités et dans d'autres plus récents (62, 63) signale les transformations différentes de la substance nucléaire. D'après la disposition de la substance nuc-

léaire dans le plasma, Swellengrebel distingue trois modes de formation du noyau. Pour lui le degré inférieur de développement du noyau est constitué par la diffusion éparsée de la substance nucléaire dans le plasma de la bactérie. A un degré de développement plus avancé la substance nucléaire se dispose en spirale de Swellengrebel (v. fig. 5, 6). Tandis qu'au degré supérieur de développement la chromatine, dans le plasma bactérien, prend la forme d'un vrai noyau (v. fig. 7).



Fig. 5. Disposition en spirale de la matière nucléaire chez les bactéries (*b. maximus bucalis*) d'après Swellengrebel.



Fig. 6. Disposition en spirale de la matière nucléaire chez les bactéries (d'après Swellengrebel).

Ambroz (64) a observé aussi une disposition en spirale de la substance nucléaire dans le plasma bactérien (v. fig. 8).



Fig. 7. Noyau bactérien dans le plasma du *b. binucleatum* (d'après Swellengrebel).

Amato (l. c.) découvre également dans le corps bactérien un noyau distinct du plasma et qui se prête facilement à l'observation. Poursuivant l'étude des transformations de cette dernière formation au cours du développement des bactéries, Amato signale tout d'abord sa division en petites granules. Pendant le bourgeonnement des bactéries étudiées (*bac. Subtilis*, *Spirillum Volutans*) la substance nucléaire se dispose dans le plasma en forme de plaque équatoriale

Après la scission la substance nucléaire se reporte à leurs pôles. Amato suppose que les autres observateurs ont souvent tiré des conclusions fausses et parfois contradictoires au sujet du noyau chez les bactéries parce qu'ils ont examiné les bactéries à part à leurs différents stades de développement. En examinant le développement des bactéries depuis les premiers stades de la division jusqu'à la fin, Amato est persuadé qu'il est possible d'observer toujours la transformation de la substance nucléaire.

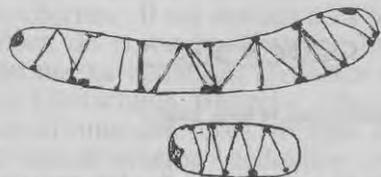


Fig. 8. Disposition en spirale de la matière nucléaire chez le bac. nitri (d'après Ambroz).

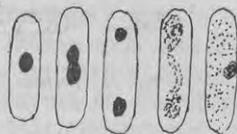


Fig. 9. Noyau et matière nucléaire chez le bac. mesentericus (d'après Amato).

Chez des bactéries jeunes Amato n'a découvert qu'un seul noyau morphologiquement distinct du plasma. Chez les bactéries adultes le noyau s'est divisé en de petites granules dispersées ou complètement absorbées dans le plasma (V. fig. 9). Dobell (l. c.) a fait des recherches sur des bactéries de grande taille qu'on trouve dans le canal de l'intestin des animaux à sang froid (Amphibies, reptiles). Il a observé également dans le plasma une disposition de la chromatine analogue à celle que décrit Swellengrebel (v. fig. 10). Chez

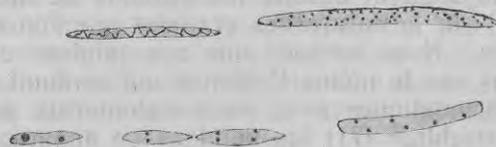


Fig. 10. Disposition de la chromatine chez les bactéries (d'après Dobell).

quelques bactéries le noyau est très nettement délimité du plasma, ce qui s'aperçoit tout à fait distinctement. Enfin *Menzel* (65, 66, 67), *Ellis* (68) et d'autres ont trouvé un noyau dans le plasma bactérien

(v. fig. 11, 12). Guillermond (69) décrit dans son dernier travail le développement des levures où l'on peut distinguer la division indirecte du noyau (kariokinèse).



Fig. 11. Développement du bac. gammae (d'après Mencl).

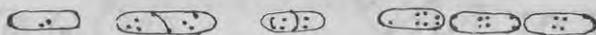


Fig. 12. Division du noyau dans les microcoques (d'après Ellis).

Tandis que les auteurs des manuels de microbiologie plus anciens déjà mentionnés et d'autres considèrent, comme nous l'avons vu, la question du noyau bactérien comme non résolue et même comme impossible à résoudre, les auteurs de certains manuels récents admettent sur ce problème des vues plus précises et se basent pour cela ou bien sur des observations originales ou bien sur les découvertes des savants déjà cités. *Fuhrman* (70) par exemple reconnaît qu'il y a un noyau dans le plasma bactérien comme dans les autres cellules. Seulement il peut y apparaître sous une forme autre que la forme habituelle chez les cellules des êtres supérieurs. Tantôt ce sera le réseau chromidial de Hertwig, tantôt ce sera une formation morphologiquement distincte du plasma et offrant même des indices de division sous la forme très simplifiée de l'amitose (division directe). *Fuhrman* soutient ensuite les opinions de Meyer et autres (citées plus loin) sur la nature des granules que l'on trouve dans le plasma bactérien. Nous verrons que ces opinions combattent les résultats obtenus par le même *Fuhrman* qui confond également les granules métachromatiques avec les conglomerats du plasma.

D'après *Gottschlich* (71) les opinions en apparence tout à fait contradictoires sur la question du noyau bactérien ne sont en réalité qu'une polémique pleine de malentendus qui ont pour cause que la plupart des observateurs cherchent un noyau morphologiquement distinct du plasma et pareil à celui qui se trouve dans la cellule végétale. Cet observateur se range à l'avis de ceux qui disent que la matière nucléaire dans le plasma bactérien quoique chimi-

quement distincte de celui-ci n'en est cependant pas tout à fait morphologiquement séparée dans la plupart des cas, mais s'y rencontre comme une formation soit dispersée, soit linéaire. Gottschlich se rapproche de Swellengrebel et autres qui disent que le noyau peut prendre une forme spirale de même l'aspect d'un noyau complètement développé et nettement délimité du plasma. Cependant lui aussi, il ignore la nature métachromatique des granules, dit que leur rôle dans le corps bactérien est encore inconnu et qu'elles n'appartiennent pas aux formations de la substance nucléaire des bactéries. Il est des cas où elles appartiennent sans doute aux formations du corps bactérien artificiellement produites. Sur la question du noyau bactérien Benecke (l. c.) est du même avis que Fuhrman et Gottschlich Benecke suppose que les bactéries appartiennent au groupe des êtres vivants dont le protoplasma se transforme peu à peu en plasma cellulaire et en noyau. Par conséquent on peut classer d'après lui les bactéries, selon leur degré de développement de la manière suivante. Au degré inférieur seraient les bactéries les plus simples, celles à qui d'après Haeckel le noyau manque complètement. Seule la coloration plus intense de ces formes prouve, on peut du moins se l'imaginer, que la chromatine en plasma est régulièrement distribuée. Au degré suivant de ce développement sont les bactéries dans le plasma desquelles la chromatine constitue le „système chromidial” déjà cité. Les bactéries dans lesquelles la chromatine occupe une place bien déterminée du plasma et rappelle déjà le vrai noyau sont, d'après lui, au plus haut degré de développement. Benecke est, sur la nature des granules métachromatiques et autres, du même avis que les observateurs dont on va parler plus loin. Pour ces derniers les granules ne sont pas parties intégrantes de la structure des bactéries. Les „granules polaires” (corps polaires) par exemple sont d'après lui des formations artificielles. Cependant, puisque l'on peut aussi distinguer des formations analogues aux pôles des bactéries non colorées, il faut avouer, dit-il, qu'on ne sait encore rien de certain sur leur nature réelle (p. 134).

CHAPITRE III. ~~Intériorité~~ ~~intérieure~~ ~~interne~~ ~~des~~ ~~bactéries~~.

Objections de quelques observateurs contre les recherches et les conclusions citées concernant la structure interne des bactéries.

On a fait, aux découvertes citées et surtout aux conclusions générales que l'on en tire par rapport à la structure interne des

1957: 10938
1957: 17561



bactéries des observations et des objections critiques. Il faut accorder à ces objections la plus sérieuse attention parce qu'elles peuvent être considérées, ainsi que nous le verrons plus loin, comme dirigées dans leurs grandes lignes contre nos découvertes décrites ci-après plus en détail. Les objections principales portent surtout contre les affirmations attribuant aux formations granulaires observées et délimitées plus ou moins nettement du plasma par certains procédés de coloration la qualité de partie intégrante de la structure interne des bactéries. D'après nos contradicteurs ces formations granulaires sont ou bien produites artificiellement en préparant et colorant les bactéries ou bien appartiennent aux matières de réserve alimentaires transitoires et passagères. Dans son premier article ainsi que dans ceux déjà cités Fischer (72) dit que les granules dites bipolaires sont produites par l'écoulement du plasma (plasmolyse) à cause des dérangements osmotiques, produits dans le plasma des bactéries, par exemple, en les transportant de solutions de sel très concentrées dans des solutions plus faibles, ou encore en les préparant et en les colorant. C'est pour cette raison que Fischer appelle un tel écoulement et une telle condensation du plasma „plasmolyse de préparation“ (v. fig. 13.). Il est cependant



Fig. 13. Plasmolyse: 1) du vibron cholérique, 2) du bacille typhique (d'après Fischer).

d'avis qu'il n'est pas possible de différencier le plasma de toutes les espèces des bactéries de la manière décrite. Chez les microbes colorés d'après la méthode de Gram (nombre de microbes en forme de batonnets, cocci) le contenu intérieur ne varie pas en raison de la teneur saline des solutions examinées. En outre Fischer note encore que les cellules des bactéries plus vieilles, toutes conditions égales d'ailleurs, se plasmolysent plus vite et plus fort que les plus jeunes. *Gottschlich* (l. c.) cite les observations de Neisser, Ficker et autres analogues aux découvertes de Fischer et qui signalent la plasmolyse dans les cellules plus âgées tandis que les jeunes sont sans granules.

D'après eux chez certaines espèces de bactéries la plasmolyse se produit spontanément sans que l'intervention de telles ou telles conditions aient pu influencer leur plasma. Premièrement la plasmolyse se manifeste chez les bactéries les plus jeunes et même dans certaines espèces suivant un ordre précis et régulier comme par exemple chez les bacilles de la peste, du choléra des poules et chez d'autres microbes d'espèce voisine. Ils constatent que dans le plasma du bacille de la tuberculose, de la lèpre et de la diphtérie apparaissent par plasmolyse des sortes de vacuoles, cela régulièrement, et ils en tirent la conclusion que les granules bipolaires examinées qui se trouvent dans le plasma de ces bactéries sont des formations artificielles. Ces opinions exprimées tout d'abord par Fischer sont soutenues par la plupart des auteurs de manuels de bactériologie. *Benecke* (l. c.), *Lehman* (73) et autres supposent que les granules polaires ne font pas partie de la structure des bactéries qu'elles prennent naissance au moment où le plasma se dégage de la membrane et s'amasse aux pôles des bactéries. Cependant *Benecke* ajoute qu'il est possible de trouver aussi dans le plasma des bactéries incolores de formations de ce genre, par suite de quoi il avoue que leur vraie nature n'est pas encore précisée (p. 134).

De même d'après *Vestenrijk* (l. c.) la coloration bipolaire des bactéries est un phénomène plasmolytique; cependant ce dernier doit être aussi considérée comme phénomène physiologique puisqu'il est en relation avec un certain degré de développement des bactéries.

Certains observateurs croient que dans le corps des bactéries colorées aux deux pôles une vacuole apparaît entre les granules polaires; ainsi les granules seraient des formations artificielles. *Gabritschewsky* (l. c.) suppose que la formation de la vacuole est quand même un phénomène physiologique et qu'il faut considérer l'apparition des granules bipolaires comme la conséquence de cette transformation du plasma. De même pour *Dieudonné* et *Otto* (l. c.) les endroits de coloration plus faible que l'on rencontre chez les bacilles de la peste entre les granules polaires sont des vacuoles. *Smith* et *Nicole* (74) supposent aussi que la partie médiane incolore ou peu colorée chez les bactéries bipolaires typiques, comme les *Pasteurella* déjà mentionnées, doit être considérée comme une vacuole artificielle. *A. Meyer* (l. c.) seul oppose des raisons sérieuses aux opinions des divers auteurs que nous venons de citer sur la structure intérieure des bactéries. *Grimme* (75) *Eisenberg* (76, 77)

et quelques autres disciples de A. Meyer sont de même avis que lui. Ils constatent que les granules découvertes par les observateurs cités et considérées comme substance nucléaire et comme noyau ne font pas partie intégrante de la structure des bactéries, mais appartiennent pour la plupart à leurs matières de réserve. A. Meyer ne reconnaît comme noyau que les formations découvertes par lui dans le plasma comme nous l'avons vu, au moyen de ses procédés originaux de coloration des bactéries. D'après lui les formations distinctes du plasma découvertes par les autres chercheurs appartiennent aux particules transitoires du plasma. Meyer appelle ces dernières „volutine“. „A côté des gouttes de graisse, de glycogène, des masses d'ioène, dit-il, on peut trouver dans le plasma cellulaire de beaucoup d'espèces de bactéries des particules d'une certaine matière de réserve que j'appelle volutine. Comme dans certaines conditions d'autres formations aussi par exemple les germes des spores, les noyaux, les particules du plasma, les gouttes de graisse, les vacuoles même se colorent avec divers colorants tout comme la volutine, les observateurs ont ainsi constamment confondu les granules mentionnées avec cette dernière substance. C'est pour cela qu'aucun des observateurs précédents n'a eu la notion nette et juste de ces formations. Seuls les recherches très précises faites par Grimme sous ma direction sur les réactions microchimiques des granules de volutine et mes études sur ce sujet (1904) (78) ont mis quelque clarté dans les opinions sur la nature de la volutine“ (p. 238).

Dans les endroits cités et dans d'autres Meyer donne des détails sur l'aspect et sur les propriétés de la volutine. Il a observé cette matière dans le cytoplasme sous forme de petites granulations incolores. Leur réfringence est plus forte que celle du plasma, mais plus faible que celles des gouttes de graisse. Le nombre des granulations de volutine dans le corps bactérien n'est pas immuable. Certaines bactéries qui n'en ont qu'une seule, d'autres en ont plusieurs dispersées irrégulièrement dans le plasma ou bien disposées à la file ou même reléguées aux pôles des bactéries. Dans certaines bactéries ces granules de volutine manquent. La fuchsine colore aussi bien les grains de la volutine que le plasma cellulaire, c'est pourquoi ce colorant ne convient pas pour étudier la volutine. En colorant les bactéries à la fuchsine par la méthode habituelle, il est possible de débarasser le plasma de cette matière au moyen de décolorants auxquels la volutine résiste gardant sa teinte rosée. La nature chimique de la volutine n'est pas connue. Meyer suppose que

cette matière est un composé d'acide nucléique sans être nucléoprotéide. Comme nous l'avons dit, Meyer ne rencontre pas toujours la volutine dans le plasma des différents espèces de bactéries examinées. Il n'a jamais réussi à trouver cette matière de réserve dans le plasma des bactéries connues, comme le *Subtilis*, le bacille *Mycoides*, le bacille mégatérium et d'autres. D'après lui ce sont les bacilles fusiformes, le bacille *alvei* et d'autres qui contiennent toujours la volutine. Les bactéries sporogènes utilisent la volutine amassée dans le plasma selon les besoins du développement des spores. Meyer considère les affirmations de quelques observateurs, comme Swellengrebel, pour lesquels la volutine est un produit du noyau, fort probablement comme fausses; il est impossible de trouver les relations de la matière nucléaire avec la volutine. Grimme (l. c.) se prononce encore plus nettement que son maître sur les formations granulaires découvertes dans le plasma et qui, pour lui, appartiennent aux matières de réserve des bactéries. Pour lui ces matières s'amassent dans le plasma principalement sous la forme de petites boules de graisse, ce qu'on peut observer aisément chez le bacille de la fièvre de Moeller (*b. phlei*). Chez quelques bactéries, dans de vieilles cultures, le protoplasme disparaît presque totalement et cède sa place aux matières adipeuses. De même d'après Grimme les boulettes de volutine ne sont pas des noyaux, elles grossissent dans les colorants d'aniline et en outre leurs dimensions varient selon l'âge des bactéries; dans une bactérie on trouve des formations de taille différente. C'est aussi l'opinion de Eisenberg (l. c.) (p. 257) que les granules qui existent dans le corps bactérien et diffèrent du plasma ne font pas partie de la structure intime des bactéries, mais appartiennent généralement aux matières grasses. Il s'ensuit que les découvertes des autres observateurs doivent être considérées comme erronées. Appliquant ses conclusions à quelques espèces des bactéries, Eisenberg dit que le bacille typhique, le bacille du pus bleu (*b. Pyocyaneus*) et le bacille de la diphtérie n'accumulent jamais de graisse, mais seulement de la volutine. Tandis que le bacille de la morve et le bacille du charbon amassent de la graisse surtout, quand ils sont pourvus d'oxygène en abondance; la graisse ne s'accumule pas dans ces bactéries au fond d'une éprouvette remplie de bouillon. Certaines bactéries ne mettent jamais dans leur plasma de matière en réserve, au moins de matières visibles au microscope. Il faut supposer que ces dernières y existent en solution. La critique et les observations de Meyer sont dirigées surtout contre les obser-

vateurs, cités au commencement de cet exposé; de plus sa critique conteste aussi, dans ses conclusions générales, nos découvertes dont je parlerai plus loin, aussi me faut-il m'y arrêter ici plus en détail. Une première remarque, c'est que Meyer considère tous les articles cités et autres sur la structure intérieure des bactéries, comme des articles sur des granulations („Körnchenarbeiten“) écrits sans critique et il s'indigne que de tels exposés aient pu voir le jour encore après 1897—1890 et 1902, quand les études de Grimme étaient déjà connues. D'après lui on pourrait passer sous silence la plupart de ces travaux sans nuire au résultat final. Cependant il entend se prononcer sur quelques uns d'entre eux qui sont tout aussi insignifiants (p. 240) et au premier rang desquels il met les travaux de Bütschli (l. c.). Son „noyau cellulaire“ des bactéries ne pourrait appartenir, d'après Meyer, qu'aux formations des matières de réserve des bactéries. D'après Meyer ces dernières contiennent de nombreuses gouttes de graisse, ce que Grimme avait découvert aussi sous sa direction. Les noyaux trouvés par Bütschli n'ont rien de commun avec le chromatine. De même les granulations découvertes par Schaudinn (l. c.) sont pour eux des formations de volutine peut-être. Les raisonnements de Marx et de Woithe (l. c.) sur la présence et l'importance des granules dans le plasma bactérien s'expliquent d'une manière beaucoup plus simple que ne le font ces observateurs: alors que les bactéries médiocrement nourries utilisent leurs matières de réserve, les autres, suffisamment nourries, font des réserves. Les granulations découvertes par Fischer (l. c.) dans les bacilles de la diphtérie appartiennent sûrement à la volutine, ce que Grimme aurait indubitablement prouvé dans l'exposé cité.

L'importance des granules d'Ernst (l. c.) n'est pas connue. Il est impossible de constater lesquelles d'entre elles sont des granules de volutine, car avec la méthode d'Ernst les conglomerats du plasma aussi bien que le noyau, les embryons des spores, etc. se colorent en rouge foncé (Meyer). D'après Meyer, Guillermond (l. c.) en 1907 n'était pas plus avancé que Bütschli en 1890. Les granules de chromatine de cet observateur sont simplement des conglomerats de plasma cellulaire qui résistent mieux à la décoloration. Le noyau spirique de Swellengrebel est un „produit de fantaisie“ (Meyer). En général les découvertes de Swellengrebel sont à considérer comme des „chimères“ qu'il s'est imaginées sans aucune critique. Meyer consent à considérer comme noyau cellulaire la formation examinée par Veidovsky (l. c.) dans le plasma cellulaire des bac-

téries et qui diffère de dernier. Il doute cependant que le microbe (bacillus gammari) étudié par cet observateur soit analogue aux bactéries. Il lui semble que Feinberg (l. c.) considère comme noyaux les restes desséchés des vacuoles ou d'autres formations; en tous cas il constate que les formations granulaires décrites n'ont aucun rapport avec les noyaux cellulaires des bactéries découvertes par lui, Meyer. Quant aux conclusions de Gottschlich, Meyer est surpris qu'on puisse, en 1911, commettre encore tant d'erreurs sur la structure des bactéries.

A l'instar de Meyer, Grimme fait une critique négative des découvertes des autres observateurs sur la structure intérieure des bactéries. Il dit, par exemple, de Nakanishi (l. c.) que les noyaux découverts par lui appartiennent sans doute à la volutine. Il se peut, admet-il, que ce soient de simples vacuoles du plasma, car ces dernières se colorent aussi en déséchant avec plus d'intensité que le cytoplasme. Lors de la multiplication des bactéries les vacuoles peuvent se diviser à la manière des noyaux. D'après lui les granulations découvertes par tant d'observateurs et en outre aussi par Rob. Koch dans les bactéries de la tuberculose et autres bactéries analogues sont sûrement à considérer comme des gouttes de graisse.

En résumé Meyer et ses disciples, tout en niant dans leurs critiques les découvertes et les conclusions des autres observateurs, sont néanmoins parfois obligés de reconnaître qu'ils ne sont pas tout à fait sûrs de la nature des granules de volutine rencontrées dans le plasma. Meyer, nous l'avons dit, aime critiquer et recherche les moindres occasions qui lui sont offertes. Il faut donc suivre attentivement la discussion et la critique de ces observations en leur opposant les découvertes et les conclusions récentes d'autres observateurs et de moi-même sur la structure intérieure des bactéries.

CHAPITRE IV.

Recherches sur la structure intérieure des bactéries.

1. La coloration des bactéries et les matériaux employés à ces études.

Il faut reconnaître que jusqu'ici les manuels dit classiques n'ont indiqué aucune méthode satisfaisante pour l'examen de la structure intérieure des bactéries. Fischer (l. c.) signale déjà que toutes les

bactéries, colorées par le procédé habituel, subissent une surcoloration, c'est à dire que le plasma ainsi que les autres matières qui en diffèrent mais se trouvent dans le plasma, ainsi que les parties de la structure du corps bactérien, se colorent d'une manière uniforme. Aussi c'est l'opinion de Fischer qu'il n'y a pas de „colorants nucléaires“ proprement dits. Les couleurs habituelles d'aniline sont simplement adsorbées plus faiblement par le plasma que par les autres particules qu'il contient. A ce point de vue il faut, comme nous le verrons ci-après, considérer comme fausses les opinions de Ružička et d'autres observateurs qui prétendent que la coloration uniforme de toutes les bactéries par les „couleurs nucléaires“ est un indice de la „constitution“ nucléaire des bactéries. Grâce à des études récentes de chimie colloïdale, la coloration des bactéries a pu être établie sur de nouvelles bases scientifiques et la chimie des colorants a été créée. Certaines études ont conduit à admettre que le plasma des différentes cellules des êtres vivants était composé de particules physiquement et chimiquement différentes les unes des autres. Ces différences se manifestent extérieurement. Une différence dans la composition chimique des formations se traduit dans le microscope par différentes nuances de coloration ou bien même par des couleurs diverses. Ce phénomène provient de ce que le plasma cellulaire des bactéries et autres microbes, ainsi que les particules contenues dans le plasma se colorent inégalement ou bien même transforment les couleurs en les adsorbant. Ainsi par exemple, on appelle *métachromasie* une diversité de couleurs dépendant de la composition des particules du corps du microbe vivant à colorer. C'est pourquoi l'on a appelé grains *métachromatiques* les formations du plasma qui prennent une teinte autre que celle du colorant employé.

En conséquence les particules cellulaires des êtres et des végétaux supérieurs, ainsi que du corps bactérien, qui sont chimiquement différentes élisent ou choisissent parmi les composés des matières colorantes ceux pour qui elles éprouvent une certaine affinité chimique. Un choix de ce genre est un phénomène physico-chimique réglé par les lois de l'*adsorption*. Il faut que les matières colorantes et les objets à colorer (en l'espèce le plasma des bactéries, des cellules ou les molécules des particules) aient des propriétés physico-chimiques voisines pour qu'elles s'adsorbent c'est à dire pour qu'elles se serrent l'une contre l'autre et s'unissent mutuellement en des combinaisons chimiques plus ou moins stables. Ainsi l'*éosinophilie*

(avidité particulière pour l'éosine) du plasma cellulaire des leucocytes dites éosinophiles dépend des propriétés analogues de ces deux substances. La coloration particulière bien connue des différentes particules morphologiques du sang et des diverses parties de leur structure intérieure par une combinaison de matières colorantes de Giemsa, confirme ce que nous venons de dire: chaque particule choisit parmi les colorants ceux qui ont le plus d'affinité pour elle. Ce qui est dit des animaux et des végétaux supérieurs ne peut s'appliquer au même degré à la capacité des bactéries de choisir pareillement les colorants pour lesquels les particules de leur corps témoignent d'une certaine affinité. Comme nous l'avons déjà signalé et comme nous le verrons plus en détail ci-après, on ne remarque pas toujours exactement les mêmes différences entre le plasma et le noyau, surtout à des stades divers de leur développement. Cependant il est possible de différencier aussi dans le corps bactérien des particules bien visibles au microscope, au moyen de méthodes analogues aux procédés dits de coloration.

On manque de matières colorantes spécifiques et nettement déterminées pour la coloration des cellules, des particules de la structure intérieure et des autres substances bactériennes. Au moyen des couleurs d'aniline employées dans la technique bactériologique, il est possible de colorer les bactéries et, comme il a déjà été dit, en les laissant suffisamment longtemps sous leur action, de les „surcolorer“. On peut être complètement d'accord avec Fischer (l. c.) et reconnaître qu'il n'y a pas de couleurs nucléaires spécifiques parmi les couleurs d'aniline. Cependant, il est quand même possible avec ces mêmes couleurs, en se servant d'un procédé spécial de coloration, de réussir à différencier les particules du corps bactérien sous le double rapport physique et chimique. On peut employer toutes les couleurs d'aniline surtout les „neutres“ comme „le colorant nucléaire“, mais, comme nous le verrons, le plasma les adsorbe lui aussi, mais pas avec la même intensité.

La chromatotechnique bactériologique a pour but de colorer les diverses particules du corps bactérien de façon à ce que ces dernières soient très visibles et se distinguent les unes des autres. Il est aussi possible de parvenir à différencier le plasma du corps bactérien à l'aide d'une seule matière colorante. On peut y réussir de deux manières:

1) On laisse une certaine matière colorante agir sur le corps bactérien jusqu'à ce que seule la partie du contenu qui

se colore le plus vite et énergiquement se soit colorée. Ce procédé de coloration, comme nous le verrons, utilise, pour obtenir un certain résultat, les capacités différentes des bactéries et des parties de la structure des cellules, de choisir les couleurs. En colorant d'après cette méthode il faut, en premier lieu, avoir égard au temps pendant lequel on laisse opérer le colorant; il faut arrêter l'action de la matière colorante lorsque les formations qui adsorbent le mieux un certain colorant sont colorées; car, en n'empêchant pas la matière colorante d'agir sur les bactéries, tout le corps bactérien sera de même nuance. 2) En colorant les bactéries de la manière habituelle on peut ensuite, à l'aide de procédés de décoloration enlever une certaine partie de la matière colorante employée. Dans ce cas également la décoloration doit être interrompue à temps, c'est à dire au moment où la matière colorante s'est dégagée déjà complètement ou partiellement de la partie du corps bactérien qui a adsorbé le plus faiblement la matière colorante employée. Dans ce cas la partie le plus fortement colorée conserve encore sa coloration presque intacte. Dans mes travaux j'emploie d'ordinaire comme colorant la rosaline-fuchsine. Un mélange de ce colorant avec de l'acide phénique (fuchsine phéniquée de Ziehl) agit plus rapidement et plus énergiquement que tous les colorants d'aniline neutres. La plupart des bactéries provenant de cultures pures et qui ne produisent pas de spores, se colorent suffisamment en une ou deux secondes. En laissant agir ce mélange un peu plus longtemps sur les bactéries elles peuvent se sur-colorer. En décolorant plus énergiquement le plasma perd assez vite la fuchsine tandis que les particules qu'il contient (particules différenciées) conservent encore presque complètement leur teinte. Si l'on emploie un autre colorant auxiliaire quelconque, comme par exemple le bleu de méthylène, le plasma l'adsorbe et par conséquent le corps bactérien se colore de couleurs doubles. Cependant L. Meyer (l. c.) constate que la fuchsine phéniquée ne convient pas aux études sur la structure intérieure des bactéries; car, d'après lui, cette matière colore non seulement le noyau et les formations de la matière nucléaire des bactéries, mais encore les matières de réserve qui y sont, en premier lieu la „volutine“ déjà décrite. Pour lui l'emploi de la fuchsine ne permet de tirer aucune conclusion concernant la véritable nature et le rôle des formations contenues dans le plasma des bactéries décrites. Mes (l. c.) longues études sur la structure intérieure du bacille de la

tuberculose, au cours desquelles je me suis servi surtout de fuchsine phéniquée, m'ont conduit à une conclusion différente. Les études plus récentes faites à l'Institut d'Hygiène de l'Université de Genève, sur la structure intérieure d'autres bactéries, ont confirmé que c'est justement la fuchsine phéniquée qui est la plus apte à atteindre le but poursuivi. Je me servais d'habitude de fuchsine phéniquée pour obtenir aussi dans les formations du plasma une teinte uniforme, ce qui me permettait de comparer et d'apprécier mieux leur aspect, leurs changements, leur position régulière ou irrégulière. Quant aux autres rosalines, j'ai employé rarement le bleu de méthylène et encore plus rarement le pararosaniline, le violet de Gentian, le violet méthyle et le vert de malachite. Quelquefois, comme nous le verrons, j'ai coloré aussi les bactéries avec de l'hématoxyline en les fixant par la fuchsine de la manière ordinaire. — Les divers mordants employés dans la technique microbiologique et les dits fixateurs jouent un rôle considérable dans la coloration des bactéries. De prime abord l'emploi de ces moyens a eu pour but de favoriser les changements du corps bactérien par les réactions. Les bactéries ainsi traitées sont à même de fixer plus énergiquement les colorants neutres employés postérieurement. Ces acides facilitent aussi aux colorants la pénétration dans le corps bactérien. On a en premier lieu l'acide osmique, l'acide azotique, l'acide sulfureux et autres acides. On appelle d'habitude ces mordants ci et les autres „faux“ parce qu'ils agissent surtout physiquement sur les bactéries sans se fixer plus solidement au plasma et aux parties. C'est pourquoi on parvient assez facilement par divers procédés à débarrasser les bactéries ainsi traitées du colorant employé. Il est même possible de laver le colorant à l'eau en laissant agir celle-ci plus longtemps sur les bactéries ainsi colorées. Quant aux mordants vrais au nombre desquels sont l'iode, l'acide picrique, le tannin et quelques autres substances, ils montrent une affinité chimique plus ou moins intense non seulement pour les objets à colorer, mais aussi pour les matières colorantes employées. Ces mordants se combinent avec les colorants qu'ils incorporent chimiquement, avec plus ou moins d'énergie aux corps des bactéries à colorer; il en résulte une triple combinaison chimique, du réactif colorant, du mordant, du plasma bactérien et des particules qu'il contient. A l'aide des moyens ordinaires de décoloration on parvient à laver les bactéries du colorant employé après un assez long temps et encore souvent n'y réussit on pas complètement. La valeur de ces mordants est d'autant

plus grande que leur affinité pour les différentes particules des bactéries est différente, d'où il ressort qu'ils se fixent à ces particules très inégalement. Ce fait permet de différencier chromatiquement ces particules et de les faire apparaître avec des nuances différentes du colorant employé. En décolorant les bactéries fixées par les mordants véritables leurs particules ne se libèrent pas du colorant employé avec une même intensité et dans le même laps de temps. Aussi faut-il attribuer à ces mordants la propriété de différencier chimiquement la chromatine du corps bactérien des autres particules cellulaires.

Après la coloration, pour mordancer les bactéries, on peut employer des mordants qui ne les décolorent pas. Il résulte de ce qui précède que seuls les vrais mordants peuvent être utilisés. Jusqu'à présent on mordancait les bactéries d'après la méthode de Gram. Pour cela on surcolore les bactéries avant de les fixer, par conséquent ni cette méthode ni les autres méthodes analogues ne permettent d'examiner la structure intérieure. C'est seulement dans le cas où l'on fixe à l'aide des mordants vrais, par exemple avec l'iode et l'acide picrique, les bactéries qui ne sont pas surcolorées et différenciées de la manière décrite, que l'on distingue plus nettement encore les particules qui diffèrent du plasma. Celles-ci adsorbent plus énergiquement que le plasma le mordant et le colorant employés provoquant ainsi une combinaison chimique du colorant et des mordants et, de plus, ce mélange devient beaucoup plus foncé que le colorant employé. On peut ajouter encore dans ces cas à la solution du mordant des colorants tels que l'hématoxyline qui a la plus grande affinité pour certaines particules contenues dans le plasma bactérien.

Il est aussi possible de différencier les particules du plasma bactérien par divers moyens de décoloration et en tout premier lieu par l'alcool et les acides. On fait agir d'habitude peu de temps sur les bactéries colorées des solutions faibles de ces substances, par exemple une solution à 1% d'acide acétique. Quant aux bactéries surcolorées, on ne réussit pas de la même manière à rendre suffisamment visibles les particules distinctes du plasma. C'est seulement dans le cas où l'on se sert de moyens de décoloration pour différencier les bactéries incomplètement colorées (c'est à dire non surcolorées) que l'on parvient souvent à rendre plus visibles les particules qui se trouvent dans le plasma.

Les procédés de coloration qui combinent la décoloration et les mordants „vrais“ comme l'iode et l'acide picrique, doivent être considérés comme assez importants surtout en ce qui concerne l'étude de la structure intérieure des bactéries. Cela permet simultanément de décolorer plus ou moins, ainsi que de fixer les bactéries colorées. Les particules du corps bactérien, qui adsorbent moins de colorant, se décolorent plus que celles qui ont été colorées énergiquement. En outre, ces dernières, sous l'action des mordants se combinent chimiquement avec le colorant employé et deviennent par là encore plus capables de résister à la décoloration. Grâce à une combinaison pareille de fixation et de décoloration on arrive à différencier de manière plus ou moins visible les particules intérieures des bactéries. Dans ce cas le plasma peut demeurer ou bien complètement incolore ou bien rester teinté dans une nuance faible du réactif employé en raison directe de la concentration de la solution employé et du temps pendant lequel elle a pu agir sur les bactéries à colorer. C'est pourquoi il est aussi possible de colorer le plasma à l'aide de quelque autre colorant auxiliaire. Les formations granulaires et les autres formations distinctes du plasma sont colorées dans la teinte du colorant employé auparavant. Il se peut qu'en employant un colorant auxiliaire, celui-ci s'assimile partiellement aux formations mentionnées, surtout si on le laisse agir un peu plus longtemps sur les bactéries. Par suite celles-ci apparaissent dans une teinte mixte. Il faut remarquer ici qu'on adjoindre encore aux mordants et aux décolorants quelques matières colorantes qui font preuve d'une affinité spéciale pour certaines parties de la structure intérieure des bactéries et en toute première ligne l'hématoxyline.

Quant à l'acide picrique il faut également ajouter qu'il peut remplacer l'iode dans la plupart des cas aussi bien pour la fixation que dans les mélanges employés pour fixer et décolorer. Claudius (80) le premier introduisit l'acide picrique dans la chromatotechnique et il l'employait aussi au lieu de l'iode d'après la méthode de Gram. Kronberger (81) le préfère également à l'iode pour les études chimiques du corps bactérien. C. Spengler (l. c.) se sert aussi d'acide picrique pour colorer les bacilles de la tuberculose et, comme nous le verrons, pour l'examen de la structure intérieure de ces microbes.

Mes préparations bactériologiques sont faites d'après les procédés habituels de la technique microbiologique. Il est préférable d'étaler la culture pure à examiner sur le porte-objet humidifié au

préalable par l'haleine de la bouche. Si le porte-objet est assez froid il s'y amasse assez de vapeur d'eau de l'air expiré pour qu'on y puisse distribuer aisément les bactéries des cultures pures soumises à l'examen. Ce procédé est préférable au procédé ordinaire d'éta-lage des bactéries sur le porte-objet au moyen d'eau ou d'un autre liquide. En effet la vapeur d'eau ainsi déposée sur le porte-objet s'évapore rapidement et les bactéries se fixent suffisamment sur le verre pour que l'on ne soit pas obligé de s'occuper de la dessiccation des préparations à la température du laboratoire pendant assez longtemps ou bien sur de la flamme d'un Bunsen. Il n'est pas non plus recommandable de fixer les bactéries, dont on désire étudier la structure intérieure, sur le porte-objet au moyen de la chaleur, ce qui occasionne toujours une contraction ou un resserrement plus ou moins fort des parties composantes du corps bactérien. Il faut éviter en général toute action qui puisse influencer les bactéries à étudier. Il faut apporter les soins les plus minutieux à la coloration des vibrions et des microbes analogues parce que leur aspect extérieur et leur contenu intérieur peuvent varier considérablement si l'on desseche sans précaution la préparation ou lorsqu'on fixe sans soin les bactéries sur le porte-objet. En colorant les bactéries couramment sur le porte-objet on facilite de beaucoup des obser-vations sur l'influence des moyens de mordançage et de décoloration. Souvent il suffit d'une différence d'une $\frac{1}{2}$ seconde à une seconde dans la durée de l'action pour que les résultats désirés soient obtenus ou bien que la préparation soit complètement gâtée. Pour épargner le temps et les produits j'ai étalé les bactéries à étudier sur le porte-objet sous forme d'une petite bande d'à peu près un $\frac{1}{2}$ cm. de largeur sur 3—4 cm. de longueur. En étudiant à maintes reprises au micro-scope les résultats des procédés de coloration employés, on réussit dans la plupart des cas à obtenir les résultats en renouvelant au besoin le mordançage et la décoloration.

Plusieurs observateurs de la structure intérieure et des phéno-mènes de la vie des microbes ont déjà signalé que les microbes trouvent les conditions les meilleures de leur développement dans les milieux naturels, comme l'organisme des animaux, l'eau, le lait, etc. Les microbes ne jouissent pas de ces circonstances favorables dans les éprouvettes sur milieux nutritifs préparés artificiellement, qui par suite de température élevée employée pour les stériliser, ne possèdent plus les mêmes propriétés physiques et chimiques. Aussi beaucoup de savants ont-ils étudié la structure des microbes en les

prenant directement dans leurs milieux naturels. De même on trouve dans divers auteurs des indications sur ce fait que les meilleures observations faites sur la structure interne de certains microbes l'ont été sur des microbes prélevés dans leurs milieux naturels. Kitt (82) dit par exemple que, d'habitude, chez bacille supestifier la coloration des pôles ne s'observe exactement que dans les microbes prélevés du corps l'animal, tandis que chez les microbes des cultures pures cette particularité n'est que très confusément visible. J'ai observé la même chose aussi chez d'autres bactéries bipolaires typiques, les *Pasteurella*, ainsi que chez les vibrions. Poppe (l. c.) a découvert les bacilles de la pseudo-tuberculose colorées bipolairement principalement dans les tissus des animaux. Marx et Woithe (l. c.) constatent que les microbes qu'on élève ensemble en symbiose dans des cultures pures montrent un meilleur développement des granulations métachromatiques. Les microbes qui dans les cultures pures perdent la faculté de reproduire ces dernières formations retrouvent cette faculté lorsqu'on les inocule à un animal. Burri et Thöni (83) confirment ces conclusions dans leurs recherches. Ces observateurs signalent que les granulations se développent en abondance dans le plasma du bacille casei, lorsque celle bactérie n'est pas élevée dans les cultures pures, mais qu'elle se trouve associée aux levûres (*mycodermes*). Löhms (84) constate de même que la capacité des bactéries de l'acide lactique de transformer la lactose augmente en raison même de la présence d'autres bactéries. D'après lui ce fait est occasionné par les peptones et par autres combinaisons plus simples produites à cause de la décomposition des albumines par ces bactéries accessoires. Köstler (85) suppose que différents microbes, les bactéries aussi bien que les levûres, peuvent désagréger des substances composées certaines matières qui stimulent l'activité des bactéries de l'acide lactique. J'ai réussi également très souvent à observer les faits dont on vient de parler. Par exemple, chez le bacille subtilis les granulations du plasma étaient toujours beaucoup mieux visibles lorsque je prenais les bactéries à examiner dans une fraîche infusion de foin au lieu de les prendre dans de cultures pures ou, pis encore, dans d'anciennes cultures du laboratoire. La différence est encore plus perceptible chez le bacille de la tuberculose. Les bacilles qui se trouvent dans les crachats présentent toujours des granulations mieux développées que ceux des cultures pures. On peut en règle générale dire ceci des autres microbes pathogènes en les étudiant

dans les cultures pures et dans les milieux naturels. D'autres microbes qui vivent dans l'eau se prêtent également mieux à l'étude de leur structure intérieure que s'ils ont été élevés pendant longtemps dans les cultures pures. Dans tous ces cas il faut admettre que la nutrition artificielle défectueuse du laboratoire est la cause des différences remarquées, ainsi que les produits de désassimilation des bactéries qui se sont développées dans les éprouvettes des cultures, circonstances qui gênent considérablement leur développement. Ces faits sont confirmés par la croissance insuffisante même par l'incapacité des microbes, surtout des parasites, à se reproduire dans les milieux artificiels habituels, qu'on réchauffe assez longtemps à haute température. Les études récentes de Funck (86) et d'autres chercheurs sur le développement de quelques maladies de la nutrition chez les hommes ainsi que chez les animaux, ont prouvé que ces maladies sont en relation avec les modifications subies par les aliments du fait de la cuisson ou de la dissication qui détruisent certaines substances accessoires indispensables pourtant à l'existence et appelées vitamines. Ces études portent à croire que ces mêmes conditions ou des conditions analogues peuvent aussi transformer les aliments destinés à la nutrition des bactéries de telle manière qu'ils ne leur conviennent plus, par suite les microbes se développent médiocrement, varient diféremment d'aspect et de contenu, dégènèrent même et périssent. Ces maladies désignées sous le nom d'avitaminoses chez les animaux supérieurs, ne sont pas encore définitivement étudiées. Des recherches sont faites à ce sujet dans le laboratoire de microbiologie de l'Université de Riga en les étendant aux bactéries. Les études des autres savants nous invitent également à étudier cette question par rapport aux bactéries. Mes observations sur la structure intérieure des microbes cultivés en symbiose me permettent de conclure que lorsque les corps de ces germes se décomposent, ou bien, qu'ils excrètent certains produits de la désassimilation, un milieu nutritif apparaît qui peut exercer une influence favorable sur le développement de ces bactéries. Il reste à supposer que c'est la seule explication plausible des observations de Marx et de Woithe (l. c.). On peut aussi appliquer tout cela aux observations des autres chercheurs qui ont constaté un fort développement des granulations uniquement dans le plasma des bactéries vivant dans leur milieu naturel. Il faut de même remarquer ici que Swellengrebel (l. c.), Dobell et autres observateurs recommandent pour les études de la structure inté-

rieure d'utiliser les bactéries qui vivent dans l'intestin de quelques animaux à sang froid, comme les grenouilles, les lézards, etc. et qui comptent parmi elles quelques espèces de très grande taille. Il y a en outre des bactéries de grandes dimensions dans la flore buccale de l'homme surtout dans le tartre dentaire.

2. Méthodes de coloration des Bactéries.

Je colore les bactéries à étudier d'après les principes déjà décrits de la technique de coloration. Je mélange les produits de décoloration, de différenciation et d'autres substances auxiliaires en différentes solutions. J'ai essayé de très nombreuses solutions, pour déterminer la durées de la coloration et les autres conditions les meilleures pour la reproduction de la structure intérieure des bactéries. J'ai étudié de nombreuses méthodes; j'en veux citer ici quelques unes dont les opérations peuvent varier au besoin différemment surtout en raison des fixatifs et des autres moyens auxiliaires employés, ainsi que de la durée de l'action du réactif colorant.

Pour passer plus aisément en revue ces méthodes, je les ai rangées en plusieurs groupes:

1. MÉTHODES GÉNÉRALES DE COLORATION.

Chez la plupart des bactéries, surtout chez les vibrions facilement colorables, ainsi que chez les bactéries bipolaires et en général chez les microbes en forme de bâtonnet, assez gros et ne produisant pas de spores à l'exception des germes résistant aux acides et à l'alcool (microbes de la tuberculose et autres microbes analogues) il est possible d'observer suffisamment bien la structure intérieure et le mode de développement à l'aide du procédé habituel de coloration. Il est recommandé, en ce cas, d'agir de la manière suivante:

I.

1^o) Etaler une mince couche prise dans une culture pure (de préférence dans une culture fraîche qu'on vient d'isoler de son milieu naturel, d'un animal par exemple) sur le porte-objet humidifié par l'haleine.

2^o) Déssecher à l'air libre pendant 5—10 secondes.

3^o) Colorer immédiatement avec la fuchsine phéniquée de Ziehl pendant $\frac{1}{2}$ seconde ou 1 seconde. *Remarque:* On opère la coloration

tion à côté d'un robinet d'eau couvert afin de pouvoir interrompre l'action des réactifs dès qu'il en est besoin.

4^o) Laver et sécher soigneusement; on fait l'examen sans couvrir la préparation du couvre-objet. *Remarque:* Il est préférable de traiter la préparation par un mordant avant de la colorer.

II.

1^o) Procéder à la préparation comme il est indiqué dans la méthode I.

2^o) Fixer à l'acide osmique à 2%, ou au formol, etc. pendant 2—3 minutes.

3^o) Colorer avec la fuchsine phéniquée diluée au $\frac{1}{10}$ pendant 3—5 secondes.

4^o) Laver, etc.

III.

1^o) Procéder à la préparation d'après la méthode I.

2^o) Colorer avec la fuchsine phéniquée pendant 10—15 secondes.

3^o) Laver.

4^o) Décolorer et différencier à l'aide d'une solution d'acide acétique à 1% pendant quelques secondes. *Remarque.* On observe les conséquences de la décoloration au microscope. A propos de cette dernière méthode générale il faut ajouter qu'on arrive couramment à de meilleurs résultats en combinant le moyen de décoloration avec quelque mordant véritable sous la forme d'une des solutions décrites ci-après. De même la fixation par le mordant convenable (iode, acide picrique ou autres) avant la coloration contribue souvent à obtenir des résultats plus sûrs que la décoloration d'après la méthode décrite. C'est ce qu'il faut toujours faire avec les bactéries difficiles à colorer à l'exception des vibrions et autres microbes analogues. La fuchsine peut être remplacée par d'autres réactifs, tels que le violet de gentiane phéniqué, le bleu de méthylène, etc. Il y a lieu de signaler cependant que ceux-ci colorent moins bien que la fuchsine les particules du corps bactérien distinctes du plasma.

II. MOYENS DE MORDANÇAGE ET DE DIFFÉRENCIATION.

Avant de colorer, je fixe comme je l'ai dit, à l'aide de mordants vrais ou faux. Je me sers encore, outre les acides indiqués (comme mordants faux) d'acide phénique et de sublimé en solution à 10%

dans de l'alcool pur. on peut aussi employer dans ce but une solution saturée de sublimé dans l'eau et de formaline. Pour arriver à colorer et fixer plus rapidement et plus énergiquement les bactéries refractaires à la coloration (telles que les germes de la tuberculose), et les spores, il faut faire flamber la solution alcoolique du mordant sur le porteobjet et ensuite laisser le mordant agir encore quelque temps sur l'objet à colorer.

Ainsi que je l'ai déjà dit, je me sers de mordants vrais dilués le plus souvent dans l'alcool et j'ajoute d'habitude d'autres substances à ces solutions. Les solutions fondamentales décrites plus loin me servent à fixer et à différencier. J'en emploie quelques-unes comme base des plusieurs mélanges auxquels j'ajoute, outre les mordants „vrais“ des mordants „faux“, des décolorants et des colorants. Ces mélanges permettent surtout de différencier le plasma des bactéries sporogènes colorées.

Les principaux réactifs de fixation et de décoloration employés sont:

I.

1^o) Solution alcoolique de potasse iodo-iodurée (voir l. c. Kirchensteins (17): 100 cm.³ d'alcool à 80^o, 2,5 gr. à 3 gr. d'iode et 1 gr., 25 à 1 gr., 50 de potasse iodurée.

2^o) Solution de Lugol:

a) Solution de Lugol et l'alcool à 96^o en parties égales.

b) 1 partie de la solution de Lugol, 2 parties d'alcool pur.

3^o) Solution employée pour les recherches du noyau des bactéries de Meyer:

a) Iode — 3 gr., Potasse iodurée — 2 gr., eau distillée — 2 cm.³

b) 1 partie de solution de Meyer, 2 parties d'alcool pur.

c) 1 partie de solution de Meyer, 2 parties d'alcool pur, 1 partie d'acide acétique à 3%.

4^o) Solutions saturées d'acide picrique dans l'alcool absolu et dans l'eau.

5^o) Solution de Esbach.

Je me sers de ces solutions alcooliques de potasse iodo-iodurée pour les mélanges différents, dont voici quelques-uns:

1^o) 1 partie de solution de potasse iodo-iodurée dans l'alcool, 2 parties d'éosine-hématoxyline.

- 2^o) 5 parties de solution de potasse iodo-iodurée dans l'alcool,
3 parties de solution à 3% d'acide acétique,
1 partie d'éosine-hématoxyline,
3 parties d'alcool à 60%.
- 3^o) 1 partie de solution de potasse iodo-iodurée dans l'alcool,
1 partie de solution à 5% de potasse iodurée dans l'alcool,
2 parties d'acide acétique à 3%.
- 4^o) 2 parties de solution de potasse iodo-iodurée dans l'alcool
1 partie d'acide acétique à 3%,
1 partie d'alcool-éther.

II.

J'ai employé l'acide picrique et la solution d'Esbach dans les mélanges suivants:

- 1^o) Solution d'Esbach } par parties égales (mélange de C. Spengler).
Alcool absolu }
- 2^o) Solution saturée d'acide picrique dans l'eau } par parties égales.
Acide acétique à 3% }
- 3^o) Solution d'acide picrique à 5% dans l'alcool pur } par parties égales.
Acide acétique à 3% }
- 4^o) Solution saturée d'acide picrique dans l'eau } par parties égales.
Solution de pyrogallol à 10% dans l'alcool pur }
- 5^o) 2 parties de solution d'acide picrique saturée dans l'eau,
5 parties d'alcool à 96° et d'acétone.

On dilue ces solutions et autres au besoin dans l'alcool ou bien dans l'acide acétique à 3% ou dans une solution plus forte ou par d'autres moyens de décoloration. La durée pendant laquelle on laisse ces mordants et autres agir sur les préparations dépend surtout des propriétés des bactéries à colorer, (formes végétatives des bactéries sporogènes, spores jeunes et vieilles). Il suffit d'ordinaire de 3 à 5 minutes pour fixer toutes les formations dont nous avons parlé. En ce qui concerne les mordants plus faibles, surtout les solutions fortes des mordants „vrais“, on peut les laisser agir pendant des heures sur les bactéries à colorer. La durée de la coloration des bactéries doit être d'autant plus courte que leur fixation par ces moyens a été plus prolongée. La durée de l'action des moyens de décoloration et de différenciation sur les bactéries colorées varie dans de grandes proportions: 1/2'—20'—30' secondes. Cette durée

dépend du choix du colorant, de la méthode de coloration employée, et de la durée d'action du colorant. En général, il est toujours recommandé de faire agir les divers colorants sur les bactéries pendant des temps différents avant de trouver le temps exact qui convient à leur action pour étudier la structure intérieure d'une bactérie donnée. Dans les méthodes de coloration de différentes espèces de bactéries, que nous décrivons plus loin, on indique la meilleure durée pour l'action et du réactif colorant, et des moyens de décoloration et de différenciation sur les bactéries à étudier.

III. COLORATION DOUBLE.

Pour pouvoir examiner la structure interne des bactéries, il n'est nullement nécessaire de colorer les bactéries avec des réactifs qui donnent au plasma bactérien et aux particules qu'il contient des nuances différentes. D'après les principes de coloration admis, basés sur les affinités des particules envers certains colorants chimiquement analogues, — on peut avec un seul réactif colorant, avec la fuchsine par exemple, arriver aux mêmes résultats. Il est même possible de les dépasser, dans le cas où par une décoloration énergique quelques particules du corps bactérien contenues dans le plasma qui n'ont pas absorbé suffisamment le colorant arrivent aussi à se décolorer. On ne peut nier que la coloration double n'ait aussi sa valeur incontestable, car elle permet de vérifier les aptitudes différentes des particules du corps bactérien à adsorber les colorants. Pour la décoloration des bactéries il est recommandé de se servir toujours de mélanges de mordants „vrais“ et de décolorants appropriés afin d'obtenir une coloration aussi nette que possible des particules à étudier qui les fasse bien distinguer dans le plasma coloré lui-même par un colorant auxiliaire. Le bleu de méthylène est le meilleur réactif pour la coloration successive ainsi que le mieux approprié pour obtenir, après la décoloration, un plasma bleu foncé ou bleu clair; les substances distinctes du plasma y sont visibles sous forme de granulations rouges foncé ou rouge clair. Les bactéries sporogènes sont celles qui se prêtent le mieux à la coloration double. Quant au temps convenable pour décoloration et la différenciation, il y a lieu d'observer ce qui a été déjà dit sous ce rapport. Les détails ont été donnés en passant en revue les différentes méthodes de coloration.

La coloration double s'opère d'après les procédés suivants:

I.

1^o) Préparer les bactéries d'après la méthode précédemment décrite.

2^o) Traiter à l'aide d'un des mordants indiqués, laver.

3^o) Colorer avec la fuchsine phéniquée pendant 2 à 5 secondes, laver.

4^o) Décolorer et réduire à l'aide d'une solution de potasse iodo-iodurée dans l'alcool pendant une seconde ou bien par la solution alcoolique de Lugol pendant 2—3 secondes; laver abondamment.

5^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 1 à 2 secondes.

II.

1^o) et 2^o) d'après la méthode I.

3^o) Colorer plus énergiquement à la fuchsine phéniquée pendant 1 à 5 minutes sans chauffer le réactif ou bien en le chauffant jusqu'à ébullition (pour les bactéries sporogènes).

4^o) Décolorer et différencier à l'aide d'une solution de potasse iodo-iodurée dans de l'alcool, pendant 5—10 secondes, ou par la solution alcoolique de Lugol 10—15 secondes, laver soigneusement.

5^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 1 à 2 secondes.

IV. MÉTHODES SPÉCIALES DE COLORATION DES BACTÉRIES.

Les moyens que j'ai indiqués qui servent à colorer les bactéries et à différencier leurs particules. Ces dernières sont différentes — d'après la structure interne et la composition du contenu chimiquement différentes des diverses espèces de bactéries à étudier.

A. MÉTHODES DE COLORATION DES MICROCOQUES.

Jusqu'à présent j'ai examiné certains microcoques extrêmement petits. Il faut avouer qu'il y a quelques difficultés à obtenir des préparations satisfaisantes de ce genre de microbes. D'abord leurs dimensions minuscules, de plus leur structure qui se distingue de celle que l'on observe chez les autres bactéries plus grandes, surtout chez les bacilles, nous présentent des obstacles. C'est seulement chez une sarcine de plus grande taille fraîchement isolée du lait que j'ai réussi assez facilement, par le procédé habituel de coloration, à obtenir nettement les parties composantes du corps. Je cite ci-après quelques unes des nombreuses méthodes examinées; de même les méthodes décrites par H. Kronberger (l. c.). Cependant il faut

constater que celles-ci ne suffisent pas pour des études complètes de la structure intérieure des microcoques.

I.

1^o) Préparer les microcoques provenant d'une culture pure d'après la manière décrite précédemment.

2^o) Fixer par l'acide nitrique à 15% pendant 1 à 2 minutes.

3^o) Enlever le mordant, ne pas laver et verser une solution alcoolique de potasse iodo-iodurée, laisser agir pendant 2 à 3 minutes, laver abondamment.

4^o) Colorer avec de la fuchsine diluée ($1/20$) pendant 10 minutes; laver.

5^o) Colorer au bleu de méthyle pendant 2 à 3 secondes; laver.

6^o) Différencier à l'aide de la solution suivante: une partie de solution alcoolique de potasse iodo-iodurée et 2 parties d'acide nitrique à 15^o pendant 10 à 15 secondes.

7^o) Laver, etc.

II.

1^o) Etaler soigneusement en une mince couche entre les deux porte-objets la matière à étudier par exemple des crachats, contenant des microcoques, après avoir ajouter une goutte de ferrocyanure de potassium à 2^o; laver.

2^o) Mordancer à l'acide nitrique à 15^o pendant 2 à 3 minutes; laver soigneusement.

3^o) Mordancer-colorer avec la solution suivante:

15 parties d'acide nitrique à 15%.

5 parties de solution de Lugol.

10 parties de solution d'hématoxyline pendant 3 à 5 minutes; laver.

4^o) Colorer au bleu de méthylène de Loeffler pendant 10 à 15 secondes; laver.

5^o) Colorer à la fuchsine pendant 2 à 3 secondes; laver.

6^o) Différencier avec une solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 3 à 5 secondes.

7^o) Laver, etc.

III.

1^o) Préparer la matière provenant d'une culture pure de la manière décrite précédemment.

2^o) Fixer à l'acide chromique pendant 3 à 5 minutes, laver.

3^o) Colorer au bleu de méthylène pendant $\frac{1}{2}$ minute à 1 minute, laver.

4^o) Différencier avec la solution alcoolique de Lugol pendant 2 à 3 secondes ou bien par la solution ci-dessus indiquée (II méthode, 3^o) pendant 3 à 5 secondes, laver.

5^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant $\frac{1}{2}$ à 1 minute, laver.

6^o) Différencier à l'aide d'une solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 5 à 10 secondes.

7^o) Laver, etc.

IV.

1^o) Fixer la matière à étudier (staphylocoque pyogène blanc) par l'éther-alcool.

2^o) Colorer au bleu de méthylène en solution concentrée dans l'eau pendant $\frac{1}{2}$ minute à peu près, laver.

3^o) Fixer à l'aide de la solution d'Esbach pendant 15 secondes environ, laver.

4^o) Colorer à l'aide d'une solution concentrée d'eosine en alcool ou dans l'eau pendant 15 secondes environ, laver, etc. (d'après Kronberger).

B. MÉTHODES DE COLORATION DES BÂTONNETS NON SPOROGÈNES.

Chez la plupart des bâtonnets, y compris les vibrions et les bactéries de type bipolaire, on arrive à des résultats satisfaisants en étudiant leur structure intérieure à l'aide des procédés simples déjà décrits. Quant aux bactéries de ce groupe qui prennent difficilement les colorants, il est recommandé de les traiter au préalable par un mordant et ensuite de les colorer d'après la manière décrite, puis on les différencie. Les bâtonnets résistants aux acides et à l'alcool doivent être colorés d'après les méthodes spéciales décrites ci-après. Les bactéries sporogènes au stade végétatif de leur développement se colorent déjà suffisamment par les méthodes indiquées ci-dessus. Cependant il vaut mieux se servir des méthodes spéciales dont nous parlerons plus loin.

I.

1^o) Colorer d'après la méthode de Gram les bactéries préparées de la manière indiquée.

2^o) Décolorer soigneusement à l'alcool, laver.

3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 1 à 2 secondes.

II.

- 1^o) Fixer par l'acide nitrique à 15% pendant 3 à 5 minutes, ne pas laver, enlever l'excédent.
- 2^o) Fixer avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 3 à 5 minutes, laver.
- 3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 1 à 2 secondes.

III.

- 1^o) Fixer à l'acide osmique à 2%, laver.
- 2^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 3 à 5 secondes; laver.
- 3^o) Différencier avec la solution suivante: 1 partie de solution alcoolique de potasse iodo-iodurée, 3 parties d'acide acétique à 3% durant 2 à 3 secondes.

IV.

- 1^o) Fixer à l'aide d'une solution saturée de sublimé dans l'eau pendant 3 à 5 minutes, laver.
- 2^o) Colorer avec une solution diluée de vert de malachite au $\frac{1}{10}$, laisser agir quelques secondes, laver.
- 3^o) Fixer avec la solution de Lugol pendant 30 secondes (ou avec la solution alcoolique de Lugol pendant 2 à 3 secondes), laver.
- 4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 1 à 2 secondes.

V.

- 1^o) Fixer avec une solution saturée de sublimé dans l'eau pendant 3 à 5 minutes.
- 2^o) Colorer au vert de malachite (solution au $\frac{1}{10}$) pendant quelques secondes; laver.
- 3^o) Fixer avec la solution de Lugol quelques secondes; laver.
- 4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 5 à 10 secondes, laver.
- 5^o) Différencier avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 1 à 2 secondes.

C. MÉTHODES DE COLORATION DES BACTÉRIES QUI RÉSISTENT AUX ACIDES ET À L'ALCOOL.

Jusqu'à présent on connaît peu d'espèces de bactéries qui résistent de manière perceptible à la décoloration par les acides et par l'alcool. En premier lieu y appartiennent les bacilles de la tubercu-

lose et les bacilles de la fléole de Möller et quelques autres espèces de microbes voisins. Pour la coloration de ces microbes on considère la méthode bien connue de Ziehl comme la plus convenable. Sous certains rapports, cependant, elle est insuffisante, car elle ne permet pas de reproduire et de colorer suffisamment quelques formes du microbe de la tuberculose ainsi qu'en témoignent les recherches de C. Spengler (l. c.), H. Kronberger, A. Kirchensteins et autres. Cette méthode a encore le défaut de ne pas permettre d'examiner la véritable structure intérieure de ces microbes. La première de toutes les méthodes qui tend à la perfectionner est celle de C. Spengler, dite méthode picrique. On obtient aussi de bons résultats par la méthode de Kronberger. La méthode de A. Kirchensteins, dite méthode iodo-osmique et la coloration double par le violet de méthyle (100) contribuent à une différenciation encore plus nette des particules du plasma du bacille de la tuberculose que celle que l'on obtient à l'aide des méthodes précédemment indiquées.

Au moyen de ces dernières méthodes il est déjà possible d'entreprendre des études plus haussées de la structure intérieure des bacilles de la tuberculose et d'autres bacilles analogues. Ces méthodes confirment, à qui mieux mieux, les observations de Babès et des autres chercheurs dont il a déjà été question au commencement, à savoir que les agents de la tuberculose et autres bacilles analogues contiennent dans leur plasma des granulations distinctes de celui-ci; par suite on a pris l'habitude de désigner ces microbes sous le nom de „bactéries à granulations“. Les granulations s'y trouvent l'une à côté de l'autre de telle façon que les bactéries plus allongées à certains stades de leur développement, lorsque le plasma a disparu partiellement ou complètement, ressemblent aux streptocoques.

Des études assez approfondies de la structure intérieure des autres espèces de bactéries ont conduit à penser que le corps du bacille de la tuberculose est formé de manière analogue. Pour cette raison, il fallait trouver des méthodes qui ne permettent pas à ces bacilles de se reproduire sous forme de „bactéries à granulations“ connues, mais qui nous montrent leur structure réelle. Des observations prolongées ont prouvé que par la méthode de C. Spengler et d'autres en outre de la fixation habituelle de la matière à étudier sur la porte-objet par le moyen de la chaleur, le plasma de ces bactéries se contracte de manière perceptible; par suite, les parois opposées du corps des bactéries se rapprochent et les granulations qui s'y

accotent avancent les unes vers les autres et s'unissent. Au lieu de deux granulations nous n'en obtenons habituellement plus qu'une seule. Il y a lieu de supposer que surtout chez les jeunes bactéries les plus petites granulations se décolorent par des méthodes mentionnées précédemment. J'ai tâché, tout d'abord, d'éviter ces défauts en chauffant le réactif colorant plus fort que d'ordinaire lors de la coloration des bacilles de la tuberculose. Par suite une partie de la cire et de la graisse de la membrane fondent et les colorants et autres produits chimiques employés par la suite pénètrent plus facilement. On parvient à différencier le corps du bacille de la tuberculose en employant alternativement les solutions alcooliques indiquées ci-après de potasse iodo-iodurée et d'acide picrique aquatique. Le mordantage préalable permet aussi d'obtenir des préparations plus nettes du bacille de Koch. Outre ces méthodes il y a lieu de citer également parmi les principales méthodes anciennes :

I.

La méthode de C. Spengler :

- 1^o) Étaler la matière sur le porte-objet comme d'ordinaire.
- 2^o) Fixer en chauffant.
- 3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée qu'on chauffe jusqu'à émission de vapeurs, refroidir, enlever la couleur.
- 4^o) Traiter par la solution d'Esbach en parties égales avec de l'alcool à 96^o pendant 15 à 20 secondes.
- 5^o) Décolorer à l'acide nitrique à 15% quelques secondes.
- 6^o) Laver; décolorer à l'alcool à 60^o.
- 7^o) Laver abondamment, etc.
- 8^o) Traiter par la solution d'Esbach décrite (v. 4^o) pendant 2 à 3 minutes.

II.

Méthode de H. Kronberger :

- 1^o, 2^o, 3^o d'après la méthode picrique de C. Spengler.
- 4^o) Décolorer à l'acide nitrique à 15% et laver à l'alcool à 60^o.
- 5^o) Traiter par la teinture d'iode diluée (1/4 parties d'alcool à 60^o) pendant quelques secondes.
- 6^o) Laver abondamment, etc.

III.

Méthode iodo-osmique de A. Kirchensteins :

- 1^o) Colorer la matière à étudier (crachats) d'après la méthode picrique de Spengler.

Il est recommandé de rendre les crachats homogènes en y ajoutant une goutte de solution du natrium-nitrosum à 5^o et de les étaler ensuite soigneusement en couche mince entre les deux porte-objets.

2^o) Laver abondamment la préparation colorée de la manière décrite.

3^o) Laisser agir sur la préparation la dite solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 30 secondes, enlever l'excédent.

4^o) Faire agir sur la préparation la vapeur d'acide osmique à 0,25^o pendant 10 à 10 secondes.

Laver abondamment, etc.

IV.

Méthode à la fuchsine et au violet de méthyle de A. Kirchensteins:

1^o) Traiter les crachats de la manière décrite (voir méthode 3) à l'aide d'une solution de natrium-nitrosum à 5—10^o.

2^o) Colorer d'après la méthode picrique de C. Spengler; la différenciation habituelle à l'alcool picrique n'est pas nécessaire.

3^o) Colorer au violet de méthyle ou par le colorant dahlia (3—5 cm.³ de solution alcoolique saturée dans 100 cm.³ d'eau distillée) en chauffant jusqu'à émission de vapeurs; ensuite refroidir suffisamment (3 à 5 minutes).

4^o) Laver et décolorer à l'aide d'une solution alcoolique à 80^o de potasse-iodurée à 5^o pendant 10 à 15 secondes à peu près.

5^o) Laver, etc.

Après le 4^o, il est recommandé de faire agir pendant quelques secondes une solution fort diluée de Lugol.

V.

1^o) Mélanger aux crachats une goutte de solution de ferrocyanure de potassium à 2^o, étaler soigneusement une mince couche entre les deux le porte-objets, dessécher avec soin, lentement à l'air libre, laver soigneusement.

2^o) Colorer à la fuchsine phéniquée, chauffer le colorant jusqu'à ébullition, à plusieurs reprises, laver soigneusement.

3^o) Différencier et décolorer à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 30 à 50 secondes.

4^o) Traiter par l'acide picrique (1 partie de solution saturée dans 3 parties d'eau), laver soigneusement.

5^o) Employer ensuite la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 1 à 2 secondes; laver.

6^o) Retraiter à la solution d'acide picrique (voir 4^o) pendant 2 à 3 secondes.

7^o) Laver soigneusement pendant assez longtemps, etc.

VI.

1^o) Préparer les crachats d'après 1^o de la méthode 5, laver.

2^o) Fixer à l'acide chromique à 5^o pendant 30 à 40 secondes; laver.

3^o) Colorer avec une solution d'hématoxyline (de Delafield), chauffer jusqu'à ébullition, laver.

4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée (d'après la méthode 5); laver.

5^o) Différencier et décolorer d'après la méthode 5; laver.

D. METHODES DE COLORATION DES BACTÉRIES SPOROGÈNES ET DES SPORES.

Sous un certain rapport les études sur la structure intérieure des bactéries sporogènes sont d'une importance plus grande que celles des bactéries qui ne produisent pas de spores. De prime abord ces bactéries sont d'habitude plus grandes que les premières, par suite leur intérieur est plus facile à observer que celui des bactéries plus petites. Ensuite la forme spécifique du développement de ces bactéries, c'est à dire la spore, la structure intérieure de celle-ci ainsi que sa formation et sa germination attirent l'attention de l'observateur; en résolvant ces dernières questions et d'autres questions en rapport avec la structure et le développement des bactéries sporogènes, les assertions et les conclusions générales contribueront des veus plus exactes et plus justes sur la structure intérieure et le mode de développement de toutes les bactéries.

Parmi les nombreuses méthodes de coloration employées, j'en citerai ci-après quelques unes en mentionnant en même temps quelques espèces des bactéries, à l'étude desquelles j'ai employé ces méthodes. Il faut encore mentionner que les méthodes générales citées au début peuvent de même donner dans la plupart des cas des résultats satisfaisants, surtout en les laissant agir un peu plus longtemps (comme il est indiqué dans les méthodes décrites), les colorants cités et les autres réactifs pour obtenir des différenciations nettes sur les bactéries sporogènes à examiner.

I. COLORATION DES FORMES VÉGÉTATIVES DU DÉVELOPPPEMENT.

Méthodes employées pour le bacille de Zopf.

I.

1^o) Préparer les microbes provenant d'une culture pure comme d'habitude.

2^o) Fixer à l'acide picrique (solution d'Esbach et d'alcool à 96^o laver abondamment.

3^o) Colorer au vert de malachite (solution d'huile d'aniline), pendant 1 minute; laver abondamment.

4^o) Colorer à la fuchsine diluée ($\frac{1}{10}$) pendant 1 minute; laver.

5^o) Différencier avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 3—4 secondes.

6^o) Laver, etc.

II.

1^o) Fixer à l'acide sulfurique à 25% pendant 5 minutes; laver.

2^o) Fixer à l'acide picrique (solution d'Esbach et d'alcool à 96^o par parties égales) et flamber la préparation, laver abondamment.

3^o) Colorer au violet de méthyle (solution diluée au $\frac{1}{20}$) pendant 2 à 3 minutes, laver.

4^o) Fixer et différencier à l'aide de la solution de Lugol pendant 2 à 3 minutes ou bien par la solution de Lugol et alcool (par parties égales) pendant 10 à 15 secondes.

III.

1^o) Fixer à formaline pendant 5 minutes, laver.

2^o) Fixer à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée, en la flambant, laver.

3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 2 à 3 secondes, laver, etc.

IV.

1^o) Fixer à l'aide d'une solution de chlorydrate de platine à 5% et d'acide sulfurique à 25% en parties égales; laver.

2^o) Fixer à la vapeur d'acide acétique glacial pendant 1 minute; laver.

3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 2 à 3 minutes en chauffant; laver.

4^o) Colorer à l'aide d'une solution non diluée de Giemsa pendant 3 à 5 secondes, laver soigneusement.

5^o) Différencier par la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 5 à 6 secondes.

V.

1^o) Fixer à l'acide sulfurique à 25° et l'hématoxiline de Delafield par parties égales pendant 15 à 20 minutes; laver.

2^o) Colorer à la fuchsine phéniquée 2 à 3 minutes jusqu'à l'apparition des vapeurs; laver.

3^o) Différencier par la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 15 secondes.

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR LA COLORATION DU BACILLUS MYCOIDES.

I.

1^o) Fixer avec une solution saturée de sublimé pendant 5 minutes; laver.

2^o) Colorer à la solution du vert de malachite dilué au $\frac{1}{20}$ pendant 3 secondes; laver.

3^o) Différencier avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 1 minute; laver.

4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 10 secondes; laver.

5^o) Différencier avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 5 à 6 secondes; laver.

6^o) Décolorer à l'acide acétique à 10° pendant 3 à 4 secondes; laver, etc.

II.

1^o) Fixer avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée en parties égales avec l'acide acétique à 5° pendant 5 minutes; laver.

2^o) Colorer au vert de malachite dilué au $\frac{1}{20}$ pendant 5 secondes; laver.

3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée diluée au $\frac{1}{10}$ pendant 15 secondes; laver.

4^o) Différencier à l'aide de la solution déjà mentionnée (1^o), solution alcoolique de potasse iodo-iodurée et d'acide acétique pendant 1 à 2 secondes; laver, etc.

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR COLORER LE BACILLE DU CHARBON III.

- 1^o) Fixer à l'acide chromique à 5% pendant 5 minutes; laver.
- 2^o) Fixer avec un mélange de formaline, d'acide acétique à 3% et de potasse alcoolique iodo-iodurée (par parties égales) pendant 5 minutes; laver.
- 3^o) Colorer au vert de malachite dilué pendant 15 secondes; laver.
- 4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée diluée au $\frac{1}{10}$ en chauffant pendant 5 minutes; laver.
- 5^o) Décolorer avec la solution alcoolique de Lugol pendant 3 à 5 secondes; laver.
- 6^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 1 à 2 secondes.

IV.

- 1^o) Fixer à l'acide chromique à 5% en chauffant pendant 5 minutes; laver.
- 2^o) Colorer au vert de malachite pendant 1 à 2 secondes; laver.
- 3^o) Différencier à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 1 à 2 secondes; laver.
- 4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 2 à 3 minutes en chauffant; laver.
- 5^o) Différencier de nouveau à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 2 à 3 secondes; laver.
- 6^o) Décolorer à l'acide nitrique à 15% pendant 1 à 2 secondes.

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR COLORER LE BACILLE DU CHARBON.

I.

- 1^o) Fixer à l'acide chromique à 5% pendant 1 minute, ensuite avec l'acide nitrique à 15% pendant 1 minute; laver.
- 2^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 10 à 15 secondes; laver.
- 3^o) Fixer à l'acide picrique (solution saturée) pendant 3 à 5 secondes; laver.
- 4^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 15 à 20 secondes; laver.
- 5^o) Fixer avec la solution de Lugol pendant 3 à 5 secondes.
- 6^o) Différencier à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 15 secondes.

II.

1^o) Fixer à l'acide chromique et nitrique (comparez avec la méthode 1); laver.

2^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 10 à 15 secondes; laver.

3^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 10 à 15 secondes; laver.

4^o) Fixer à l'acide picrique (solution saturée) pendant 10 à 15 secondes; laver soigneusement.

5^o) Fixer à l'aide de la solution de Lugol pendant 10 à 15 secondes; laver.

6^o) Réduire à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 15 secondes; laver soigneusement.

7^o) Colorer au bleu de méthylène pendant 3 à 5 secondes.

2. *Méthodes de coloration de la structure intérieure des spores.*

Pour pouvoir observer la structure intérieure des spores surtout leur développement définitif, il faut choisir dans ce but des spores nouvelles et celles qui se trouvent dans de vieilles cultures.

I.

1^o) Fixer à l'aide de l'acide sulfureux à 5% pendant 5 minutes; laver.

2^o) Colorer à la fuchsine phéniquée en chauffant fortement jusqu'à ébullition pendant 5 minutes; laisser refroidir; laver.

3^o) Réduire d'abord à l'aide de la solution de May-Grunwald pendant 2 à 3 secondes; laver.

4^o) Réduire ensuite à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 15 secondes; laver.

II.

1^o) Mordancer à l'aide de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée en flambant; laver.

2^o) Colorer au violet de gentiane (Solution anilinée) pendant $\frac{1}{2}$ à 1 minute; laver.

3^o) Réduire avec la solution de May-Grunwald pendant 3 à 5 secondes; laver.

4^o) Différencier par le mélange d'hématoxyline de Délafield (1 partie), d'acide acétique à 3% (1 partie) et de la solution de potasse iodo-iodurée ($\frac{1}{2}$ partie) pendant 10 à 30 secondes.

5^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 1 minute à peu près jusqu'à apparition des vapeurs; laver.

6^o) Réduire avec la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 10 à 15 secondes.

III.

1^o) Mordancer avec la solution de potasse iodurée à 5% dans l'alcool en flambant; laver.

2^o) Colorer au violet de gentiane (solution anilinée) en chauffant légèrement; laver.

3^o) Différencier par le mélange de la II méthode: solution d'hématoxyline, acide acétique et potasse iodo-iodurée pendant 1 minute; laver.

4^o) Décolorer et réduire à l'aide de la solution (3^o) et de la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée par parties égales pendant 15 à 20 secondes; laver.

5^o) Colorer à la fuchsine phéniquée pendant 1 à 2 secondes; laver, etc.

LA GERMINATION DES SPORES.

Pour observer la structure des spores germinantes on peut se servir des méthodes citées employées pour les recherches sur la structure intérieure des formes végétatives ou des spores. J'indique encore ici une méthode qui a donné des résultats satisfaisants en étudiant le développement du bacille Zopfii déjà mentionné.

I.

1^o) Fixer par la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée en flambant; laver.

2^o) Colorer à la fuchsine phéniquée, en chauffant jusqu'à ébullition pendant 5 minutes, ensuite refroidir; laver.

3^o) Réduire par la solution alcoolique de potasse iodo-iodurée pendant 5 à 10 secondes; laver, etc.

3. Résultats des recherches sur la structure intérieure des bactéries.

I. Observations générales.

Au moyen des procédés et des méthodes de coloration indiqués ci-dessus on a réussi à faire des observations précises sur la structure intérieure du corps bactérien. Ces recherches ont démontré que dans le corps des individus de toutes les espèces de bactéries observées se trouvent couramment des *formations plus ou moins nettement distinctes du plasma*. Ces dernières ont des formes différentes: granulées, allongées ou bien en forme de croissant. Leur aspect et leur grandeur varient en raison du degré de leur développement,

comme nous le verrons ci-après plus en détail en étudiant le développement des bactéries. Il faut observer qu'elles aussi ont l'air de disparaître du plasma à un certain stade du développement comme le montrera plus loin le détail. Au commencement il y a eu discussion parmi les savants cités et encore beaucoup d'autres qui n'ont pas rencontré constamment ces granulations dans des bactéries examinées. Ce fait s'explique sans doute par l'imperfection des méthodes de recherches et de coloration et, en général, par le défaut d'observations systématiques. Quelques chercheurs ont estimé aussi ces études comme inutiles parce que d'après eux il était superflu d'examiner plus en détail le corps bactérien constitué d'un simple magma de protoplasme.

Mes recherches m'ont ensuite conduit à conclure qu'aux pôles des bactéries dans la plus grande partie des espèces se trouvent des corpuscules pôlares déjà mentionnés que j'appelle aussi "grains pôlares" (voir Planche III; fig. 14, 15 et autres).

Ces formations peuvent avoir une forme ou hémisphérique ou ronde; plus rarement elles sont allongées. Comme nous le verrons, leur taille peut varier suivant le stade de développement des bactéries. Dans quelques bactéries on trouve deux corpuscules pôlares au lieu d'un seul (Voir fig. 14, 15 et autres), dans d'autres le corpuscule pôlaire n'est visible distinctement qu'à une extrémité. C'est dans les jeunes cultures que l'on peut observer le mieux les changements d'aspect, de grandeur et le nombre de ces granules pôlares. Dans les cultures plus vieilles les granulations prennent peu à peu l'aspect de sphérules et comme nous le verrons après, elles peuvent même se détacher de la bactérie. Ordinairement, la plupart des bactéries cultivées sont toujours pourvues de ces grains pôlares. Par suite il faut supposer que la coloration des pôles des bactéries caractérise leur état de repos, ce qui est confirmé par les recherches sur le développement des bactéries.

Les observations décrites précédemment ainsi que ces dernières et les nombreuses figures ci-jointes prouvent que les opinions des observateurs mentionnés au début de cette note sont fausses, car d'après eux les granulations pôlares seraient produites artificiellement et entre elles se trouveraient un espace vide appelé vacuole. L'inexactitude de cette assertion est prouvée par le fait suivant: si l'on colore plus fortement les bactéries chez lesquelles on découvre des grains pôlares bien développés, tout le corps bactérien se colore uniformément. De même Hutyra (l. c.) et quelques autres observa-

teurs ont déjà signalé cette propriété. La coloration double du corps bactérien fournit une preuve plus convaincante. Ainsi par exemple nous pouvons colorer le plasma en bleu, tandis que les granulations conservent la coloration primitive (Planche I; fig. 16).

L'observation du corps bactérien à l'état incolore confirme une fois de plus que les formations granulaires susnommées contenues dans le plasma et surtout les corpuscules pôlaires ne sont pas produites artificiellement. Un éclairage ad hoc rend possible de distinguer dans les bactéries des formations sphériques plus ou moins nettement distinctes du plasma et se distinguant de celui-ci par une plus forte réfringence. C'est chez les bacilles incolores de la tuberculose et chez les microbes voisins, qu'elles se prêtent le mieux aux études. R. Koch signale déjà cette propriété des granulations du bacille de la tuberculose. Dans le corps bactérien ces formations sont disposées exactement aux endroits mêmes où les méthodes de coloration décrites les reproduisent (voir fig. 14, 15 et autres). Nous pouvons observer de même ces granulations dans le plasma et aux extrémités des bactéries sporogènes. C'est dans les jeunes cultures qu'on les examine le mieux, lorsque les bactéries se multiplient avec intensité et que le développement des spores n'a pas encore commencé. De même les jeunes spores ainsi que les spores germantes montrent un amas de matière distinct du plasma aux deux pôles. Comme on peut le voir dans les figures ci-jointes (v. Pl. VI; fig. 58, 59, 50 et autres) les spores rappellent dans ces cas, par leur aspect extérieur, les bactéries de type bipôlaires.

Les figures ci-dessus montrent que les granulations contenues dans le plasma peuvent se disposer non seulement aux pôles des bactéries, mais aussi sur les côtés de leur corps. Ces granules sont d'ordinaire reliées entre elles par des filaments ténus qu'on ne parvient pas toujours à rendre distincts chez les bactéries de petite taille. Chez les bactéries plus courtes, par exemple chez les bactéries typiques ovoïdes (v. fig. 14) ces granules sont d'habitude au nombre de une à quatre; s'il y en a trois ou quatre, elles peuvent se réunir sous forme de triangle ou encore former deux parallèles. Dans les bactéries allongées les filaments reliant les granules et fixés à leurs flancs, décrivent des spirales qui se prêtent aisément à l'observation dans le plasma des grandes bactéries qui vivent dans l'intestin des grenouilles (v. Planche III; fig. 21) ou encore font partie de la flore buccale (v. Planche III; fig. 22).

Ces observations faites chez les bactéries ainsi que chez les

moisissures confirment les assertions de Swellengrebel que les granules des bactéries peuvent vraiment se disposer en spirales et, par conséquent, qu'elles ne sont pas un produit de l'imagination de Swellengrebel, comme l'assurait A. Meyer (L. c.).

Il est plus difficile de distinguer les granules pareilles à celles qu'on vient de décrire dans l'intérieur des microcoques principalement à cause de leurs dimensions restreintes. Cependant au moyen des méthodes de coloration on parvient aussi à différencier les granulations distinctes du plasma. Il faut, en outre, indiquer que chez ces microbes en forme de sphérules, à certains stades de leur développement, la substance distincte du plasma peut également s'accumuler en deux points opposés et en raison de cette disposition les microcoques prennent ainsi un aspect bipolaire (v. Planche III; fig. 23).

2. *Formations granulaires rencontrées dans les bactéries comme parties intégrantes du corps bactérien.*

Mes recherches systématiques m'ont permis de compléter les observations et les conclusions de plusieurs chercheurs cités plus haut sur les formations granulaires contenues dans le plasma et considérées comme parties intégrantes du corps bactérien. J'en conclus que *les formations reproduites dans le plasma bactérien* au moyen des méthodes de coloration sus-mentionnées, *font vraiment partie de la structure intérieure des bactéries*. Elles sont par conséquent des *parties morphologiques des bactéries*, inséparables de la structure de leurs corps. Ces assertions sont prouvées et confirmées de plus par les expériences décrites ci-après et auxquelles j'ai fait allusion au commencement en traitant du développement des bactéries. Si ces formations manquent dans certains individus de quelques cultures, ce fait ne nous autorise pas encore à conclure que les granules observées dans les autres bactéries soient également transitaires et appartiennent aux "substances de réserve" de Meyer (volutine), car alors il ne nous resterait plus qu'à considérer tous les amas d'albumine des cellules de l'organisme, comme des substances de réserve. Cette quasi-disparition et réapparition des granulations est en relation avec le développement des bactéries comme je l'ai déjà dit et comme nous le verrons ci-après. Il ne faut pas non plus oublier que dans chaque culture pure ainsi que dans les milieux naturels des bactéries il y a toujours un grand nombre de bactéries mortes; de même il faut supposer qu'on y peut rencontrer des sujets incomplètement développés, gâtés et dégénérés, qui ne contiennent

sans doute pas toutes les parties de la structure observées chez les bactéries à développement normal. Je dois dire ici, que d'après les recherches de Hellstroem (87) on trouve couramment parmi les milliards de bactéries différentes qui vivent dans l'intestin 98% de mortes et de non viables.

Outre les observations rapportées, les faits suivants battent en brèche le système de Meyer (l. c.) ; de Grimme (l. c.) et d'autres qui affirment que les granulations découvertes par eux et autres observateurs dans le corps bactérien ne sont pas parties intégrantes des bactéries.

1^o) Meyer et Grimme n'ont trouvé de granulations métachromatiques ni d'autres granulations analogues ni dans le bacille Subtilis, ni dans le bacille mycoïdes dont on va parler ci-après, ni dans d'autres bactéries. Or, je les ai couramment rencontrées dans ces bactéries, ainsi qu'en témoignent les figures 24 et suivantes (v. Planche III et d'autres). La vultine d'Eisenberg (l. c.) dans le plasma des bactéries de l'intestin, du bacille typhique et d'autres bactéries, ainsi que les gouttelettes de graisse découvertes par lui dans le corps du bacille du charbon, de la morve en sont pour moi des formations analogues et sont parties intégrantes de ces bactéries à en juger par mes propres observations et par les reproductions ci-jointes. D'après mes observations ces granulations peuvent devenir microscopiquement invisibles dans les bactéries, comme le signalait déjà Eisenberg. Cependant ce fait n'est pas causé par la nature variable des substances de réserve, comme le suppose Eisenberg, mais par leur répartition en granulations très menues ou bien par leur diffusion dans le plasma à certains stades du développement de ces bacilles, comme Schaudinn, Zettnow et autres chercheurs cités au commencement l'ont observé et supposé.

2^o) Sur les dessins que Meyer a joint à ses exposés on voit dans le corps des bactéries des formations analogues à celles que j'ai découvertes aussi au moyen de ma méthode spéciale dans les bactéries étudiées auparavant déjà par ces observateurs. J'ai trouvé encore des granulations semblables dans les bactéries que Pénau (cité par Meyer) et Preisz (88) ont examinées. Les granulations découvertes par ces deux chercheurs sont reconnues par Meyer et Grimme comme parties intégrantes de la structure des bactéries. De même quelques dessins de Grimme montrent les granulations reproduites dans le plasma, pareilles à celles que j'ai reproduit au moyen de ma méthode. Grimme reconnaît ces granulations comme parties

intégrantes de la structure des bactéries. Ces observations m'ont conduit à supposer que la volutine, les gouttelettes de graisse et autres formations microscopiquement visibles dans le plasma bactérien et que Meyer et autres observateurs considèrent comme des substances de réserve font en réalité partie de la structure intérieure des bactéries, comme nous le voyons dans tous les dessins qui illustrent cet exposé. En poursuivant l'étude des transformations de ces formations et leur rôle dans la division des bactéries, j'obtins des preuves plus convaincantes de mes assertions.

Je n'ai nullement l'intention de contester qu'il y a sans doute dans le plasma de toutes les bactéries des matières qui servent exclusivement aux besoins de leur nutrition et de leur désassimilation. Ces matières peuvent s'amasser dans le corps bactérien ou bien se consumer pour les besoins de la désassimilation. Nous ignorons quelle forme elles prennent dans le plasma. En nous basant sur les faits mentionnés, il faut admettre les „granules de volutine“ microscopiquement visibles et les gouttelettes de graisse, non comme des substances de réserve, mais comme des particules intégrantes des bactéries.

On doit plutôt constater que les substances de réserve des bactéries se trouvent dans le plasma à l'état diffus ou bien sous forme de corpuscules si menus qu'il est impossible de les distinguer au microscope. En tout cas ces substances doivent être extrêmement variables, comme le signalent très à propos Meyer et d'autres chercheurs. Il en résulte qu'elles ne peuvent pas occuper dans le corps bactérien — même au cas où l'on pourrait les distinguer au microscope — une position déterminée, comme c'est le cas pour les granulations bipôlaires et les granules qui sont disposées, comme nous l'avons vu, le long des parois des bactéries ou bien sont reliées entre elles par des filaments.

3. *La matière nucléaire et le noyau dans le corps bactérien.*

Les recherches systématiques sur la structure intérieure des bactéries ainsi que les observations et les opinions des autres savants, opinions exposées au début de cette note, sur la présence de la matière nucléaire et du noyau dans le corps bactérien, nous obligent, directement pour ainsi dire, à considérer les formations granulaires que j'ai découvertes dans le plasma des individus de toutes les

espèces de bactéries, comme le noyau ou comme des particules morphologiques possédant les propriétés de la matière nucléaire. Nous avons le droit de tirer cette conclusion en raison de la présence constante de ces parties de la structure dans le plasma cellulaire des bactéries. De même la différenciation microchimique et morphologique du plasma confirme ces conclusions. D'après les données admises en histologie, chacune de ces deux parties de la structure du corps bactérien a son rôle biologique bien déterminé dans la vie des bactéries. Dans la cellule des animaux et des végétaux supérieurs, ainsi que chez les protozoaires un rôle correspondant doit être attribué au noyau et au plasma. C'est pourquoi on peut appliquer les mêmes conclusions à la cellule bactérienne. Les résultats des recherches décrites ci-après sur le mode de développement des bactéries satisfont complètement aux conditions posées par Schenck, Bencke et autres chercheurs cités au début à savoir qu'on aura le droit de considérer les granulations bactériennes comme appartenant à la chromatine seulement si l'on parvient à observer leur division.

Les protestations de Meyer et autres contre la nature nucléaire des granulations découvertes sont contestées déjà par les observations citées qui permettent de considérer les granulations contenues dans le plasma comme des parties intégrantes de la structure du corps bactérien. On peut citer aussi les répliques de quelques autres chercheurs contre les opinions de Meyer et de ses partisans sur la question du noyau bactérien. Schaudin (l. c.) défendant sa conviction sur la structure des bactéries admet des doutes fondées par rapport aux opinions de Meyer, d'après qui il n'est possible de caractériser morphologiquement le noyau qu'au moyen d'un certain procédé spécial strictement déterminé. De même Amato (l. c.) tire des conclusions pareilles et signale que les rapports respectifs du noyau et de la matière nucléaire des cellules des espèces inférieures et des réactifs colorants peuvent se distinguer de ceux du noyau cellulaire des animaux et des végétaux supérieurs. Les études de Francini (d'après Amato) en fournissent la preuve très nette. Cet observateur a remarqué que les cellules épithéliales du plexus chlorioideus des embryons de cobayes et des nouveaux-nés se prêtent aisément à la coloration au bleu de crésyl-brillant tandis que chez les sujets adultes des mêmes cobayes, ainsi que chez les grenouilles ce colorant n'est adsorbé par les cellules mentionnées que très faiblement et seulement après une durée plus prolongée. „Par conséquent rien d'étonnant,” dit Amato, à ce que la matière nucléaire des bactéries

ait d'autres propriétés que le noyau cellulaire des animaux". Les expériences confirment les indications d'Amato en permettant de constater en outre que les noyaux cellulaires des différentes cellules d'un même animal ont des propriétés chimiques différentes. En colorant par exemple les crachats d'après la méthode picrique de C. Spengler on réussit toujours à observer que les noyaux des cellules épithéliales se décolorent plus difficilement par les acides et l'alcool que les noyaux des autres cellules surtout ceux des leucocytes. Il en résulte donc que les noyaux des cellules épithéliales de même que les bacilles de la tuberculose adsorbent avec avidité les colorants. C'est pourquoi leurs propriétés chimiques sont autres que celles des leucocytes. Quant aux granulations contenues dans le plasma bactérien, nous pouvons y distinguer également des propriétés perceptibles différentes par rapport aux moyens de décoloration et de différenciation à juger par les fig. 25 (voir Pl. I.) et suivantes.

On peut y observer que quelques granules de chromatine ont pris la teinte bleue complémentaire, c'est à dire ont perdu la teinte première au rouge de fuchsine phéniquée, alors que les autres ont résisté davantage à la décoloration. Quelques granulations ont pris la teinte mixte des deux colorants employés. Il est même possible de distinguer des granules pôlaires en rouge à l'une des extrémités de la bactérie tandis qu'elles sont bleues ou de couleur mixte à l'autre. Il faut admettre que dans ces cas aussi de tels phénomènes ont pour cause la composition chimique différente des granules qui, de son côté, dépend du stade de développement de ces granulations. Kronberger (l. c.) a observé même qu'il est possible de trouver constamment à l'aide de certaines méthodes de coloration des bactéries à propriétés chimiques différentes parmi les bactéries d'une seule et même culture pure. Il suffit pour cela d'employer la coloration double employée par lui-même (v. Pl. I. fig. 26). Kronberger suppose de même qu'une différence de développement est la cause de cette variation des teintes dans les bactéries colorées.

Ainsi, comme nous l'avons vu, les formations granulaires de la matière nucléaire sont des particules du corps bactérien colorées différemment selon leur stade de développement, c'est à dire leur âge; par conséquent, il faut supposer que dans ce cas la composition chimique différente du plasma joue un rôle moins important dans la variations des couleurs que les propriétés chimiques de la matière nucléaire répartie dans le plasma qui de son côté règle les propriétés physiques et chimiques de la cellule bactérienne tout entière.

Mes observations ordinaires et les reproductions qu'on en voit dans les figures ci-jointes, nous autorisent à rejeter les opinions admises sur les propriétés du noyau bactérien, propriétés qui seraient complètement identiques à celles du noyau cellulaire dans les cellules des animaux et des végétaux supérieurs, comme le prétendent Meyer et d'autres observateurs. La matière nucléaire des bactéries se comporte différemment avec des colorants identiques, comme nous l'avons vu; aussi avons-nous le droit de renoncer à désigner les formations granulaires du corps bactérien sous le nom de noyau et pouvons-nous plutôt les appeler *granules nucléaires* ou *granules de chromatine*, c'est à dire granules de matière nucléaire, comme certains chercheurs l'ont déjà proposé. En employant ces dernières désignations nous voulons insister sur le fait que le noyau bactérien se distingue plus ou moins nettement du noyau des êtres supérieurs par ses propriétés chimiques et morphologiques. Naturellement, au point de vue biologique, comme on le verra plus loin, il joue dans la vie des bactéries un rôle aussi important que celui des êtres supérieurs. Les désignations peu exactes employées jadis, pour désigner ces formations, comme „granules métachromatiques“, „granules bactériens“, „formations granulaires“ et autres seraient à rejeter comme inutiles et fausses.

Nous aurions quelque droit de considérer, comme noyau bactérien uniquement les granules nucléaires ou bien les amas qu'elles forment et que l'on rencontre dans le plasma bactérien à „l'état de repos“ des bactéries. On pourrait appeler „état de repos“ le stade de développement auquel arrivent les bactéries lorsque, parfaites, elles n'ont pas encore commencé à se diviser. Il va sans dire qu'il est assez difficile de saisir ce stade chromatiquement par suite de la multiplication rapide des bactéries et du changement ininterrompu des parties de leur corps. C'est chez les microcoques que l'on observe le plus aisément ce stade. Chez ceux-ci on peut admettre comme „état de repos“ le stade de développement auquel il est possible de distinguer au centre de ces microbes une granulation nucléaire, qu'il y a lieu de considérer comme le noyau des microcoques. Il est plus difficile de déterminer „l'état de repos“ chez les bactéries. Si les granules nucléaires sont disposées aux deux extrémités de ces bactéries, c'est à dire si la coloration bipolaire des bactéries caractérise „l'état de repos“ de ces bactéries, les noyaux doivent s'y trouver au nombre de deux. Les six granulations qu'on voit fig. 4, considérées par Meyer comme des

noyaux, sont d'après nous des granules nucléaires et proviennent, comme nous le verrons, en examinant le mode de développement des bactéries, d'amas de la matière nucléaire aux pôles des bactéries, c'est à dire des noyaux de „l'état de repos“ des bactéries. De même les granulations reliées par des filaments dans les bactéries longues qu'on voit dans les dessins de Swellengrebel (fig. 5, 6), d'Amato (fig. 9), de Guillermond (fig. 3, c, d.), et dans les miens (planche III, fig. 15, 21, 22 et suiv.) doivent être regardées comme des granules nucléaires. Dans les bactéries courtes surtout dans les vibrions et dans les bactéries du type bipolaire, la disposition nettement visible des granules nucléaires en forme d'un triangle, indique un stade de développement correspondant à celui des bactéries longues de grande taille. Au cas où ces bactéries cessent de se diviser, quand par exemple, des conditions extérieures défavorables empêchent leur multiplication, les granules nucléaires reliées par les filaments se rangent en spirale dans le corps bactérien, comme nous l'avons vu et par conséquent paraissent appartenir à „l'état de repos“ du développement des bactéries. En raison de tout ce que je viens de dire, nous n'avons donc pas le droit de désigner une pareille disposition des granules nucléaires dans le corps bactérien sous le nom de „noyau spiriforme“, comme le suppose Swellengrebel (l. c.).

On voit par les résultats de ces recherches que les observateurs (dont plusieurs cités au commencement) ont eu tort d'affirmer que la matière nucléaire n'est pas encore complètement distincte morphologiquement du plasma dans les bactéries. On rencontre dans le plasma des individus de toutes les espèces de bactéries des formations plus ou moins nettement distinctes du plasma et qui sont de nature nucléaire. Les opinions de Benecke (l. c.) et d'autres chercheurs déjà nommés et identiques aux assertions de Haeckel sur les cytodes qu'il admet comme les prédécesseurs des êtres vivants doivent être regardées comme non-fondées; il est certain qu'il n'y a pas d'être sans granules nucléaires parmi les bactéries connues. Il faut donc supposer qu'il n'existe plus sur terre d'êtres primaires, du moins on ne les rencontre pas parmi les bactéries.

II PARTIE.

DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIES.

Développement des différentes espèces des bactéries.

Recherches et opinions courantes sur le mode de la multiplication des bactéries.

Il était impossible de tirer des conclusions exactes sur le développement et la formation du corps des bactéries avant que la structure intérieure du corps bactérien n'ait été étudiée en tout sens. Par conséquent, jusqu'à présent, les manuels et les exposés détachés ne donnent sur cette question que de courtes indications sur la multiplication des bactéries par scissiparité. Mais on n'a pas encore institué des recherches systématiques sur le détail des changements qui s'opèrent dans le corps des bactéries au cours de leur croissance et de leur développement. La plupart des observateurs les ont jugées superflues, se demandant quels changements pourraient bien avoir lieu dans le corps bactérien uniquement composé de plasma, d'après les opinions courantes. Nous avons vu que certains chercheurs avaient renoncé à cette peine, supposant qu'il n'est pas possible de poursuivre les changements des particules du plasma pendant la division du corps bactérien à cause de la petitesse des cellules bactériennes, comparées aux autres cellules. Parmi les auteurs des manuels les plus récents, je puis citer Benecke (l. c.) qui exprime généralement les opinions semblables d'autres observateurs sur la division des bactéries. Il suppose que lorsque les bactéries ont atteint une certaine longueur, la plaque équatoriale se transforme en cloison qui divise le corps bactérien.

Il n'y a que peu de chercheurs qui aient reconnu qu'il y a dans le plasma bactérien un noyau ou des formations appartenant à la matière nucléaire; ils ont tâché d'étudier la participation de ces particules à la division des bactéries. Babes (l. c.) le premier a signalé que les granules qu'on rencontre dans le plasma sont de nature nucléaire et participent directement à la multiplication des bactéries et au développement des spores. Selon ses observations, aux pôles des bactéries et surtout à l'équateur apparaissent des corpuscules ronds ou allongés dont le partage amorce la division de la cellule bactérienne en deux parties. Des observateurs récents: Guillermond (l. c.), Swellengrebel (l. c.), Amato (l. c.) et autres, qui ont étudié le corps bactérien, signalent que le noyau participe à la division des

bactéries. Guillermond (89) fait la description de la division du noyau chez les levûres; ce phénomène se produit d'une manière pareille à la division indirecte du noyau cellulaire des végétaux supérieurs. Ensuite Guillermond (90) observa chez le bacille mycoïdes l'apparition de granulations disposées l'une en face de l'autre le long des parois de ces bactéries (fig. 3, d.). Ces granulations servent après à la formation de la cloison qui à la fin partage la cellule en deux. D'autres chercheurs comme Fuhrman (l. c.), Kohl (91), Pénau (92) ont distingué une division nucléaire chez les levûres. Amato (l. c.) dit en même temps que la matière nucléaire en „état de repos“ tend à occuper la périphérie du corps bactérien, principalement les extrémités, comme les corpuscules pôlaires déjà décrits. Avant la division des bactéries la matière nucléaire se dispose dans leur partie centrale en plaque équatoriale, semblable à celle qu'on observe à la division des cellules des êtres vivants supérieurs. Cette plaque se divise ensuite en deux parties qui d'après lui donnent plus tard naissance à l'amas de matière nucléaire à l'une des extrémités de la nouvelle cellule. Georgewitsch (93, 94) décrit l'intervention de petites granules pareilles sur les bords d'une certaine bactérie avant la division de celle-ci; la cloison commence à se former à partir de ces granulations; ensuite c'est la division des granules, puis de la cloison et, à la fin, la bactérie elle-même se partage en deux parties. Guillermond (95) étend les recherches sur la division des levûres. Il trouve les figures jointes aux exposés de Fuhrman et de Swellengrebel peu persuasives et leurs conclusions quant au nombre des chromosomes fausses. D'après les observations de Guillermond, la division du noyau des levûres s'opère d'une manière analogue à celle des champignons supérieurs. Les différents degrés de la division sont bien visibles dans les dessins joints à son exposé (voir fig. 27).

Au début de la division de ces microbes (prophase) une formation incolore (achromatique) fusiforme apparaît à l'intérieur, au centre de laquelle il est possible de distinguer un amas de granules, assemblés en *plaque équatoriale*. D'après lui, on parvient quelquefois à observer aussi à chaque bout du fuseau décrit un petit grain qui correspond d'après Guillermond au *centrosome*. Au stade suivant de la division (anaphase) le fuseau s'allonge et les dites granulations se dispersent dans le fuseau entier. Ensuite vient le dernier stade de la division (télophase); le fuseau devient difficile à distinguer, les grains — *chromosomes des levûres* d'après Guillermond se reportent aux deux extrémités; on recommence à distinguer nettement aux

pôles des bactéries les noyaux qui se sont nouvellement formés de ces granulations. A cause des dimensions microscopiques il n'est pas possible de déterminer le nombre des chromosomes. Se basant sur les recherches systématiques et les observations exactes de Guillermond, Pailot (96,97) a publié, récemment encore, deux exposés sur la morphologie et la division de quelques bactéries, sans d'ailleurs apporter de clarté nouvelle dans cette question. Dans son dernier traité l'auteur indique que le polymorphisme des bactéries dépend du stade de leur développement.

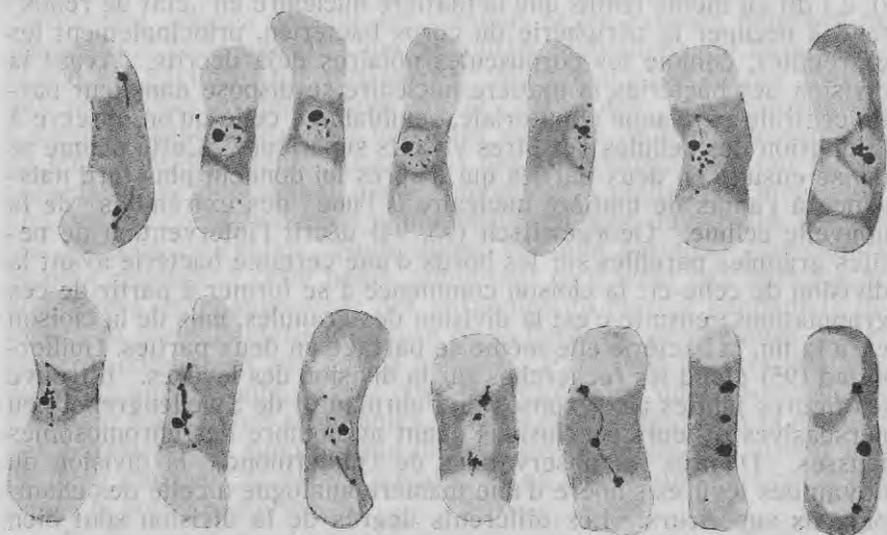


Fig. 27. Mitose dans l'asque de *Schizosaccharomyces octosporus* (d'après Guillermond).

Figures 1 à 4. — Noyau au repos, après la copulation. Figure 5 à 6. — Première mitose : plaque équatoriale. Figures 7 à 10. — Id. Début de l'anaphase. Figure 11. — Id. Fin de l'anaphase. Figures 12 à 14. — Id. Téléphases.

Ordinairement les mêmes savants déjà nommés qui ont contesté les recherches sur le noyau bactérien, s'opposent également aux conclusions d'autres observations mentionnées au commencement sur le mode de développement du corps bactérien. Benecke (l. c.) dit par exemple, qu'on peut douter des observations de Guillermond : lui, Benecke, suppose que les granulations décrites ne sont que la reproduction de la cloison, apparue lors de la division des bactéries.

Il complète ses indications sur la division des bactéries, en disant que si l'on veut être honnête, il faut avouer son ignorance complète du mécanisme de la croissance des bactéries.

Ayant pour but d'éclaircir la question du développement des bactéries et d'ajouter de nouvelles preuves aux observations sur la structure des bactéries, dont on a parlé au commencement, j'ai fait des recherches systématiques chez les individus de toutes les espèces de bactéries. De prime abord, j'ai étendu les recherches sur les bactéries les plus petites, principalement sur les microbes pathogènes. Je les colorais d'après les méthodes décrites précédemment. En raison des dimensions trop restreintes de ces microbes, il était, au commencement, assez difficile de suivre toutes les transformations qui s'opèrent dans la cellule bactérienne au cours de sa division et de son développement. On voit par les descriptions et les dessins suivants qu'il est possible aussi à cette occasion d'acquérir la conviction que le noyau, ainsi que les granulations nucléaires, participent constamment à la division des bactéries. J'ai obtenu des notions plus exactes de ces phénomènes, en examinant la multiplication de quelques bactéries de plus grande taille que j'ai trouvées, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, dans l'intestin de la grenouille (*Rana fusca*). Peu à peu, en me servant mieux des procédés de coloration, il me fut possible d'obtenir des résultats également nets aussi sur le mode de division des bactéries plus petites. Ce sont, surtout les bactéries sporogènes qui m'ont été utiles dans mes études; j'ai examiné le développement des bacilles *Subtilis*, *Mycoides*, *Zopfii*, *Anthraxis*, *Tetani* et d'autres. Il y a lieu d'indiquer ici que les phénomènes de la transformation des granules nucléaires ainsi que du noyau, ne peuvent pas être considérés comme étudiés dans tous les détails. Cette observation s'applique premièrement à la participation des centrosomes à la division des cellules ainsi qu'à l'aspect morphologique et au nombre des chromosomes. Les descriptions et les dessins ci-après en fournissent la preuve.

1. *Division et multiplication des bactéries cocciformes.*

La délimitation du noyau ainsi que de la matière nucléaire du plasma des microcoques se prête difficilement à l'observation morphologique; ce fait ne permet pas de tirer une conclusion tout à fait exacte sur le mode de développement de ces microbes. Il faut supposer que non seulement les dimensions restreintes des microco-

ques, mais aussi leur situation particulière parmi les autres bactéries sont la cause de ces rapports réciproques du noyau et de la matière nucléaire dans la cellule des microcoques. Chez les plus gros microcoques il est possible de suivre partiellement leur développement en se servant des méthodes ad hoc. Les dessins ci-joints nous montrent que les microcoques s'allongent avant leur division, rappelant à ce stade de leur développement les bactéries courtes à forme de bâtonnet. (Planche III, fig. 23 et 28.) Avant leur division la matière nucléaire se reporte aux extrémités de ces formes allongées. La zone transversale de plasma qui se trouve entre elles est faiblement colorée. Chez les diplocoques ainsi que chez les streptocoques cette zone réunit les membres ronds et hémisphériques de ces microbes. Les dessins suivants nous montrent aussi que deux granules se sont réunies dans la matière nucléaire, amassée aux pôles des microcoques non encore divisés comme on le verra ci-après lors de la division et du développement des bactéries à forme de bâtonnet. Neisser a distingué une petite granule sur les bords du coccus dans la zone transversale chez les staphylocoques. Dans la figure précédente ainsi que sur les dessins ci-après, on voit de même une ou deux de ces granules sur un côté ou sur les deux côtés du coccus. Lorsqu'ils ont disparu après la segmentation des microcoques on peut distinguer aussi le grain nucléaire quelque temps au centre du coccus. Ces granulations latérales donnent naissance à l'amas plus haut décrit de matière nucléaire, rappelant les granules polaires. La participation du noyau de la sarcine et du tétragène à la division et au développement (Pl. III, fig. 29; Pl. IV, fig. 30) de ces microbes dans leurs stades différents ressemble, comme nous le voyons, à la multiplication des bactéries en forme de bâtonnet (voir figures suivantes).

2. *Division des bactéries non-sporogènes à forme de bâtonnet.*

C'est chez les *bactéries de grande taille* bacilliformes que l'on peut étudier le mieux, au cours de leur multiplication, les divers changements de noyau (de la matière nucléaire). On peut, toutefois, observer suffisamment les changements chez les plus petites d'entre elles chez les bâtonnets courts. Les détails que l'on peut le moins bien observer extérieurement chez ces dernières doivent être complétés par des études sur la reproduction et la division des bactéries plus grandes. On se fait une conception satisfaisante sur le mode de division des bactéries en étudiant les *bactéries ovoïdes et les*

vibrions qui leur sont voisins au rapport morphologique et peut être aussi au point de vue biologique. Les *bactéries s. d. granuleuses*, au nombre desquelles on compte jusqu'à présent les bacilles de la tuberculose, de la diphtérie, de la morve et d'autres, qui leur sont voisins, sont rangés par Miehé (99) et Lehman dans un groupe nommé mycobactéries (bactéries-champignons) distincts des autres groupes de bactéries. De même ici leur division est traitée à part des autres bactéries.

I. Division des bâtonnets courts.

La division des bactéries courtes ressemble dans ses premiers stades à la multiplication des microbes sphéroïdaux déjà décrits, surtout les formes jeunes qu'on désigne aussi souvent sous le nom de "cocco-bacilles". Il est difficile d'observer la délimitation de la matière nucléaire du plasma surtout dans les formes jeunes. Ces formes étant relativement plus avides des colorants que les bactéries adultes, on suppose qu'avant leur division la matière nucléaire y est dispersée dans le plasma tout entier. Lorsque les bâtonnets courts deviennent plus longs, on peut distinguer à leurs extrémités des amas de matière nucléaire (v. Planche IV. fig. 31).

La division de ces bactéries commence par l'apparition du granule nucléaire sur l'une des parois vers le milieu de la bactérie. Un filament menu va de cette granulation à une autre pareille située à la paroi opposée. Les granules nucléaires se divisent ensuite en deux parties, l'une après l'autre. Souvent on peut observer dans ces bactéries et aussi dans d'autres comme le montrent les dessins suivants une formation cunéiforme; cette dernière paraît provenir de l'union des filaments qui relient deux granules disposées sur l'un des bords avec une granule située à l'opposé. Dans les bactéries plus grandes où il est possible de différencier suffisamment 1) le plasma, 2) la matière nucléaire et ses formations, les formations susdites se remplacent par la liaison des granules laterales entre elles et en triangle. Après l'apparition de granules sur les deux côtés, les filaments s'établissent entre elles et ressemblent, à ce stade, à une mince cloison colorée avec plus d'intensité que le plasma. Nous ne pouvons mieux les comparer qu'à la *plaque équatoriale* des autres cellules. Après sa scissure la bactérie se divise enfin en deux parties. Ensuite les granules restées au pôle des jeunes bactéries se rapprochent, aux extrémités, des bords des bactéries, se confondent et donnent naissance aux granules polaires déjà décrites. Ce phénomène est dis-

inctement visible sur le dessin suivant (Planche IV; fig. 33) qui montre la division du pneumo-bacille. Dans les vieilles cultures ces granulations sont très faciles à distinguer aux pôles des bactéries.

II. Divisions des bactéries ovoïdes.

Chez la plupart des bactéries colorées par les procédés habituels les parois du corps bactérien paraissent former des parallèles. Seulement chez les bactéries dites ovoïdes, au nombre desquelles on compte comme type les *Pasteurella* de Lignières, les parois semblent être convexes. Si l'on colore au contraire les bactéries par les procédés mentionnés au commencement, on parvient à distinguer que la plupart des individus des autres espèces de bactéries rappellent par leur aspect extérieur les bactéries du type ovoïdes dont les unes sont plus allongés et les autres plus courts. Les extrémités de ces derniers sont arrondies, tandis qu'elles sont pointues chez les types allongés. Les cellules bactériennes elles-mêmes sont minces et leur paroi se rapprochent aisément l'une de l'autre si l'on emploie des procédés de coloration défectueux. Parmi les bactéries du type ovoïde, j'ai observé plus spécialement le bacille paratyphi et quelques agents de la septicémie hémorragique (*b. bipolaris equisepticus*), en outre le bacille du pus bleu, le bacille fluorescens liquefaciens et d'autres qui ressemblent aux premiers par leur aspect extérieur. Comme les parois de ces bactéries sont très éloignées l'une de l'autre surtout vers leur milieu, à l'endroit le plus creux les modifications intérieures occasionnées par la division des microbes sont assez distinctement visibles. La multiplication de ces bactéries que montrent les figures 33, 34 (Planche IV) et suivantes confirme entièrement ce que j'avais dit: on peut distinguer facilement l'apparition de la granule nucléaire sur l'une des parois de la bactérie, ensuite sur l'autre; il y a lieu de supposer que ces granules proviennent des masses nucléaires amassées aux pôles, car leurs dimensions diminuent au cours de la division; il paraît qu'elles peuvent même disparaître (Planche IV, fig. 32). On peut considérer comme le stade suivant de la division le moment où les granules se reliaient entre eux par les filaments déjà mentionnés tout en continuant à se diviser; ensuite vient la division du corps même de la bactérie et la disposition de la matière nucléaire aux pôles des jeunes bactéries, comme nous l'avons vu précédemment. Parmi les vibrions j'ai examiné la structure et la multiplication du vibron cholérique et de quelques vibrions

plus petits ou plus grands qui vivent dans l'eau. De tous les microbes ovoïdes étudiés, ceux-là changent extraordinairement leur aspect naturel extérieur d'après les procédés de coloration employés, procédés qui les obligent à se contracter. La cause en est probablement leur contenu semi-fluide et leur membrane très mince. En déséchant les préparations apprêtées de la manière habituelle à la flamme d'un bec de Bunsen on aperçoit les reproductions de ces germes telles qu'on les rencontre ordinairement dans les manuels, où ils ressemblent à de minces bacilles virgule ou repliés en forme de haricot. En réalité, ces vibrions et d'autres analogues ont un aspect ovoïde. Nous les distinguons aussi sous la même forme quand ils sont incolores. En les colorant par une méthode bien adaptée, nous pouvons observer ne outre que les vibrions pliés des préparations colorées à la manière habituelle se composent de deux cellules réunies aux extrémités et repliées légèrement sur elles-mêmes. Lorsque ces dernières se détachent l'une de l'autre, elles sont quant à leur aspect extérieur tout à fait pareilles aux bactéries du type ovoïde déjà décrites (Planche IV, fig. 35). La division des vibrions s'opère d'une manière analogue à celle des autres bactéries ovoïdes examinées. Sur le dessin ci-joint on voit le mécanisme de leur division schématique et fortement agrandie (Planche IV, fig. 36). A présent je profite de l'occasion de contester les opinions de Fischer (l. c.) et de ses partisans sur la plasmolyse dans la cellule bactérienne, car ce sont justement les individus de ce groupe de bactéries qui ont été utilisés par lui pour ses études. Tout ce qui a été dit auparavant sur la structure des bactéries, surtout les indications concernant la participation régulière des granules à la multiplication de ces bactéries prouvent que, dans ce cas, et d'autres semblables, il ne peut être question de plasmolyse. De même les observations suivantes sur la division des bactéries dans lesquelles Fischer n'a pas distingué „de phénomènes plasmolytiques“ sont une preuve de la fausseté de ces assertions et de celles de ses partisans. Tout ce qui a été dit sur la division des bactéries ovoïdes peut être complété par les résultats de l'examen de la multiplication d'une grande spirochète trouvée dans les narines d'un cheval. On voit sur le dessin ci-joint (Planche IV, fig. 36) que le corps de la longue spirochète peut se transformer en bactéries moins grandes ressemblant tout à fait aux germes ovoïdes décrits. Les grandes bactéries qui vivent dans l'intestin des grenouilles reproduites au commencement et mentionnées plus tard, rappellent de grandes bactéries

ovoïdes avec des extrémités pointues et complètent le cycle des observations.

Sur le dessin (Planche IV, fig. 38) ci-joint on voit tous les stades de la division de cette bactérie. Il y a surtout lieu de remarquer le développement des granules nucléaires disposés aux pôles en deux parties. Ces dessins nous montrent encore que les grandes bactéries peuvent aussi détacher de leurs extrémités de nouvelles bactéries. Le dessin reproduit précédemment peut s'appliquer également à la multiplication et à la division de la grande spirochette de la flore nasale du cheval. Les jeunes bactéries peuvent être reliées entre elles (Planche V, fig. 38) encore quelque temps par le filament de plasma qui rappelle le plasmodesme des cellules des végétaux supérieurs.

III. *Multiplication des bacilles de la tuberculose et des bactéries voisines.*

Plusieurs chercheurs récents désignent d'habitude les microbes de la tuberculose et les microbes morphologiquement voisins, comme les bacilles de la diphtérie, de la morve et d'autres sous le nom de „bactéries à granules“; c'est surtout parce qu'elles donnent naissance à des formations granuleuses libres (les granules cités) qui se prêtent assez aisément à l'observation dans le corps de ces microbes par l'emploi de certaines méthodes de coloration. A cause de leurs propriétés biologiques et morphologiques Miehle (l. c.) et autres en font une classe à part parmi les bactéries. J'ai dit au commencement que les doctrines sur la présence des formations granuleuses dans le plasma des bacilles de la tuberculose sont assez peu précises: il y a des chercheurs qui les y rencontrent souvent, d'autres rarement. Comme on le verra plus loin, les observateurs nommés et d'autres sont encore moins renseignés sur leur valeur. C'est seulement après la découverte de la méthode picrique de C. Spengler (l. c.) et surtout des méthodes récentes de coloration du bacille de la tuberculose, comme celle de H. Kronberger (l. c.) et d'A. Kirchensteins (l. c.) qu'on eut la possibilité de se convaincre que ces granules ne font jamais défaut dans le plasma de ces bacilles (fig. 28). Chez les bactéries décrites la nature nucléaire de ces granules se manifeste par leur participation à la division de ces bactéries. Jusqu'à présent il n'était pas possible de constater exactement ce fait chez les bacilles de la tuberculose. Pour cette raison

quelques chercheurs, comme C. Spengler et ses partisans, H. Kronberger, A. Kirchensteins et autres ont admis que les granules du bacille de Koch ont les propriétés des spores. Cependant étant donné les résultats obtenus concernant la participation des granules nucléaires des autres bactéries à la division de leur propre corps, nous avons pu admettre à priori qu'il fallait attribuer un rôle semblable

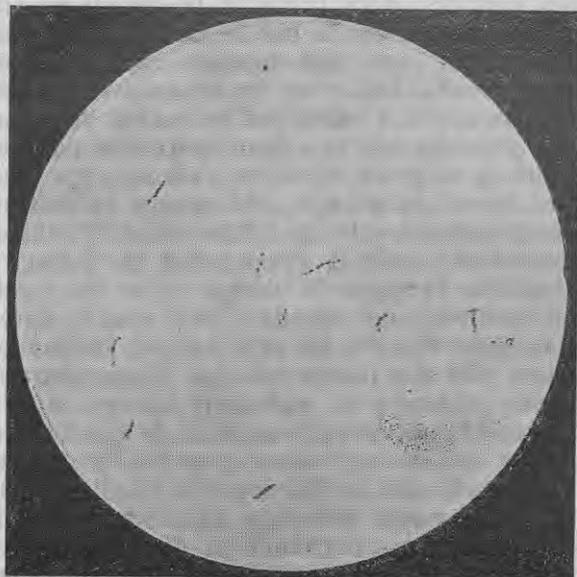


Fig. 28.



Fig. 29.

Développement du *b. mycoides* (a) et du *b. radicosus* (b) (d'après Guillaumond).

aux granules des bacilles de la tuberculose et que ces granules ne sont pas des spores au sens habituel de ce mot. La preuve en a été faite par l'emploi de méthodes adaptées. Les dessins ci-joints montrent (Planche II., fig. 20 et 40) qu'à un certain stade de développement, dans la cellule du bacille de la tuberculose, les granules ne s'étendent pas d'un bord jusqu'à l'autre, comme on le voit sur les reproductions des bacilles de la tuberculose d'après K. Kronberger, A. Kirchensteins, Much et autres, mais qu'ils se composent en réalité de deux granules séparés, disposés l'un en face de l'autre sur les parois de la cellule. Lorsque ces granules se mélangent, ce qui a lieu ordinairement aux pôles de toutes les autres bactéries, une

seule granulation ronde ou allongée apparait, d'habitude beaucoup plus grande que celle qui se trouve au centre de la bactérie (Planche II., fig. 40). De même les granules des côtés opposés peuvent se mélanger à cause de la contraction ou de la disparition de la substance même des bacilles; par exemple elles se décomposent sous l'influence des moyens de défense de l'organisme ou bien même dégènèrent dans les vieilles cultures pures (Planche II., fig. 41 et 42). Les dessins ci-joints nous montrent que le bacille de la tuberculose est un bâtonnet allongé, ovoïde. Les plus menus d'entre eux, les formes jeunes ressemblent tout à fait à des bactéries ovoïdes de petites dimensions. Nous pouvons y observer de même des granules le long des parois, granules qui se relient entre eux par des filaments menus. Lorsque la nouvelle bactérie s'allonge, les granulations se réunissent en forme de triangle, phénomène suivi bientôt de l'apparition d'une zone transversale précédemment décrite et qui rapelle la plaque équatoriale; celle-ci s'étend d'un bord jusqu'à l'autre du corps de la bactérie et forme la cloison entre deux cellules nouvelles. Il faut supposer que pendant une courte durée (Planche II., fig. 40, a, b, aussi fig. 20) on peut encore distinguer deux granulations à chaque pôle des jeunes bacilles. Cependant ce phénomène s'observe assez rarement et seulement au cas où il y a par exemple dans les crachats une grande quantité de ces formes, c'est à dire lorsque s'opère une multiplication intensive du bacille de Koch. En général il semble que la division des bacilles de la tuberculose et la formation de sujets nouveaux se produise relativement lentement et que les cellules particulières des jeunes bactéries restent assez longtemps reliées en chapelet. Par suite, les granules nucléaires, se reliant avec les granules symétriques peuvent décrire dans les bacilles plus allongées (Planche II., fig. 41, de même fig. 20) des spirales pareilles à celles que nous avons vu dans les reproductions des longues et grandes bactéries décrites précédemment. Les cellules reliées par 2 ou bien par 3 ou 4 se recourbent en dedans (Planche II., fig. 20, 40) et par là les bacilles de la tuberculose prennent un aspect qui rappelle celui du vibron de choléra et des microbes voisins dont la forme recourbée est de même origine, comme nous l'avons vu.

En terminant l'étude du développement des bactéries non-sporogènes, on a l'occasion de comparer les changements étudiés dans le corps de ces microbes avec les changements analogues observés au cours de multiplication des cellules des animaux et des

végétaux supérieurs. C'est un mode de division qui nous intéresse au premier chef: est-ce une multiplication directe (par l'amitose), comme par exemple chez quelques animaux primaires ou bien indirecte (par la mitose) par une transformation du noyau aussi compliquée que chez les cellules des êtres vivants supérieurs. En raison de tout ce qui à déjà été dit et en examinant les nombreuses figures qui reproduisent la division des cellules bactériennes, il faut avouer que le mode de division des bactéries n'est complètement identique ni à la multiplication directe, ni à la multiplication indirecte de celles-ci. Comme on le voit, la division des bactéries ne s'opère pas de la manière habituelle par une simple division du plasma et des granules nucléaires en deux parties. La réunion graduelle de ces derniers par des filaments et le développement de la zone transversale en plaqué équatoriale au milieu du corps bactérien indiquent que la division des bactéries est plus compliquée que la simple amitose. Nous pouvons la considérer comme un degré intermédiaire entre la division directe et la division nucléaire; après nous verrons qu'on peut observer déjà cette dernière chez les bactéries sporogènes. Dans les bactéries de ce groupe on ne rencontre pas de formations rappelant des centrosomes. Marx et Woithe (l. c.) tendent à signaler comme tels les granules de Babes-Ernst c'est à dire les granules nucléaires. Nous avons vu que ces derniers participent à la division des cellules bactériennes de la même manière que le noyau cellulaire des organismes supérieurs; par conséquent il est impossible de les prendre pour des centrosomes. On peut plutôt considérer les grains nucléaires comme des formations pareilles aux chromosomes, car ils proviennent de la matière nucléaire et comme nous l'avons vu ce sont eux à leur tour qui s'amassent en granules nucléaires plus grands. En ce cas les chromosomes, dans ces bactéries, sont au nombre de deux.

IV. Développement des bactéries sporogènes.

Le mode de développement des bactéries sporogènes n'est pas aussi simple que la multiplication déjà décrite des microbes non-sporogènes. Cette opération se complique par la formation de la spore, forme du développement de ces bactéries. Les recherches sérieuses sur son origine, sa composition morphologique et sur les nouvelles bactéries qui en naissent sont de la plus grande importance biologique. Si l'on parvient à prouver que la matière nucléaire qui

se trouve dans les bactéries entré dans la spore qui se développe et passe à son tour de celle-ci dans la jeune bactérie en train de se former on aura là une confirmation nouvelle du fait que le corps bactérien se forme d'une manière analogue à la cellule des êtres vivants supérieurs. Ružička (103) pose la condition suivante, comme condition „sine qua non“: „s'il était possible, dit-il, d'observer aussi la continuité de la chromatine dans une spore complètement développée et de l'y découvrir, ce que beaucoup croient avoir vu, mais que personne n'a pu réellement prouver, nous ne pourrions nier que le corps bactérien soit une cellule. Si l'on constate cependant que la continuité de la chromatine est interrompue, la spore étant développée, les bactéries ne peuvent pas être classées parmi les cellules au sens habituel et usuel du mot“.

Déjà les premiers chercheurs dans le domaine microbiologique ont attribué une importance grande aux bactéries sporogènes. Dans les premiers manuels de bactériologie l'on rencontre déjà des dessins et des observations qui se rapportent à ce sujet; ainsi Cornil et Babes en 1885 dans une monographie montrent la reproduction des spores et leur naissance chez les microbes du charbon (v. fig. 42).



Fig. 42.

Développement des spores chez le bacille du charbon et autres bactéries (d'après Cornil et Babes).

On voit par ces dessins que ces auteurs confondent les granules pôlaires avec les spores. De Bary en 1887 (l. c.) reproduit la naissance et la germination des spores chez le bacille mégatherium et le bacille subtilis (v. fig. 44). Cet observateur signale déjà quelques changements de détail qu'on distingue dans les bactéries pendant le développement des spores. De Bary constate que le développement des spores se produit dans l'ordre suivant: le protoplasme granuleux de la bactérie végétative devient homogène à l'endroit où apparaît la spore, sous la forme d'une petite granulation; pendant la croissance de la spore la substance granulaire disparaît peu à peu; à la structure du corps de la spore prennent part le plasma

cellulaire et la substance restante du corps bactérien; celui-ci disparaît peu à peu dans ce but.

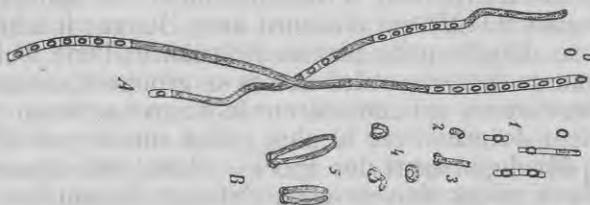


Fig. 44. Développement et formation des spores chez le bacille *Subtilis* (d'après de Bary).

Les opinions de Klein (104) (1889) sont analogues. Il suppose que le plasma entier ne disparaît pas pour constituer les spores; ce chercheur observe dans la plupart des cas, dans les environs de la spore, une petite granulation rappelant la spore au début de son développement. Klein admet que cette granulation est constituée par les restes du protoplasme non-utilisé pour la formation de la spore.

C'est seulement après la découverte des granules métachromatiques et autres sus-mentionnées que l'on a commencé à examiner le développement des bactéries sporogènes à un point de vue plus large. Quel est le rôle joué par ces granules dans la naissance et le développement des spores? C'est la question que se posent les observateurs du développement de ces bactéries. Déjà, les premiers chercheurs cités avaient deviné, comme nous l'avons vu, l'importance de ces granules dans le développement des spores. Babes suppose qu'il existe des relations certaines et étroites entre les granules métachromatiques et l'apparition et le développement des spores. Ernst (105) en 1889 constate que les granules découvertes par lui et qui jouent le rôle de noyau cellulaire, peuvent servir de base à la spore future. Ernst désigne ces granules sous le nom de "stades primaires" des spores. Bunge (106) en 1895 n'admet pas la participation des granules d'Ernst au développement des spores. La matière nécessaire pour la constitution des spores se développe, d'après lui, dans le protoplasme sous la forme de granules qui se conjuguent et donnent ensuite naissance à la spore laquelle se distingue du protoplasme par sa constitution chimique. Il admet qu'il y a des bactéries

telles que le bacille du charbon et le bacille megatherium chez lesquels on ne peut distinguer les granules sporogènes d'Ernst, preuve que les opinions d'Ernst sur le développement des spores sont fausses. Mühlischlegel (107) est d'accord avec Bunge; il admet que des „sphérules“ se détachent du plasma réticulaire; l'une d'elles sert de base au noyau de la spore et les autres se groupent autour.

Les observateurs qui considèrent le corps bactérien comme une cellule étudient de près avec le plus grand soin la participation des granules au développement des spores. Aussi les vagues opinions que nous avons citées doivent-elles s'effacer devant les recherches plus ou moins exactes sur la participation constante de la chromatine à la multiplication des bactéries sporogènes. Nakanishi et Askoli (108) admettent que la spore se forme non seulement des granules du plasma, mais absorbe encore une partie de la matière nucléaire contenue dans le plasma. Schaudinn (l. c.) a observé un amas de granules de chromatine dans la spore de la grande bactérie de Butschli. D'après lui les granules sont formées de la substance de la chromatine, substance diffuse dans le plasma et qui pénètre dans la spore et s'y agglomère en un vrai noyau cellulaire (v. fig. 45). Sous un cer-

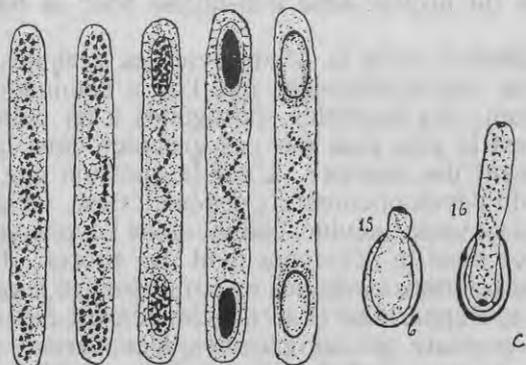


Fig. 45. Développement du bacille Butschli (d'après Schaudinn).

tain rapport le bacille Butschli se distingue des autres bactéries sporogènes; c'est que ce microbe ne se divise pas avant le développement des spores.

On observe dans le plasma de cette bactérie un fil plié composé de granules de chromatine dont la plus grande partie, mais jamais le fil entier est utilisée pour la formation des spores.

Preiszc (l. c.) examine en tous sens le développement du bacille du charbon et signale dans la spore, outre un amas de la couche extérieure du protoplaste, une agglomération de granules de chromatine. D'après Preiszc le noyau cellulaire se transforme en germes de spores qui donnent ensuite naissance au corps de la spore. Guillermond en raison de ses observations du bacille radicosus (v. fig. 29, b.) de quelques levures et d'autres microbes tire cette conclusion qu'au cours du développement de la spore, la plus grande partie de la chromatine s'y rassemble. Amato (l. c.) décrit également la participation de la matière nucléaire au développement des spores et le démontre à l'aide de nombreuses figures. De prime abord des granules nucléaires du corps bactérien produisent des formations très avides de matières colorantes dont se forme la spore. D'après Amato dans une spore complètement formée il n'est pas possible d'observer de granulation nucléaire à cause de la membrane non translucide de la spore qui fait obstacle; aux premiers stades de la germination de la spore cette granulation devient de nouveau visible. Dans un jeune bâtonnet en état de germination, elle se déplace et se répand dans le plasma sous forme de petites granulations dispersées. Gottschlich (l. c.) passant en revue les opinions des observateurs récents et d'autres sur la question du développement des spores est d'accord avec eux et suppose que la plus grande partie de la chromatine contenue dans le plasma passe dans la spore

A. Meyer (l. c.) (p. 72 et ailleurs) prend exactement le contrepied des opinions des autres chercheurs sur le développement des bactéries sporogènes, comme d'ailleurs sur les autres questions traitant du noyau et de la matière nucléaire des bactéries. Pourtant il admet qu'il est possible qu'il y ait dans le sporange à côté de la spore un ou deux noyaux capables de pénétrer dans la spore; d'après lui on distingue aussi dans le bâtonnet germant des noyaux qui se divisent peu de temps après en deux parties. Meyer ajoute de plus qu'il est indispensable de prouver que les noyaux contenus dans le plasma cellulaire et dans la spore manifestent aussi réellement, quant aux rapports microchimiques, des propriétés tout à fait analogues, autrement dit qu'il existe réellement cette perpétuité exigée par Ružička et les autres chercheurs entre la chromatine du plasma cellulaire et celle de la spore. Comme Meyer refuse la nature nucléaire aux granules décrits par les observateurs sus-mentionnés, il en découle d'après lui que ces formations ne peuvent pas participer à la constitution de la spore, comme le supposent les observateurs cités; les

granules contenues dans le plasma sont utilisées pour le développement du corps bactérien et des spores, comme les autres substances de réserve. Dirigeant ses objections contre Schaudinn, Meyer indique que les granules observées par ce chercheur sont de la vultine, car à la fin ils disparaissent complètement quoiqu'ils grossissent au début du développement des spores. Meyer réfute de manière semblable Guillermond. Celui-ci soutient la controverse (109) et défend ses observations et ses conclusions. Fischer (l. c.) nie également que les granules contenus dans le plasma passent dans la spore; de même il n'est pas possible d'après lui d'observer que de tels granules sortent de la spore à la germination des spores. Les opinions de Meyer sont partagées par ses disciples et par d'autres chercheurs. Eisenberg (l. c.) admet par exemple que les „corpuscules sporogènes” d'Ernst, de Bunge, de Ružička et d'autres sont composés de graisse. Cependant il ne peut pas nier qu'il y ait dans ces granules, outre la matière adipeuse une autre substance de nature albuminoïde.

Benecke (l. c. p. 275) dans sa critique des opinions de Schaudinn sur le développement du noyau et de la spore les qualifie de „géniales,” mais estime qu'il est permis, néanmoins, d'élever des doutes sérieux. Il dit qu'il y a d'autant plus lieu de douter de la nature nucléaire des granules étudiés par Schaudinn que la partie de la chromatine, qui ne pénètre pas dans la spore, disparaît accusant ainsi une ressemblance parfaite avec les matières ordinaires de réserve. Par suite Benecke s'accorde avec Meyer pour déclarer que ces formations considérées, dans les cas décrits, comme des noyaux véritables, sont en réalité des germes de spores contenant des substances de réserve, qui n'ont qu'une ressemblance extérieure avec le noyau. Benecke désigne ces germes de spores sous le nom de vacuoles où viennent s'amasser en abondance les substances de réserve. Il y a des cas où il est possible d'observer comment les gouttes de graisse pénètrent dans la spore. Cependant, l'auteur cité ajoute à la critique de Schaudinn par Meyer que, même si les opinions de Meyer ne peuvent être prouvées exactement, „on a du moins plènement le droit de les adopter à côté des explications équivalentes de Schaudinn jusqu'à ce que de nouvelles recherches sur le bacille Butschli n'arivent à éclaircir définitivement cette question controversée.”

Les opinions que nous avons citées de différents chercheurs sur la question du développement des bactéries sporogènes, sont confuses et ne projettent aucune lumière définitive sur cette question im-

portante en microbiologie et en biologie générale. Encore faut-il indiquer que certains savants, comme Benecke, Fischer et autres, tirent leurs conclusions sans se les appuyer sur des observations personnelles. Je ne cite à cette occasion que les objections de Benecke (l. c. p. 156) contre les observations de Guillermond sur le développement du bacille mycoïdes. Les recherches postérieures sur la même bactérie témoignent du manque de fondement des assertions de Benecke. Pour cette raison j'ai examiné plusieurs types de bactéries sporogènes, telles que bacille de Zopf, le bacille mycoïdes, le bacille du charbon, le bacille Subtilis, le bacille mesentericus, les grandes bactéries de l'intestin des grenouilles et encore beaucoup d'autres en passant.



Fig. 47a. Division du bacille de Zopf.

Pour être à même d'étudier le développement des bactéries sporogènes, il faut attentivement isoler les trois *stades principaux de leur multiplication*: 1^o) la multiplication de ces bactéries avant le développement des spores; 2^o) le développement, la formation et la structure interne des spores et 3^o) la germination des spores et la formation des jeunes bâtonnets.

La multiplication *des formes végétatives* des bactéries sporogènes s'opère en général, comme la division des bactéries non sporogènes. Les dessins ci-joints (fig. 47-a et pl. V. 46, 47) montrent que la matière nucléaire y joue le même rôle que chez ces dernières; les granules nucléaires se relient entre elles par des filaments et se scindent avant la division des bactéries.

Ce fait apparaît surtout clairement au cours de la multiplication de la grande bactérie sporogène de l'intestin de la grenouille (v. Pl. V. fig. 38).

En général on peut constater que la multiplication des formes végétatives de ces bactéries s'opère d'habitude très rapidement et souvent on observe dans la culture donnée les deux stades d'un à côté de l'autre; ce fait peut empêcher de tirer des expériences des conclusions précises. Comme les bactéries sporogènes examinées sont relativement plus grandes que les bactéries décrites, on réussit à observer assez nettement la disposition différente des granules

nucléaires dans le plasma avant qu'ils occupent une place fixe dans le corps bactérien (v. Pl. V, fig. 46). Dans les jeunes cultures vigoureuses on réussit mieux à observer la division des formes végétatives, que dans les vieilles cultures, parce que dans celles-ci, les spores commencent à se développer plutôt. C'est dans ces cultures qu'on rencontre le plus souvent des bactéries tout à fait pareilles par leur aspect extérieur et par leur structure interne aux bactéries non sporogènes (v. Pl. V, fig. 48).

Dans ces cultures une quantité de formes végétatives périssent ou dégènèrent sans avoir produit de spores; ce phénomène a été observé aussi par Preicz (l. c.). Il semble que le mode de multiplication des formes végétatives des bactéries sporogènes garantit une multiplication plus rapide à ces bactéries en raison des conditions extérieurs favorables, surtout de la nutrition, tandis qu'au contraire le deuxième stade du développement garantit en premier lieu l'existence de l'espèce.

Si au commencement du deuxième stade du développement la multiplication est ralentie par des conditions défavorables, le mode de division des bactéries sporogènes change complètement. L'amitose, plus haut décrite, cède à la division nucléaire de la cellule de ces bactéries (v. Pl. I, fig. 49; Pl. V, fig. 50) rappelant le mode de la division des cellules des êtres vivants supérieurs. On peut alors observer l'apparition d'une *agglomération de chromatine* au milieu du plasma cellulaire, sous forme d'une pelote qui tend à occuper la plus grande partie du corps bactérien. Il n'est pas possible de constater définitivement, si cette formation se compose au début de petits granules ou d'un réseau de menus filaments.

Cependant on peut plutôt y distinguer des granules reliés entre eux par des filaments. Les granules sont visibles surtout aux extrémités du réseau. A ce stade, les granules dessinent une sorte de losange, de *fuseau* composé de deux granulations extrêmes et de deux latérales. Parfois on réussit de même à observer un *champs incolore, achromatique*, autour de la dernière formation (v. de même pl. VII, fig. 67-a). Peu à peu on distingue mieux les granules de l'entrelace à mesure que celui-ci s'étend plus en longueur. A la fin, l'entrelace se partage en deux parties après la division des granulations disposées au milieu des côtés. Les granules rassemblées dans l'entrelace et reliés entre eux par des filaments représentent à ce moment deux formations triangulaires (v. pl. V, fig. 51) dont chaque angle contient une granulation nucléaire distinctement visible.

Quelquefois on réussit de même à observer dans les angles aigus de cette formation orientés vers les pôles de la bactérie une deuxième granulation rappelant *le centrosome*. Parfois aussi il est possible de distinguer autour de cette formation le champ incolore déjà indiqué. Cette formation semble être chargée de transférer les granulations nucléaires déjà formées aux deux pôles des bactéries; ensuite vient la division de la cellule elle-même.

Aussitôt que la bactérie s'est divisée, commence le développement de la spore. Dans chaque cellule il ne développe qu'une seule spore, fait déjà signalé par d'autres savants. Un grain de la chromatine du plasma cellulaire sert de base à la spore. Il n'est pas possible de déterminer si ce rôle échoit à un grain déterminé, comme par exemple au grain situé à l'extrémité de l'angle aigu du triangle mentionné ou bien à plusieurs; peut-être même, toutes les granulations nucléaires reliés autour de ce triangle se conjuguent-elles dès le premier moment dans la spore (v. pl. VI. fig. 52). Ce fait semble être confirmé par la rencontre assez fréquenté de granules reliés en triangle dans les bactéries sporogènes au début du développement des spores. Le champ incolore est bien visible autour d'elles; on y peut rencontrer trois, deux ou une granulation nucléaire; ordinairement, dans le cas où il y en a plusieurs, l'une est de beaucoup plus grosse que les autres. Les reproductions du développement des spores chez le bacille mycoïdes confirment ces assertions (Pl. I. fig. 68, 69).

Lorsque ces granulations ont réussi à former la spore, *toute la matière nucléaire de la cellule bactérienne y pénètre peu à peu* (v. Pl. I. fig. 54. Pl. VI. fig. 55, 56), après s'être au préalable agglomérée en granules.

Quant aux granulations, on ne parvient plus à les reproduire microchimiquement dans le plasma qui disparaît peu à peu (v. Pl. VI. fig. 56).

Etant donné la disposition graduelle de la matière nucléaire du plasma cellulaire pendant le développement de la spore, il n'est pas possible de nier que ce phénomène correspond aux conclusions de Meyer et de ses partisans sur le rôle de la volutine dans le développement des spores: la volutine, la substance de réserve de Meyer, de même les „globules de graisse“ d'Eisenberg etc., disparaissent réellement du plasma cellulaire, de même d'ailleurs que les formations que nous supposons être des grains nucléaires. Cependant nos granules nucléaires ne disparaissent pas, mais comme nous le voy-

ons, se déplacent dans la spore. Toutes ces indications et observations permettent donc de conclure, comme nous l'avons déjà dit au commencement, que le volutine de Meyer et des autres chercheurs n'est rien autre chose que les granules nucléaires.

On réussit mieux encore à se persuader du peu de solidité des opinions de Meyer et des autres observateurs en continuant encore à suivre la matière nucléaire après son déplacement dans la spore. Déjà Ružička (l. c.) tend à découvrir un noyau dans la spore. Il le trouve en effet dans les jeunes spores. Comme le noyau manque complètement dans les vieilles spores, il en résulte, d'après Ružička, que celui-ci disparaît par suite de la désassimilation. C'est pourquoi, d'après lui, les bactéries ne peuvent pas être considérées comme des cellules, car la continuité de la matière nucléaire s'interrompt dans les spores.

J'ai examiné la *structure interne des spores* de toutes les bactéries sporogènes déjà connues et d'autres pour prouver le fait que toute la chromatine, qui auparavant faisait partie du contenu de la cellule bactérienne, s'est agglomérée vraiment dans la spore. Il est toujours possible de distinguer que les derniers granules du plasma cellulaire se disposent aux extrémités des jeunes spores (v. Pl. VI. fig. 57, 58).

Au commencement nous pouvons encore y observer, soit à l'une, soit même aux deux extrémités une paire de granules; lorsque ceux-ci sont réunis, des formations semblables apparaissent aux extrémités des spores, comme nous les avons déjà rencontrées chez les bactéries sporogènes et non-sporogènes. Quelque temps après, ces amas de granulations nucléaires disparaissent aussi. Elles se déplacent des pôles vers le centre des spores ou bien le long des parois de la spore. Plus tard, il n'est pas non plus possible d'examiner ces granules par les procédés habituels de coloration. A ce moment il semble en effet qu'il manque de la matière nucléaire dans les spores complètement formées. Cependant on ne rencontre pas de culture où il n'y ait que des spores sans granules nucléaires. On n'en trouve pas même dans les cultures très vieilles. Le dessin suivant (Pl. VI. Fig. 59) nous montre les spores d'une vieille culture (de 1914) du bacille mycoïdes âgée de 7 ans.

Il en résulte que les opinions de Ružička sont controuvées, car les spores n'avaient pas même consommé leur chromatine pour les besoins de l'assimilation durant 7 ans.

Ružička et d'autres chercheurs tirent des conclusions erronées lorsqu'ils supposent que la matière nucléaire manque vraiment dans la spore parfaite en raison des cas où il est impossible d'observer dans les spores les reproductions de la matière nucléaire sous forme de grains nucléaires ou sous une autre forme. Cette substance peut s'y trouver, diffuse, comme nous l'avons observé dans les bactéries déjà décrites à certains stades de leur développement. On peut s'en persuader en étudiant les phénomènes, qui se produisent au troisième stade mentionné des bactéries sporogènes, c'est à dire à la *germination des spores*. En examinant les figures suivantes (Pl. VI. fig. 60, 63) on peut constater qu'après le gonflement et l'augmentation de volume des spores (Pl. VII. fig. 64) la chromatine qui y est dispersée commence de nouveau à s'agglomérer en granulations qui se disposent pareillement dans la spore comme nous l'avons vu précédemment. Ainsi nous rencontrons parmi les spores germantes de nouveau des types, dans l'intérieur desquels il y a un ou plusieurs granules. Dans quelques unes la matière nucléaire visible s'est disposée à leurs extrémités.

Ordinairement une paire de granulations se place au pôle de la spore là où est l'orifice; le jeune bâtonnet germant semble se glisser en dehors entre ces deux granulations (v. Pl. VI. fig. 63, et Pl. VII., fig. 64.)

Il y a toujours parmi les spores germantes des types ressemblant à des spores encore incomplètement développées avec de la chromatine aux deux extrémités. Pendant le développement du bâtonnet germant s'y transfère toute la matière nucléaire contenue dans la spore. Dans le reste du contenu de la spore il n'est plus possible de distinguer de formations rappelant des granules nucléaires. Ayant également observé le déplacement de la chromatine des spores dans les bâtonnets germants chez quelques moisissures, j'ajoute ici un dessin (Pl. VII. fig. 65) qui montre la germination des spores du *oidium lactis*.

Il semble que la chromatine pénètre dans les bâtonnets germants sous la forme de granules assez grands et s'y divise immédiatement en granulations nucléaires plus petites, qui se rangent ensuite le long des parois des bactéries et ailleurs, de la manière déjà décrite au commencement.

Pour compléter et éclaircir encore certains points concernant la disposition des granules, dans les jeunes bactéries et quelques

stades du développement des spores, j'ajoute quelques reproductions sur le développement du bacille mycoïdes (v. Pl. VIII. fig. 66, 67; Pl. I. fig. 68, 69).

Conclusions générales.

Des recherches sur la structure interne et sur le mode de développement des bactéries on peut tirer les conclusions générales suivantes:

1^o) Les formations granuleuses qu'on distingue dans le plasma bactérien et qui se prêtent à la différenciation du plasma de la manière décrite sont des parties intégrantes de la structure des bactéries.

2^o) Ces formations granuleuses sont de nature nucléaire.

3^o) Celles-ci se distinguent morphologiquement du plasma et donnent naissance aux formes qui peuvent être désignées comme granules nucléaires ou noyau bactérien.

4^o) Les granulations métachromatiques (de Babes-Ernst et autres chercheurs) et les autres granules dits bactériens (de C. Spengler, Much et autres) doivent être considérées comme granules nucléaires.

5^o) Dans les jeunes bactéries la matière nucléaire peut se répartir et se diffuser dans tout le plasma de la bactérie.

6^o) La multiplication des bactéries se fait de deux manières:

- a) par l' Amitose qui sous un certain rapport ressemble tout de même à la division par la mitose;
- b) par la mitose suivie par la division simultanée du noyau et de la matière nucléaire.

7^o) La division des bactéries par la mitose rappelle la division semblable du noyau dans les cellules des animaux et des végétaux supérieurs.

8^o) La matière nucléaire des formes végétatives s'amasse dans les spores; peu dans la germination des spores celle-ci de nouveau passe dans les jeunes batonnets germants. Il en ressort que:

9^o) Les bactéries ont une structure analogue aux cellules des animaux et des végétaux supérieurs.

10^o) Les „cytodes“ de Haeckel ne se rencontrent donc pas parmi les bactéries.

LITTERATURE.

1. V. Babes, *Les bactéries*. 1885. Paris. 1-e édition.
2. V. Babes, *Les Bactéries*. 1887. 2-e Ed. et 1890. 3-e édit. Paris
3. V. Babes, *Verhandlungen des internationalen Hygiene-Kongresses*, Wien 1887.
4. P. Ernst, Ueber den bac. xerosis und seine Sporenbildung, *Zeitschrift für Hygiene*, t. 4, 1888, pp. 25—46.
5. Bütschli, *Ueber den Bau der Bakterien und verwandter Organismen*. Leipzig, Winter, pp. 37, 1890.
6. V. Babes, Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen etc. *Zeitschrift für Hygiene*, t. XX, 1895.
7. H. Marx und Fr. Woithe, Morphologische Untersuchungen zur Biologie der Bakterien. *Centralblatt f. Bakteriologie*, I, t. 28, № 4/5, 1900.
8. Ficker, *Archiv für Hygiene*, Bd. 46, 1903.
9. Migula, *Compendium der bakteriologischen Wasseruntersuchung*, p. 284, 1901.
10. Kutscher, *Handbuch der pathogenen Mikroorganismen*, Bd. III, 1913.
11. Almqvist, Zur Biologie der Typhusbakterie und der Escherichschen Bakterie, *Zeitschrift f. Hygiene u. Infektionskrankheiten*, t. XV, № 2, 1893.
12. Konradi-Bierast, *Handbuch der pathogenen Mikroorganismen*, t. VI, 1913.
13. Laurent, *Das Virulenzproblem der pathogenen Bakterien*. Fischer. Jena. 1910.
14. Poppe, Pseudotuberkulose. *Handbuch f. pathogene Mikroorganismen*, t. V, p. 776. 1913.
15. C. Spengler, *Deutsche Medizin. Wochenschrift*, № 9, 1907.
16. H. Kronberger, *Beiträge zur Klinik der Tuberkulose*, t. 16, Nr. 2.
17. A. Kirchensteins, Ein Beitrag zur Sporenfrage etc., *Centralblatt f. Bakteriolog.*, I, Orig. t. 66, 1911.
18. Lignières, Contribution à l'étude des septicémies hémorrhagiques, *Bull. de la Soc. centr. de med. vet.*, 1898.
19. Axenfeld, *Handbuch f. pathogene mikroorganismen*, t. VI, 1913.
20. Dieudonne und Otto, *ibidem*, t. IV, 1912.
21. Walter, Die Verwendung der Färbemethode, insbes. der Körnchenfärbung etc., *Zentralblatt f. Bakteriolog.* Orig. I, T. 64.
22. Benecke, *Bau und Leben der Bakterien*. Leipzig. 1912.
23. Gabritschewski, *Медицинская бактериология*, p. 10, 1905.
24. Vestenriijk, Ueber die bipolare Färbung von Pestmikroben, *Centralblatt f. Bakteriologie*, Orig., I, t. 42, 1906.
25. Salmon und Smith, Hogcholera, *Handbuch f. pathogene Mikroorganismen*, 1913.
26. Fedorowitsch, Ueber Körnigkeit der Bakterien, *Centralblatt für Bakteriologie*, Orig. II, t. VIII, 1902.
27. Amato, Sulla fine struttura dei batteri, *Centralblatt für Bakteriologie*, t. 48, 1908/09.
28. Swellengrebel, 1) Zur Kenntniss der Cytologie des bac. maximus buccalis, *Centralblatt f. Bakteriologie*, Orig., II, t. XVI, 1906.
2) Zur Kenntniss der Cytologie der Bakterien, *Centralblatt für Bakteriologie*, Orig., II, t. XIX, 1907.
29. Guillermond, Contribution à l'étude Cytologique de bactéries. *Comptes rendus de l'académie des Sciences*, T. CX. CX. LII. II. 1906.
30. Dobell, Contributions to the Cytology of the bacteria, *Quarterly Journal of Microscop. Science*, Vol. LVI, 1911.

31. De Bary, *Vorlesungen über Bakterien*. 1887.
32. Verworn, *Allgemeine Physiologie*, p. 65, 1903.
33. Hertwig, *Allgemeine Biologie*, p. 44, 1906.
34. Heckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. 11-e édition, 1909.
35. Heidenhain, *Plasma und Zelle* I. partie, p. 31, 1907.
36. Fischer, *Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen u. Bakterien*. Jena. 1897.
37. Idem, *Untersuchungen über Färbung, Fixierung d. Protoplasmas*. Jena. 1899.
38. Idem, *Vorlesungen über Bakterien* II-e éd., 1903.
39. Migula, *System der Bakterien*. Jena. 1897.
40. Günther, *Einführung in das Studium der Bakteriologie*, p. 9, 1906.
41. Kruse, *Allgemeine Mikrobiologie*. 1910.
42. Sjöbring, *Zeitschrift für Hygiene*, t. 4/5, 1892.
43. Протопопов, Труды лаборатории общей патологии Варшавского университета 1901.
44. Schenk, *Strassburgers Lehrbuch der Botanik*, p. 285, 1910.
45. Vejdovski, *Centralblatt für Bakteriologie*, II., t. VI, 1900; XI, 1904.
46. Zettnov, Ueber den Bau der Bakterien, *Centralblatt f. Bakteriologie*, t. X, 1891.
47. Ružička, *Archiv für Hygiene*, t. 47, 1903.
48. Idem, *ibid.*, t. 51, 1904.
49. Ružička, Zur frage der inneren Struktur der Mikroorganismen, *Centralblatt für Bakteriologie*, Orig. I., t. XXIII, 1898.
50. Idem, Die Cytologie der sporenbildenden Bakterien und ihr Verhältnis zur Chromidienlehre, *Centralblatt für Bakteriologie*, Orig. II, t. XXIII, 1909.
51. Weigert, *Schmidts Jahresberichte*. 1887.
52. Mitrofanow, *Centralblatt für Bakteriologie*, I. Org., t. 9, 1889.
53. Zettnow, *Zeitschrift für Hygiene*, t. 24, 1897.
54. Idem, *ibid.*, t. 30, 1899.
55. Schaudinn (1904) d'après A. Meyer, *Die Zelle der Bakterien*, p. 36.
56. A. Meyer, Studien über die Morphologie und Entwicklungs-Geschichte der Bakterien etc., *Flora*, t. 84, p. 185, 1897.
57. A. Meyer, Ueber Geisseln, Reservestoffe, Kerne u. Sporenbildung der Bakterien, *Flora*, t. 86, 1899.
58. Nakanishi, Ueber den Bau der Bakterien, *Centralblatt f. Bakteriologie*, t. 30, 1901.
59. Feinberg, Ueber den Bau der Bakterien, *Anatom. Anzeiger*, t. 17, 1900.
60. Gins, *Handbuch für pathogene Mikroorganismen*, t. 5, № 6.
61. Rayman et Kruis, *Bulletin international de l'Académie de Sciences de Bohême*, 1904.
62. Swellengrebel, *Centralblatt für Bakteriologie*, I, t. 46, № 1, 1908.
63. Swellengrebel, *Annales de l'Institut Pasteur*, Tome XXI, 1907.
64. Ambroz, Entwicklungszyklus des Bacillus nitri, *Centralblatt für Bakteriologie*, I, Orig., t. 51, 1909.
65. Menzl, *Centralblatt für Bakteriologie*, II, t. 12, p. 559, 1904.
66. Menzl, *Archiv für Protistenkunde*, t. VIII, 1907.
67. Idem, *ibidem*, 1911.
68. Ellis, *Centralblatt f. Bakteriologie*, I, t. 33, 1902.
69. Guillermond, *Annales de l'Institut Pasteur*, Nr. 3, 1917.

70. Fuhrmann, *Vorlesungen über technische Mykologie*, Fischer. Jena, 1912.
71. Gottschlich, Allgemeine Morphologie u. Biologie der pathogenen Mikroorganismen, *Handbuch f. pathogene Mikroorganismen*, t. I, p. 51, 1912.
72. Fischer, Plasmolyse der Bakterien, *Berichte der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaftl. mathem. physischen Klasse*, 1891.
73. Lehmann, *Bakteriologische Diagnostik*, II, p. 8.
74. Smith et Nicole d'après Hutyra, *Handbuch d. pathog. Mikroorgan.*, 1913.
75. Grimme, Die wichtigsten Methoden der Bakterienfärbung etc. *Centralblatt f. Bakteriologie I.*, t. 32., 1902.
76. Eisenberg, Ueber Fetteinschlüsse bei Bakterien, *Zentralblatt f. Bakteriologie I.*, t. 48, 1909.
77. Idem, Weitere Untersuchungen über Fetteinschlüsse bei Bakterien, *Zentralblatt f. Bakteriologie I.*, t. 51, 1909.
78. Meyer, Orientierende Untersuchungen über die Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins, *Botan. Zeitung*, Nr. 7/8, 1904.
79. A. Pappenheim, *Grundriss der Farbchemie*. Berlin, 1901.
80. Claudius, *Annales de l'Institut Pasteur T. 2.*, 1898.
81. H. Kronberger, Zur Färbungsanalytik und Biochemie einiger wichtiger Bakterienarten, *Centralblatt f. Bakteriologie I. Or. 71.*, Nr. 2/3.
82. Kitt, *Handbuch f. pathogene Mikroorganismen*, t. VI., 1913.
83. Burri und Thöni. 1) *Zentralblatt f. Bakteriologie, II.*, t. 23, 1909. 2) *Landwirtsch. Jahrbuch d. Schweiz*, p. 276, 1909.
84. Löhnis, *Handbuch der landw. Bakteriologie*, p. 222.
85. Köster, *Centralblatt f. Bakteriologie, II.*, Org. t. 21, p. 7—59, 1908.
86. C. Funck, *Die Vitamine*. Wiesbaden, 1914.
87. Hellström, *Archiv f. Gynäkologie*, t. 63, Nr. 3.
88. Preisz, Studien über Morphologie u. Biologie des Milzbrandbac. *Centralblatt f. Bakteriologie I. Or. t. 35.*, Nr. 6, 1904.
89. Guillermond, *Revue générale de botanique*, 1905.
90. Guillermond, *Archiv f. Protistenkunde*, t. 12, p. 9, 1908.
91. Kohl, *Hefepilze*. Leipzig, 1908.
92. Penau, *Revue générale de botanique*, 1913.
93. Georgiewitsch, De la morphologie de microbes etc., *Comptes rendus de Soc. de Biologie*, t. LXXIX., 1916.
94. Georgiewitsch, A new case of Symbiosis between etc., *Bullet. of miscelles Inform.*, Nr. 4, 1916.
95. Guillermond, Sur la division nucléaire de levures, *Annales de l'Institut Pasteur*, Nr. 3, 1917.
96. Paillot, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXXIII., Nr. 1, 1919.
97. Paillot, *Comptes rendus de l'Académie de Sciences*, Nr. 15, 1920.
98. Neisser, *Zeitschrift f. Hygiene*, t. 30, 1901.
99. Miede, *Zeitschr. für Hygiene u. Infektionskrankheiten*, t. 62., Nr. 1, 1909.
100. A. Kirchensteins, *Zeitschr. f. Tuberk.*, t. XIX., Nr. 4, 1912.
101. A. Kirchensteins, *Beiträge zur Klinik d. Tuberkulose*, t. 31. Nr. 1.
102. Much, *Handbuch d. Tuberkulose*, 1914.
103. Ružička, Eine Methode zur Darstellung der Struktur der fertigen Bazillen Sporen, *Centralblatt f. Bakteriologie, Orig. II.*, t. 36., p. 577.
104. Klein, Botanische Bakterienstudien I. *Centr. f. Bakt. Or. t. VI.*, 1889.
105. Ernst, Ueber Kern u. Sporenfärbung bei Bakterien. *Zeitschr. f. Hygiene*, t. V., p. 428, 1888/89.

106. Bunge. Ueber Sporenbildung bei Bakterien, *Fortschritte der Medizin*, Nr. 21, 1895.
107. Mühschlegel, *Centralblatt f. Bakteriologie*, Or. II., t. 6, 1900.
108. Nakanishi und Ascoli, *Münch. med. Wochenschrift*, p. 187, 1900.
109. Guillermond, Contribution à l'étude cytologique d. bact. endospores, *Arch. für Protistenkunde*, t. XII., 1908.

REMARQUES AUX FIGURES DES PLANCHES SUIVANTES.

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire avec l'objectif à immersion homogène $1/12$ a est l'oculaires compensateurs 8 et 18 de Leitz.

BAKTERIJU IEKŠĒJĀ IZBŪVE UN ATTĪSTĪBAS VEIDS.

Kopsavilkums un beigu slēdzieni.

Līdzšinējie ieskati par bakteriju iekšējo uzbūvi un attīstību jāuzskata par nenoteiktiem un neskaidriem. Gan izdarīti daudzi izmeklējumi šajā jautājumā, tomēr tie nav izvesti sistematiski un neapver visu bakteriju grupu. Daudz arī to pētnieku, kas neatrada par vajadzīgu meklēt pēc līdzīgām sastāvdaļām bakterijas, kādas sastopam augstāko dzīvnieku un augu šūniņās. Jāpieņem, ka no tādiem ieskatiem ļāva vadīties pēdējie pētnieki, atrodoties zem E. Hekela iespaida. Šis pētnieks, kā zināms, pieņēma, ka bakterijas, atrazdamās uz viszemākās dzīvo būtņu attīstības pakāpes, vēl nesatur savā ķermenī augstāko dzīvo būtņu pastāvīgas sastāvdaļas — plasmu un kodolu.

Tomēr jau daži vecākie pētnieki, kā Babés, de Bary un citi bija tajās domās, ka arī bakterijas ir šūniņas, kurās tā tad atrodas kodols un plasma. Viņu izmeklēšanas līdzekļi vēl bija nepietiekoši, lai šos ieskatus pierādītu. Tikai pēdējo laiku izmeklētāji, no kuriem pirmā vietā jāmin *Guillermonds*, *Swellengrebers*, *Amato* un citi, minētos agrāko pētnieku uzskatus pa daļai spēja apstiprināt. Pastāvīgi tomēr šos ieskatus apkaņoja un neatzina. Mināms te pirmā vietā A. Meyers, kas gan pats atzīmē, ka bakterijas arī uzskatāmas par pamatos līdzīgi darinātām šūniņām, kā augstāko dzīvo būtņu attiecīgās uzbūves daļas.

Vairākus gadus izdarītie izmeklējumi par *tuberkulozes bacīļa* iekšējo uzbūvi un attīstību, ko izvedu Davosā C. Spenglera Tuberkulozes Pētišanas Institutā (1912.—1914.), tāpat dažu citu bakteriju uzbūves novērojami, piespieda mani pieņemt, ka visās bakterijās atrodas līdzīgas uzbūves daļas, kā novērotos mikrobus. Šie izmeklējumi, tāpat minētie vecāko un pēdējo laiku pētnieku izdarītie izmeklējumi pamudināja iesākt sistematisku visas bakteriju grupas priekšstāvju uzbūves un attīstības izpētīšanu. Tādus izmeklējumus iesāku Ženevā (Universitātes Higieniskā Institutā) un Lugaņā (Kantonālā laboratorijā), turpinot un nobeidzot tos Latvijas Augstskolā (1919./20. g.)

Pirmos savus izmeklējumus izdarīju ar lielām vārdes zarnu kanālī, tāpat ar samērā lielām zilvēka mutes dobumā mītošām bakterijām. Vēlāk izpētīju, izstrādājot noderīgas krāsošanas metodes, arī sīkākās bakterijas no visām bakteriju grupām (kokkus, stabīnus,

vibrionus, sporas radošus mikrobus). Vislabākos panākumus saasniedzu, izmeklējot dažādās bakterijas, ņemot tās tieši no mitināšanās vietām, arī no svaigām tīrkulturām; vecu tīrkulturu mikrobi noderīgi vai mazderīgi šiem pētījumiem.

Līdzšinējās, t. s. *klasiskās bakteriju krāsošanas metodes* atzīstamas par nederīgām bakteriju iekšējās uzbūves un attīstības izpētīšanā, jo tās parasti „pārkrāso” bakterijas, kādēļ nav iespējams novērot bakteriju ķermeņi atrodošās sastāvdaļas. Tālāk pievestie bakteriju krāsošanas papēmienu cenšas padarīt labi saredzamas bakteriju ķermeņa atsevišķās sastāvdaļas. Vispirms to sasniegdam, lietojot *atšķaidītus krāsošanas līdzekļus*, piemēram, parasto *karbola tuksīnu* (1:5—1:10), kuram ļauj iedarboties uz krāsojamām bakterijām tikai $\frac{1}{2}$ —1 sekundi. Iepriekšēja bakteriju *kodināšana* ar kādu *kodli* (5% chromskābi, 15% zālpetrskābi un citām) ieteicama. Šī metode īpaši noderīga vibrionu un līdzīgu mikrobu krāsošanai.

Otrām kārtām iespējams nošķirot bakteriju plasmā atrodošās sastāvdaļas no plazmas, krāsojot bakterijas parastā „klasiskā” kārtā, pēc kam daļu no krāsvielas atsvabina no bakteriju ķermeņa. Šim nolūkam lieto *alkoholiskus šķīdumus*, kurus atšķīdinātas t. s. *īpašcodes*; starp pēdējām visnoderīgākās ir *jods* un *pikrīnskābe*, dažādos daudzumos un kopojumos. Ar parasto *Lugolašķīdumu*, lietojot pēdējo līdzīgās daļās ar 95% alkoholu, iespējams sasniegt minēto mērķi. Šiem šķīdumiem ļauj iedarboties uz nokrāsotām bakterijām 1—10 sekundes, pēc izmeklējamā bakteriju īpašībām (sporas neradošas, sporas radošas bakterijas). Izdevušos preparatos iespējams ar papildkrāsvielu nokrāsot atkrāsoto plasmu kādā citā krāsā.

Ar šo metodi palīdzību iespējams novērot, ka visu bakteriju plasmā atrodas *graudiņveidīgi darinājumi*, kas ieņem tur noteiktu guļu, atkarībā no bakteriju attīstības pakāpes. Šie graudiņi var būt saistīti *stīdziņām*, kas stiepjas no vienas bakteriju sienas līdz otrai. Gaļākās bakterijās šie stīdziņu kopojuumi var radīt tītenveidīgus darinājumus (Swellengrebera „spiralkodols”). Tā kā šīs no plazmas atšķirīgās sastāvdaļas atrodas pastāvīgi bakteriju ķermeņi un ieņem tur aizvien noteiktu guļu, tad tās nevaram atzīt par atgadījuma darinājumiem, kā A. Meyers domā (A. Meyera pieņemtās krāsvielas „volutins”).

Tā kā graudiņveidīgie darinājumi uzrāda spēcīgāku radniecību ar lietotām krāsvielām nekā plazma un bez tam ņem pastāvīgu daļību pie bakteriju *dalīšanās*, tad tiem piekrist *kodola daba*.

No novērojumiem par bakteriju vairošanos varam slēgt, ka tā notiek pie lielākās daļas bakteriju ar *tiešo kodola dalīšanos* — *amitozi*. Tomēr šis attīstības veids uzskatāms par sarežģītāku nekā, piemēram, to novērojam pie amebām, jo bakteriju kodolgraudiņi saistīti, kā redzējam, stīdziņām, ko pie pēdējiem pirmdzīvniekiem nevaram novērot. Pirms bakteriju sadalīšanās, sadalās divās daļās graudiņi, pēc kam seko arī stīdziņu pāršķelšanās divās daļās. Zināmās attīstības pakāpēs graudiņi un stīdziņas sakārtojas trijstūrī, kas garākās bakterijās, kā minēts, atgādina tītenveidīgu darinājumu.

Sporas radošo bakteriju dalīšanās veids *veģetatīvā* to *attīstības* pakāpē līdzīgs minēto sporas neradošo bakteriju vairošanās veidam. Turpretim, iesākoties sporu attīstībai šo bakteriju dalīšanās veids atgādina *netiešo kodola dalīšanos* — *mitozi*, kādu novērojam pie augstāko dzīvnieku un augu šūniņām. Lielāku sporas radošu bakteriju, piemēram *b. mycoides*, ķermenī, varam novērot *atspoles veidīgu* darinājumu, kas guļ *bezkrāsainā* (*achromatiskā*) *laukumā*. Tāpat nereti varam saredzēt šīs atspoles galos labi redzamus graudiņus (*centrozomas*), kuriem arī apkārt atrodas minētais achromatiskais laukums. Pirms bakteriju sadalīšanās pāršķeļas minētā atspole vidū (*ekvatorialā plātnē*); ar to rodas 6 graudiņi, katrā pusē 3.

Sporas izceļas, sakopojoties vairākiem apskatītiem kodolgraudiņiem. Maz pa mazam sporā novietojas visa bakteriju ķermenī atrodos kodolviela. Jaunās sporās labi redzama graudiņu novietojšanās sporu galos, gar sienām, nereti arī sporu centrā. Turpretim vecākās, pilnīgi izveidojušās sporas ir viendabīgi krāsotas; ar pievešiem krāsošanas paņēmieniem vairs nav tur iespējams attēlot no satūra norobežotus darinājumus; kodolviela, jāpieņem, tur atrodas sadalīta vispār izklaidus.

Sākot sporām izdīgt, izklaidētā kodolviela atkal sakārtojas graudiņos, kas maz pa mazam atstāj sporu un pārvietojas jaunā dīgstabiņā, tur novietojoties aprakstītā kārtā.

No minētiem izmeklējumiem par bakteriju iekšējo uzbūvi un to attīstību varam taisīt sekošus *beigu slēdzienus*:

1) Bakteriju plasmā atrodošies graudiņveidīgie darinājumi, kurus iespējams minētā kārtā nošķirtot no bakteriju plazmas, pieder pie *pastāvīgām bakteriju uzbūves daļām*.

2) Graudiņveidīgiem darinājumiem piemīt *kodoldaba*.

3) Šie darinājumi morfoloģiski norobežojas no plazmas un rada tur veidojumus, ko varam nosaukt par *kodolgraudiņiem* jeb *bakteriju kodoliem*.

4) Metachromatiskie graudiņi (Babes—Ernsta un citu) un citi t. s. bakteriju graudiņi (C. Spenglera, Mucha un citu) uzskatāmi par kodolgraudiņiem.

5) Jaunās bakterijās kodolviela var izklaidus sadalīties pa visu bakteriju plasmu.

6) Bakteriju vairošanās notiek divējādā kārtā:

a) caur *amitosi*, kas tomēr jau dažā ziņā atgādina mitotisko dalīšanos,

b) caur *mitotisko dalīšanos*, kas saistīta ar kodola resp. kodolvielas pārveidošanos.

7) Mitotiska bakteriju dalīšanās atgādina kodola līdzīgu dalīšanos augstāko dzīvnieku un augu šūniņās.

8) Sporās sakrājas veģetatīvo izveidņu kodolviela, dīgstot sporām pēdējā atkal pārvietojas jaunos dīgstabiņos. Tādēļ:

9) Bakterijas uzbūvētas līdzīgi augstāko augu un dzīvnieku šūniņām.

10) Bakterijas nevar pieskaitīt pie t. s. E. Hekela „Citodēm“.

Planche I.

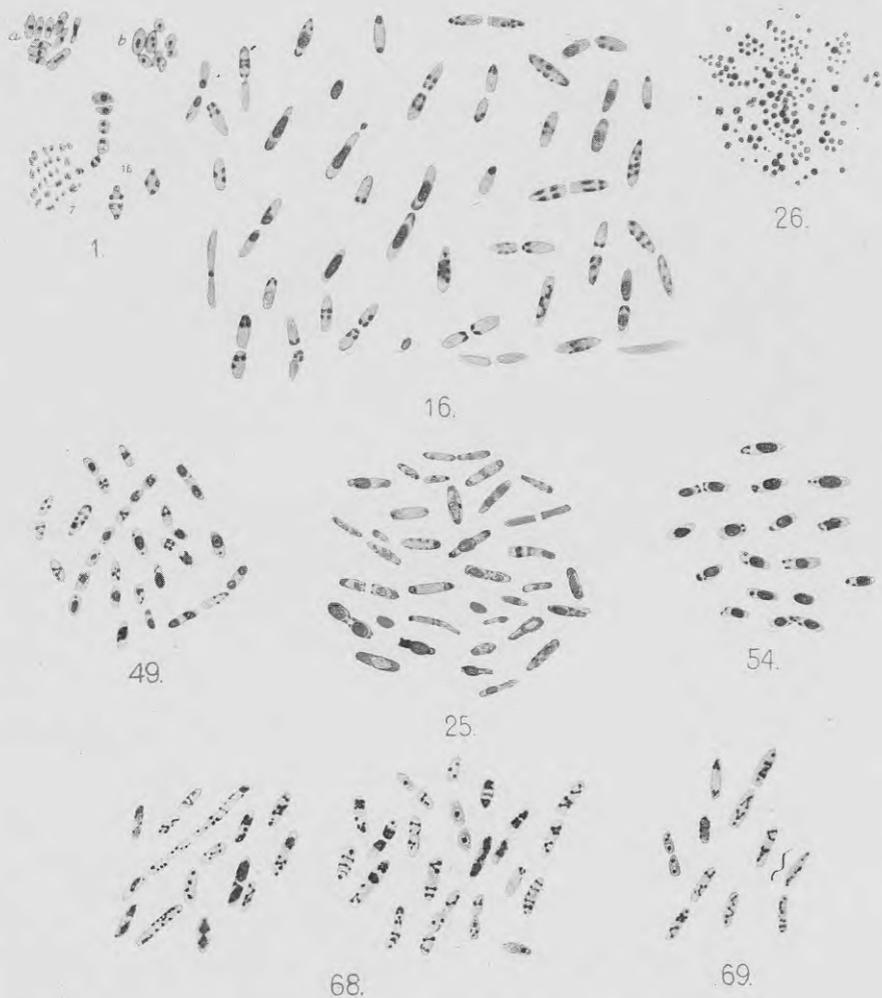


Figure 1. Corpuscules métachromatiques dans quelques bactéries (d'après Babes).
Figure 16. Division et commencement du développement des spores du b. mycoides.
Figure 25. Coloration double, développement des spores et division du b. mycoides.
Figure 26. Staphylococcus pyogenes aureus; culture pure âgée de 11 jours (d'après H. Kronberger).
Figure 49. Division du bacille du charbon.
Figure 54. Stades finaux du développement des spores chez le bacille du charbon.
Figure 68. Division nucléaire chez le bac. mycoides.
Figure 69. Commencement du développement des spores chez le bac. mycoides.

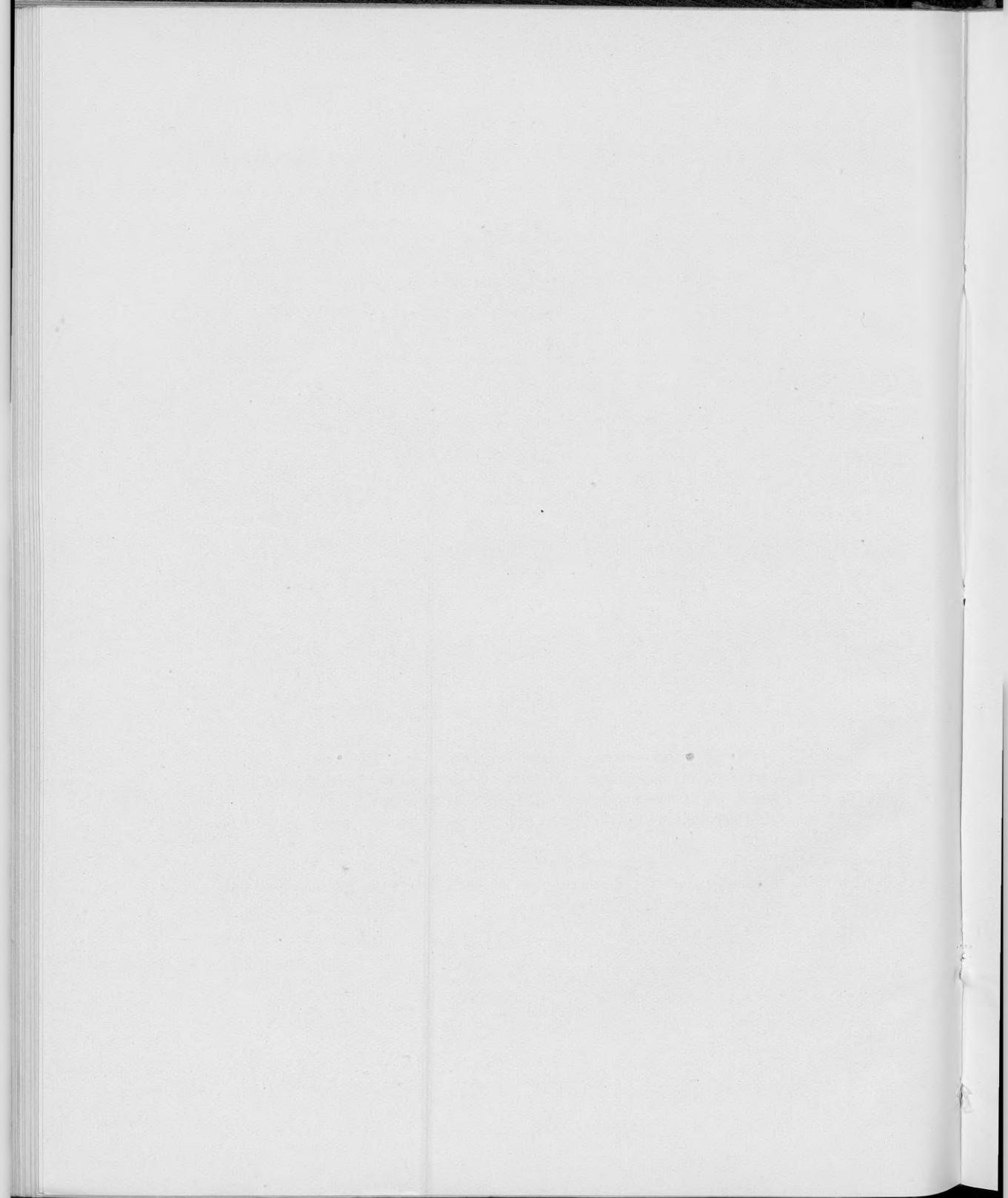


Planche II.

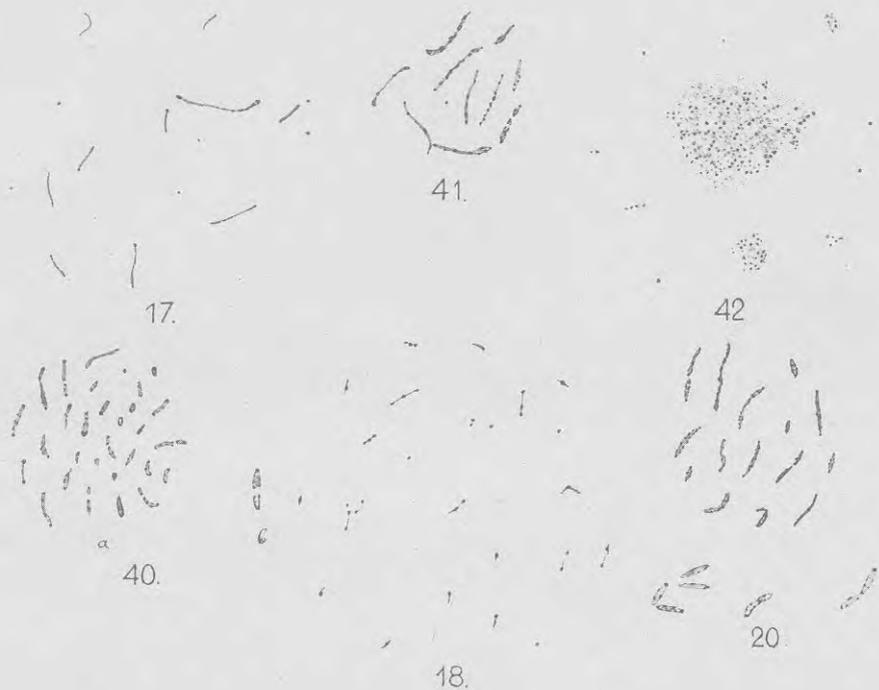


Figure 17. Bacille de la tuberculose. (Méthode picrique de C. Spengler.)

Figure 18. Bacille de la tuberculose. (Méthode jod-osmique de A. Kirchensteins.)

Figure 20. Bacille de la tuberculose. (Méthode de A. Kirchensteins.)

Figure 40. Multiplication du bacille de la tuberculose. (Formes jeunes et granules libres.)

Figure 41. Bacilles de la tuberculose dégénérés dans les crachats.

Figure 42. Formes granulaires du bacille de la tuberculose dans les crachats. (Méthode picrique de C. Spengler.)



Planche III.



- Figure 14. Bactéries inconnues de l'eau.
Figure 15. Bactérie inconnue de l'intestin de la grenouille.
Figure 21. Bactéries de l'intestin de la grenouille.
Figure 22. Bactéries de la Flore buccale de l'homme.
Figure 23. Microcoques (isolés fraîchement des crachats).
Figure 24. Formations granulaires dans le bac. subtilis.
Figure 28. Division des microcoques.
Figure 29. Développement de la sarcine.



Planche IV.



Figure 30. Développement d'un tétragène.

Figure 31. Multiplication du b. coli.

Figure 32. Multiplication d'une bactérie inconnue du lait.

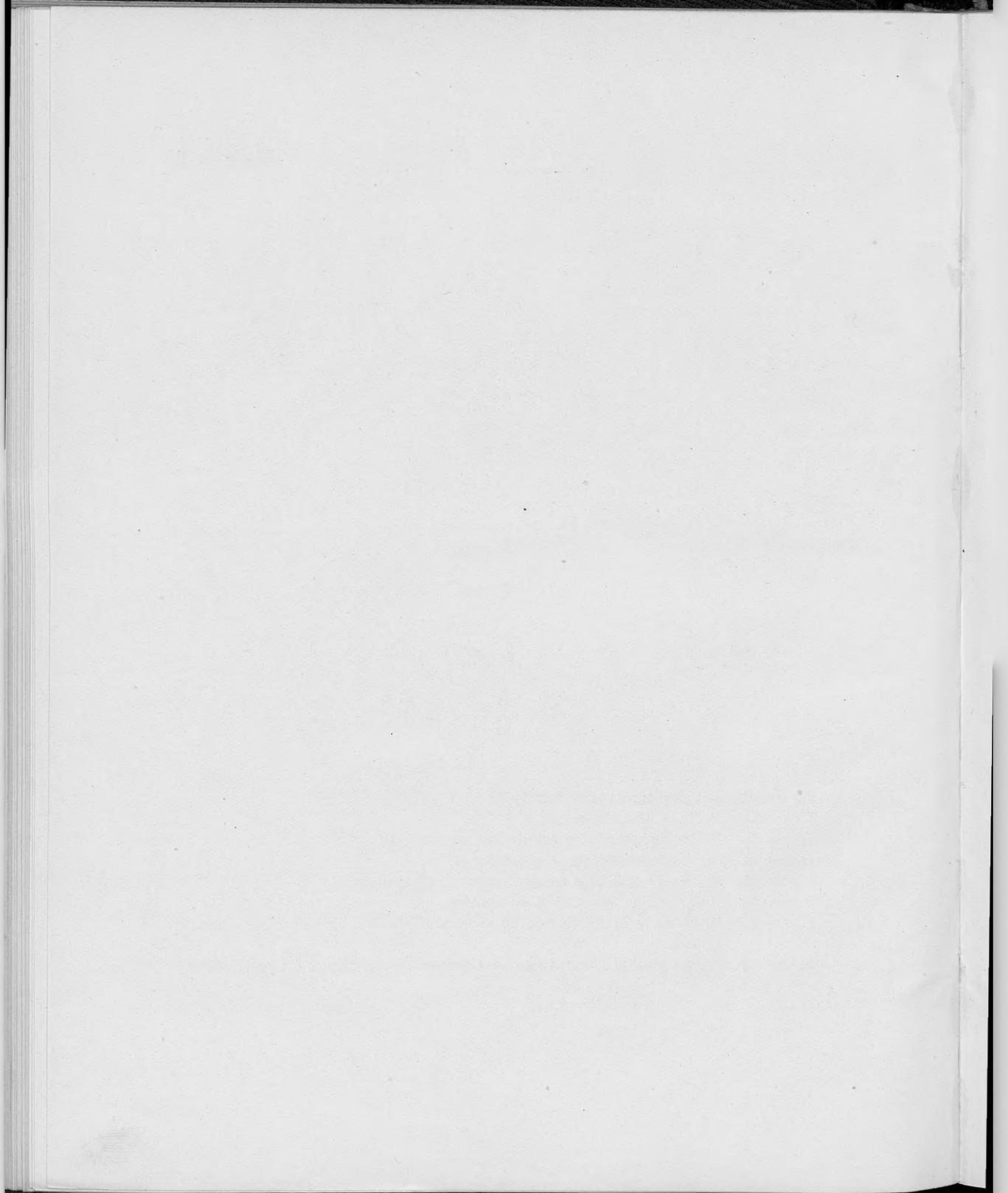
Figure 33. Bacillus pneumoniae (Friedlaender).

Figure 34. Bacille du pus bleu (culture âgée de 24 heures).

Figure 35. Multiplication du vibriion de choléra.

Figure 36. Mode de la multiplication du vibriion de choléra. (Schématique, fortement agrandi.)

Figure 37 et 37a. Multiplication d'un grand Spirochète du cheval (Flore buccale).





- Figure 38.* Mode de la multiplication d'une grande bactérie de l'intestin de la grenouille.
Figure 39. Filament plasmatique entre deux bactéries.
Figure 46. Division du bacille du charbon (premier stade).
Figure 47. Division du bacille du charbon (premier stade).
Figure 48. Division du bacille du charbon (vieille culture).
Figure 50. Division du bacille du charbon (second stade).
Figure 51a, b, c. Disposition des granules nucléaires dans le plasma du *b. mycoides* (stade du fuseau).

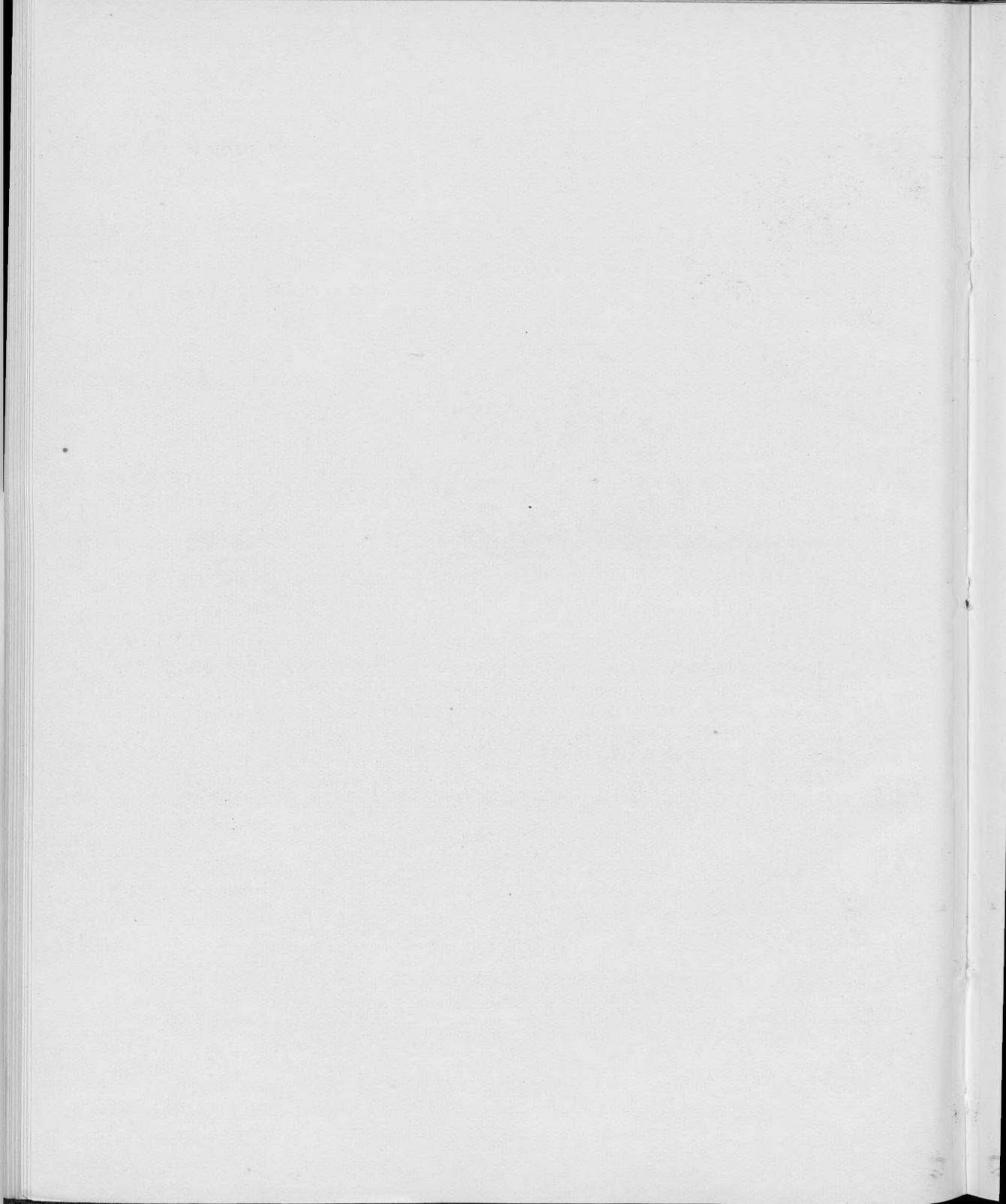
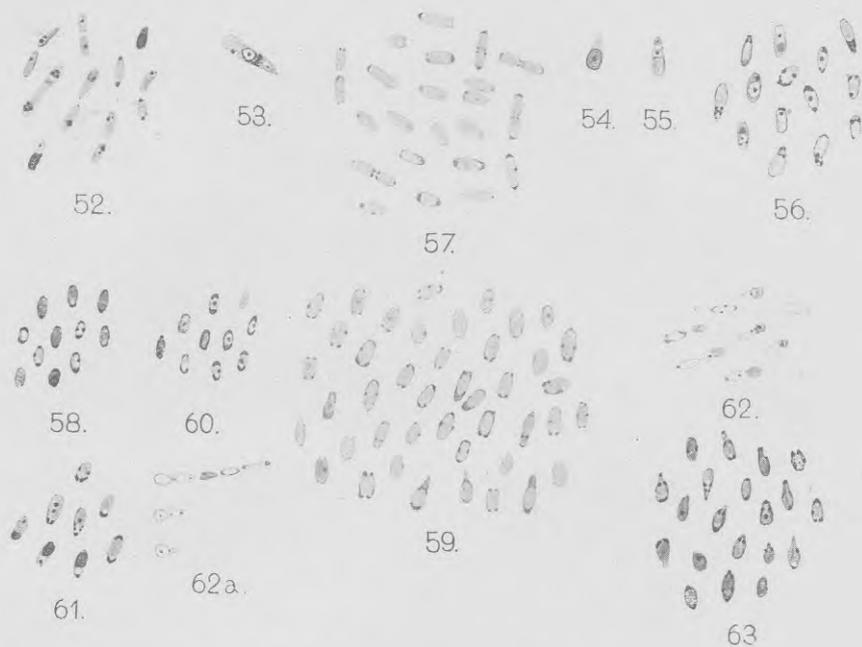


Planche VI.



- Figure 52.* Commencement du développement des spores chez le bacille du charbon.
Figure 53. Commencement du développement des spores chez le bacille mycoïdes.
Figure 54 et 55. Stades finaux du développement des spores chez le bacille du charbon (54) et le b. mycoïdes (55).
Figure 56. Développement des spores chez le bacille du charbon (stades finaux et jeunes spores).
Figure 57, 58, 59. Spores du bac. subtilis (culture âgée de 2 semaines) (57), du b. mesentericus (culture âgée de 3 semaines) (58), du b. mycoïde (culture âgée de 7 ans) (59).
Figure 60, 61, 62 et 62a. Spores germantes du b. mesentericus (60), du bac. du charbon (61) et du b. tetani (62, 62a).
Figure 63. Germination des spores du bacille mycoïdes.

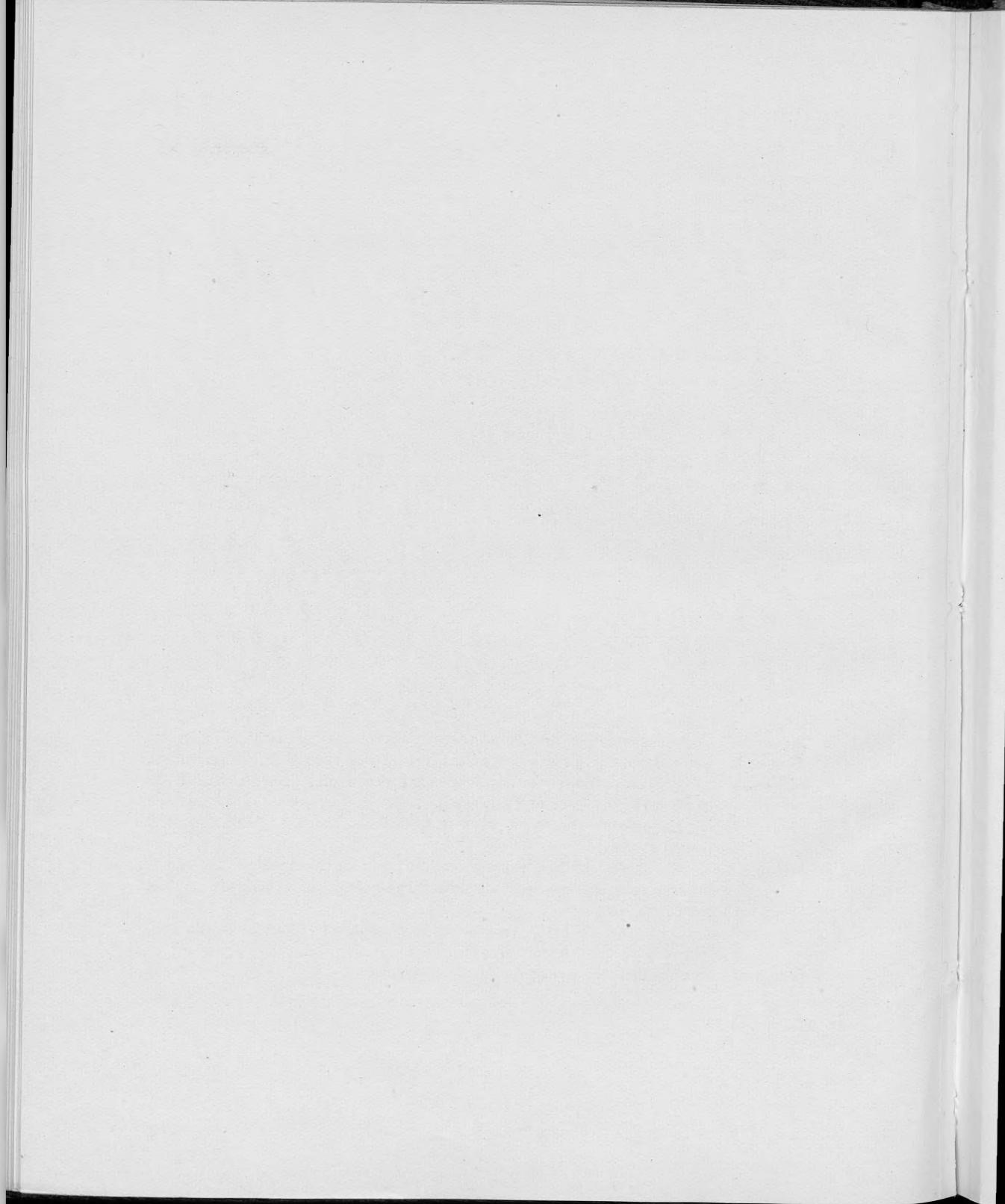


Planche VII.

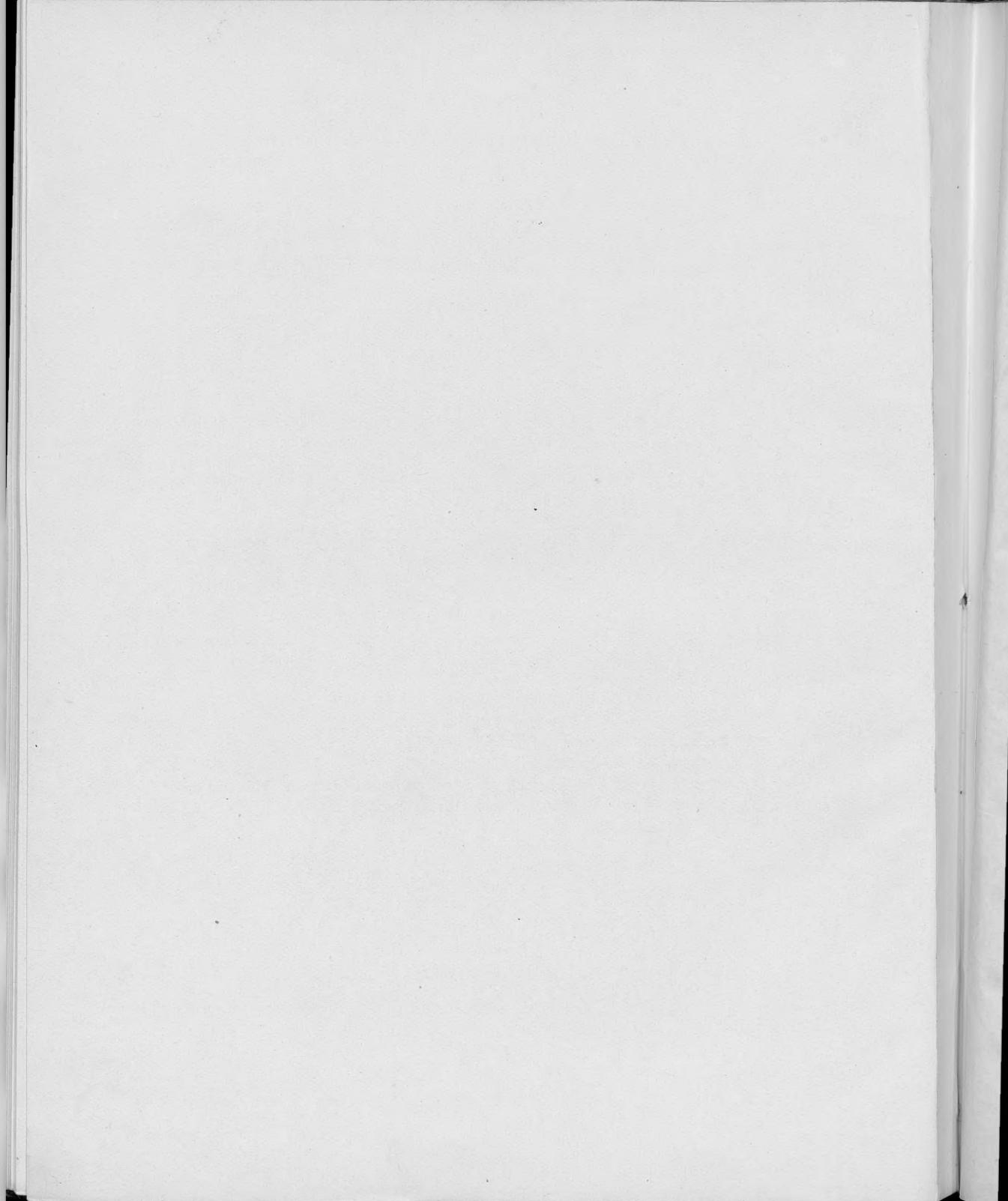


Figure 64. Germination des spores du bacille de Zopf.

Figure 65. Germination des spores du *oidium lactis*.

Figure 66. Disposition des granules nucléaires dans les jeunes bâtonnets du *b. mycoïdes*.

Figure 67. Division directe et commencement du développement des spores chez le *bac. mycoïdes*.





LEDGRIEŽU APLĒSES JAUTĀJUMS.

Doc. Tr a m d a c h a.

Ledgriežu aplēses grūtības izsauc tas materialu trūkums un tās neskaidrības, uz kuŗām uzduŗamies apskatot sakarīgos parcielos jautājumus.

Ledus „griešana“ sākas ar momentu, kad ar zināmu ātrumu peldošais ledus gabals pieskaŗas pie ledgrieŗa naŗa. Tālāk norisinās līdztiskus divi notikumi:

viens no tiem ir ledus gabala slidēšana gar ledgrieŗa nazi uz augŗu, ja tas ir slīps,

otrs ir zem apzīmējuma „trieciens“ (Stoss, ударъ) pazīstamā parādība.

Ledus gabals sāk virzīties gar slīpo ledgrieŗa nazi zem nazim paralelās ātruma komponentes iespaida, piepūlējot zināmā mērā ledgrieŗi; otra pret nazi normalā ātruma komponente izsauc trieciena parādības, pie kam kā ledus gabala, tā arī ledgrieŗa deformācijas darbā pāriet attiecīga daļa no ledus nestas kinētiskas enerģijas.

Temata robeŗās mūs interesē trieciena parādība, sākot ar pirmā perioda beigu momentu, kad pēc notikuŗam abu ķermeņu deformacijām tie ar kopīgu ātrumu sāk kustēties trieciena virzienā.

Kopējās masas kopīgajam ātrumam samazinoties līdz nullei, atsvabinātos zināms enerģijas daudzums, ja tas nepārietu ledus un ledgrieŗa tālākās deformācijas darbā.

Seviŗki grūti tveŗamas ledus gabala deformācijas šīs vielas elastīgo īpaŗību vāŗās pazīšanas dēļ; līdz ar to neizdodas izteikt ledus deformācijas neapstrīdamām formulām.

Arī ledgrieŗa deformācijas ne arvienu pilnīgi tveŗamas un izteicamas formulām.

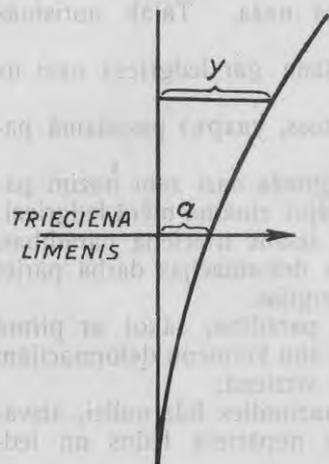
Literatura šai jautājumā ir ļoti nabadzīga. Vakareiropa klimatisko apstākļu dēļ par ledgrieŗiem nav spiesta interesēties, tādēļ arī Vakareiropas rakstniecība šo tematu tiklab kā nepazīst. Arī krievu literatūra nav tik bagāta, kā to varētu sagaidīt, un pie šī jautājuma pastāvīgiem teoretiķiem pieder vienīgi prof. Nikolai¹⁾, kuŗa ledgrieŗu aplēses paņēmienu nevar apiet.

¹⁾ Л. Николаи, 1991, СПб., тип. Эрлихъ. Мосты (изд. Инст. И. П. С.) стр. 691 и д.

* Nikolai apskata kādu svarīgu, bet speciālu gadījumu, proti uz klints dibinātu granīta balstu ar ledgriezi; ledgrieža nazis slīps. Aplēses pamatam Nikolai pieņem, ka ledus grūdienu uz tilta balstu var indentificēt ar divu ķermeņu *taisnu, centrisku neelastīgu triecienu*, pie kam abi ķermeņi pieņemti par *svabadiem* un kustošamies visos punktos ar vienādu ātrumu.

Ja tāds pieņēmums ir pielaižams zināmos gadījumos, attiecībā uz peldošo ledus gabalu, tad tas it nebūt neatbilst balsta-ledgrieža apstākļiem un ir arī pilnīgi nevajadzīgs.

Ātruma diagrama



īstā masa = m

$$\text{reducētā masa} = m_{red} = m \cdot \frac{y^2}{a^2} = \frac{Q}{g \cdot a^2} \cdot y^2.$$

Ledus gabala masu Nikolai atrod iz pazīstamās sakarības: $m = \frac{Q}{g}$, bet ledgrieža īstās masas vietā pieņem kādu hipotētisku, kuŗu atrod reducējot īstās masas dažādās daļas to īsto ātrumu kvadrātu attiecībā pret to daļu ātruma kvadrātu, kuŗa atrodas trieciena līmenī saskaņā arschemu (1).

Virsbūves (dzelzs kopņu un brauktuves) masu Nikolai pieņem koncentrētu balsta augšgala līmenī (lpp. 695, 705), kas neatbilst īstenībai un nav motivējams.

Neelastīgā trieciņa otra perioda sākumā abi ķermeņi (ledus un balsts) kustas ar vienādu ātrumu — C — un to kopējais spars ir

$$D = \frac{M_{led}^2 C^2}{2(M_{led} + M_{red})}.$$

Ātrumam — C — samazinoties līdz nullei, šī kinētiskā enerģija pārvēršas ķermeņu deformāciju darbā.

Darba nolīdzinājumos līmeniskam un svērtēniskam virzienam Nikolai uzņem sekošus deformācijas darbus, kuŗu izteiksmes (formulas) satur kāda iepriekš nepazīstama, no trieciena rezultējoša spēka līme nisko un svērtēnisko komponentu — apzīmējumus $P_{līm.}$ un $P_{svērt.}$

1) balsta elastīgās saliekšanās darbu

$$D_1 = \frac{P_{līm.}^2 \cdot h^3}{6 \cdot E_b \cdot J} \quad \text{kur } h = \text{trieciena līmeņa atstatums no pamata līmeņa}$$

$J = \text{vidējs kūtrības moments.}$

2) ledus gabala elastīgās saspiešanās darbu līmeniskā virzienā

$$D_2 = \frac{P_{līm.}^2 \cdot \mathcal{L}}{6 \cdot E_{led} \cdot B \cdot \Gamma} \quad \text{kur } \mathcal{L}, B, \Gamma \text{ apzīmē ledus gabala gaŗumu (ku-}$$

$\text{zīmē ledus elasticitātes moduli, kuŗa lielumu pieņem [pēc Frankenheima (Mousson. Die Physik, lpp. 207)] = 541 kg/kv. mm.}$

3) ledgrieŗa saspiešanās darbu svērtēniskā virzienā

$$D_3 = \frac{P_{svērt.}^2 \cdot h}{2 \cdot E_b \cdot \omega} \quad \text{kur } \omega = \text{apzīmē ledgrieŗa apakšējās daļas līme-}$$

$\text{niskā grieŗiena laukumu.}$

4) ledus gabala elastīgās saspiešanās darbu svērtēniskā virzienā

$$D_4 = \frac{P_{svērt.}^2 \cdot \Gamma}{6 \cdot E_{led.} \cdot B \cdot \mathcal{L}}$$

Darba nolīdzinājumi:

$$D_{līm.} = D_1 + D_2$$

$$D_{svērt.} = D_3 + D_4$$

dod iespēju izlēst $P_{līm.}$ un $P_{svērt.}$ lielumu, protams, tuvinoši daudzo pieņemto hipotezu dēļ.

Kad iedarbojošies spēki, to starpā pašsvars, $P_{līm.}$, $P_{svērt.}$ un ūdens straumes spiediens ir pazīstami, ledgrieŗa noturības aplēšana neuzrāda nekādas grūtības.

Nikolai ledgrieŗu aplēse pamatojas uz vairākiem pieņēmumiem, no kuŗu lielākā vai mazākā tuvuma īstenībai atkarīga rezultātu pareizība gluŗi tāpat, kā no lietojamo koeficientu lieluma.

I. Pieņēmums, ka ledgrieŗu aplēses pamatos liekams *neelastīgs* trieciens, motivējams ar ledus mazo izturību un lielo plasticitāti; jau tājums grozās ap šo īpašību skaitlisko raksturojumu. Pēc Nikolai (lpp. 691) tieši mēģinājumi (kad, kur un no kā izdarīti, nav minēts) rādījuši, ka ledus sadrūp zem spiediena 11,25 pud./kv.cī. \cong 28,6 kg./kv. cm.

Pie lielāka ledus ātruma un pietiekoša ledus gabala lieluma, spiediens starp ledu un ledgriezi būs liels un ir iemesls pieņemt, ka ledus izturība būs trieciēna vietā pārsniegta un līdz ar to trieciens būs neelastīgs; turpretim pie mazākas ledus masas, maza ātruma un vairāk elastīgas ledgrieža konstrukcijas, nav izslēgta iespēja, ka trieciens elastīgs. Pēdējais gadījums ļoti iespējams pie atsevišķi no balstiem celtiem koka ledgriežiem uz garjiem elastīgiem pāļiem.

II. Pieņēmums, ka trieciens taisns un centrisks *attiecībā uz ledus gabalu*, būtu motivēts gadījumos, kur ledgrieža nazis svērtēnisks un ledus gabals uzgrūžas uz ledgriezi tā, ka „trieciena normale“ iet apm. caur tā smaguma centru un sakrīt ar kustības virzienu²⁾; pie slīpa ledgrieža naža šāds pieņēmums īstenībai neatbilst nekādā ziņā un attālina gala rezultātu no īstenības, jo ledus gabalu triec ekscentriski un griešanās ass ir variabla (viens gals uzvirzas uz ledgriezi un paceļas, bet otrs iegrimst ūdenī). Novērojumi rāda, ka priekšgals paceļas vairāk nekā pakalgals iegrimst, tādēļ jāatzīst, ka griešanās ass atrodas *zem* ledus gabala smaguma centra un ledus masas iespaids uz ledgriezi caur to samazinājas³⁾, jo trieciēna līmenis iet caur ledus gabala priekšgalu.

Līdz ar apskatīto prasību izpildīšanu būs praktiski pietiekošos apmēros izpildīta arī prasība, lai pie ekscentriskā trieciēna „trieciena normale“ gulētu ledus gabala simetrijas plāksnē.

Pie svērtēniskā *ledgrieža* naža trieciens var būt centrisks vienā atsevišķā gadījumā, kad ledgrieža smaguma centrs atrodas trieciēna līmenī; vispār tas tā nebūs. Pie slīpa naža varbūtība, ka trieciens būtu centrisks, nav lielāka un tas ir uzlūkojams par atsevišķu gadījumu.

III. Tā kā ledgriezis arvienu saistīts ar zemi, tad to arī nekad nevar uzlūkot par pilnīgi svābadi kustīgu; tādēļ Nikolai meklē tādu *hipotētisku masu*, kas pieņemama ledgrieža istās masas vietā, lai pie centriskā trieciēna ar to kopējais ātrums trieciēna otra perioda sākumā būtu vienāds ar isto. Šāds paņēmieni atzīts, jautājums grozās vienīgi ap ceļu, kādā substituējamā masa atrodama.

Nikolai meklē tādas masas lielumu, kuņas spars (lebendige Kraft, живая сила) būtu vienāds ar ledgrieža elementu istā spara kopsumu, saskaņā ar izteiksmi:

$$\frac{M_{red.} \cdot a^2}{2} = \sum \frac{m \cdot y^2}{2} \quad [\text{sk. schemu(1)}]$$

²⁾ Föppl, Berlin, Leipzig, Teubner. Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. I. 5. Aufl., 1917., S. 319.

³⁾ Föppl, S. 341.

Pie tam Nikolai pieņem, ka īsto ledgrieža masas elementu ātrumi ($-y$) proporcionāli ledgrieža elastīgās līnijas ordinatām iedarbojoties uz ledgriezi no trieciena rezultējošam spēkam $-P$. Zem statiska spēka rāmas iedarbes uz ledgriezi ar lielu kūtrības momentu, elastīgā līnija izveidojas visiem elementiem vienā momentā kustēties sākot un vienā momentā kustēties beidzot, tā ka būtu iemesls pieņemt masas elementu ātrumus proporcionālus noietam ceļam; pie trieciena, it sevišķi ja ledgriezis slaiks (ar mazu kūtrības momentu), trieciens ir sparīgs un lielākās masas atrodas virs trieciena līmeņa, ļoti iespējams, ka vispirms pavirzās masas elementi trieciena līmeņa tuvumā un tiem vēlāk seko augstāko līmeņu masas elementi. Šādā gadījumā augšējo elementu ātrumi varētu būt daudz lielāki nekā izejot no elastīgās līnijas ordinātu attiecībām. Pievestais masas reducēšanas pamats visvairāk piemērots ledgriežiem, kuņu masa virs trieciena līmeņa nav liela, pretējā gadījumā nav izslēgta lielāka kļūda reducētas masas lielumā; paņēmieni ir komplikēti.

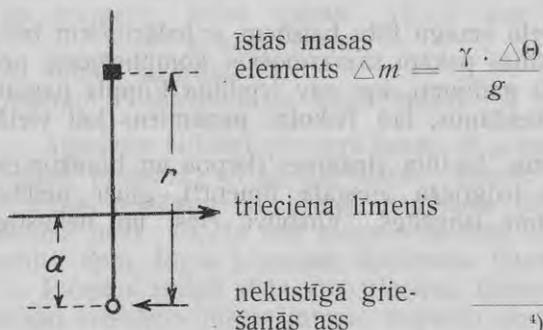
Ja ledgrieža kūtrības moments liels, tā saliekšanās nav mērāma⁴⁾ un tam ir kāda nekustīga griešanās ass (feste Drehachse), tad īstās masas vietā var ievest attiecīgi reducētu masu un lietot svabodu ķermeņu centriska trieciena gadījumam atvasinātas sakarības.⁴⁾

Šādā gadījumā būtu

$$M_{red.} = \frac{\Theta}{g} \left(\frac{i}{a} \right)^2 = \frac{m \cdot i^2}{a^2} = \frac{\Sigma \Delta m \cdot r_i^2}{a^2} = \frac{I}{g \cdot a^2} \Sigma \Delta \Theta \cdot r_i^2 =$$

$$= \frac{\gamma}{g \cdot a^2} \int_0^H F_{r_i} \cdot dr_i \cdot r_i^2 \dots \dots \dots (3)$$

saskaņā ar schemu (2)



⁴⁾ Föppl, S. 339, 199, 341.

Pievēstā sakarība atbilst taisnai deformācijas līnijai. Ja Nikolai pieņem no ass atliecošos liko, tad caur to relatīvi palielinās augšējo balstu elementu un it sevišķi tiltu virsbūves iespaids uz reducētas masas lielumu, kā redzams no Nikolai apskatītā piemēra.⁵⁾

	Balstam	Virsbūvei	Kopā	
Īstā masa	5650	1160	6810	Pēc Nikolai Citi pieņēmumi vienādi
Reducēta masa	6930	5260	12190	
Attiecība $\frac{m_{red}}{m}$	1,23	4,55	1,78	
Īstā masa	5650	1160	6810	Pēc saka- rtības (3) Citi pieņēmumi vienādi
Reducēta masa	5780	3560	9340	
Attiecība	1,02	3,35	1,37	

Lielāka M_{red} ir nelabvēlīgs apstākļi, jo ar M_{red} palielināšanos samazinās ātrums otra perioda sākumā

$$u = \frac{M_{led} \cdot C}{M_{led} + M_{red}}$$

un līdz ar to samazinās ķermeņu kopējais spars šīnī momenta

$$D = \frac{M_{led}^2 \cdot C^2}{2(M_{led} + M_{red})}$$

ar ko no trieciena rezultējošais spēks iznāk mazāks un ledgrieža noturība it kā lielāka.

Vismaz attiecībā uz lielu smagu tiltu balstiem ar ledgriežiem būtu jāatmet gala rezultāta drošības pakāpi samazinošais komplikējums pēc Nikolai. Bet ja būtu tādi gadījumi, kur nav izpildīta Föppla pamatprasība par nemanāmu saliekšanos, tad Nikolai paņēmieni ļoti vietā.

IV. Nikolai pieņēmums, ka tilta virsbūves (kopņu un brauktuves) masa koncentrēta balsta-ledgrieža virsgala līmenī⁶⁾, gluži nedibināts, lai gan augšējā nozīmē labvēlīgs. Virsbūve cieši un nekustīgi

⁵⁾ Nikolai, lpp. 704.

⁶⁾ Nikolai, lpp. 695, 705.

saistīta ar balstu un tādēļ tās masa uzskatāma par balsta masas sastāvdaļu, kas taīsa līdz visas balsta kustības un kuņas smaguma centrs pieņemams *īstajā* augstumā. Šāda nepareiza pieņēmuma iespaidu uz M_{red} lielumu rāda Nikolai apskatāmā piemēra izlabojums:

	Balstam	Virsbūvei	Kopā	
Īstā masa	5650	1160	6810	Sk. iepriek- šējo sako- pojumu.
Reducētā masa	5780	3560	9340	
Attiecība	1,02	3,35	1,37	
Īstā masa	5650	1160	6810	
Reducētā masa	5780	5240	11020	
Attiecība	1,02	4,51	1,62	

Otrā sakopojuma daļā virsbūves masa pieņemta koncentrēta konstrukcijas smaguma centra *īstajā* līmenī apm. 15 pēdu virs balsta augšgala.

Formulas veida iespaids uz izlēsta spara daudzumu un līdz ar to uz rezultējoša spiediena lielumu redzams no sekoša sakopojuma:

	$D = \frac{M_e^2 C^2}{2(M_e + M_{red})}$	%
Pēc Nikolai: ledus gabals 150×50 asis $v = 1$ pēd/sec	3000	100
Pēc autora sakarības (3)	3100	103
Pieņemot virsbūves masu <i>īstajā</i> līmenī	3025	101
Cits piemērs: ledus gabals 15×5 asis $v = 5$ pēd/sec.	226	100
Pēc autora sakarības (3)	286	126
Pieņemot virsbūves masu <i>īstajā</i> līmenī	246	109

Apskatītā Nikolai piemērā balsta M_{red} pieauguse pret isto M ; pieauguse, protams, arī kopēja masa. Tomēr, tas ir atsevišķs gadījums, un tikpat iespējams arī pretejs gadījums, proti, ka kopējā M_{red} daudz mazāka nekā kopējā *īstā* masa. To rāda sek. lpp. pievestais piemērs (atbilst apm. Rīgas jaunajam dzelzsceļa tiltam).

Piemērs spilgti rāda virs trieciēna līmeņa atrodošās masas, bet it sevišķi virsbūves masas jūtamo iespaidu uz M_{red} lielumu.

Balsta-ledgrieža aplēses piemērs.

	Svars tn	Augšas līmenis m	Istā masa	Reducētā masa
Pamatu apakša		—0—		
Ledus iešanas līmenis		21,7		
Pamati $120 \times 18,6 \times 2,2$	4920		500	
$\frac{500 \cdot 9,3^2}{21,7^2}$				92
Balsta daļa zem naža		20,5		
$100 \times 1,9 \times 2,2$	420		43	35
Slīpā daļa $92 \times 3,1 \times 2,2$	630	23,6	64	68
Balsta daļa virs naža		26,4		
$85 \times 2,8 \times 2,2$	525		54	71
Balsts visumā	6495		661 100%	266 ~40%
Virsbūves smaguma centrs	920	35	93 100%	242 260%
Balsts ar virsbūvi			754 100%	508 67%

V. Peldoša ledus gabala spars trieciena otrā periodā pārvēršas balsta un ledus gabala deformēšanas darbā. Granīta balsta deformēšanas darbu nav grūti tvert formulās, arī tā elastīgās īpašības praktiski pietiekošā mērā pazīstamas.

Ledus elasticitātes moduli Nikolai pieņem $E_{led} = 541 \text{ kg/kv. mm}$ [pēc Frankenheima (Mousson. Die Physik, lpp. 207)]. Tik lielu skaitli

autoram neizdevās sastapt attiecīgās rokas grāmatās⁷⁾, kur pievestie skaitļi svārstās starp 59 un 418; kā vidēju skaitli min $E_{led} \cong 276 \text{ kg/kv. mm}$ pie apm. 2° C .

Lielāks E_{led} dod rezultātā lielāku balstu gāzošu spēku $-P$.—

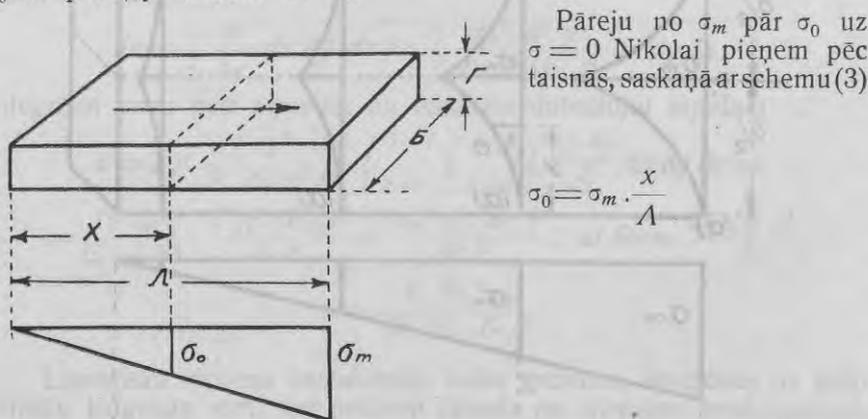
Ledus elasticitate nevar būt pilnīga un ja ledus deformācijas vispār ir proporcionālas spriegumam, tad jādoma, ka proporcionalitātes robeža atrodas ļoti zemu un krīt ar temperatūras pieaugšanu līdz 0° . Domājams, ka ledus deformācijas pieaug ātrāki nekā spriegums, bet noteiktu datu, ar kuriem varētu operēt, nav.

Bez tam ledus īpašības kristālu dažādu asu virzienos dažādas; rudens un pavasara ledus īpašību starpība vispār pazīstama.

Ledus īpašību nepazīšana ņem iespēju kaut cik apzinīgi pareizi novērtēt ledus deformēšanas darbu.

Nikolai pieņem ledus deformācijas proporcionālas spriegumam; cita pilnīgi motivēta priekšlikuma trūkuma dēļ tam jāpiekrīt.

Deformācijas darba atrašanai Nikolai pieņem ledus gabalu par elastīgu ķermeni paralellopēda veidā, kas kustoties atdūries ar vienu skaldni balstā. Tādā gadījumā visos skaldnes punktos ledus būtu piepūlēts līdz vienai un tai pašai pakāpei σ_m , bet tālākos (pret pakalgalu) svērtēniskos šķēsgriezienos ledus būtu piepūlēts līdz zemākai pakāpei σ_0 un pakalējā skaldnē $\sigma = 0$.



⁷⁾ Landolt-Börnstein, 1912, Berlin, Springer, Physikalisch - chemische Tabellen (4. Aufl.). S. 49/50. Abraham H. u. Sacerdote, 1913, Paris-Gauthier-Villar, Recueil de constantes physiques p. 173.

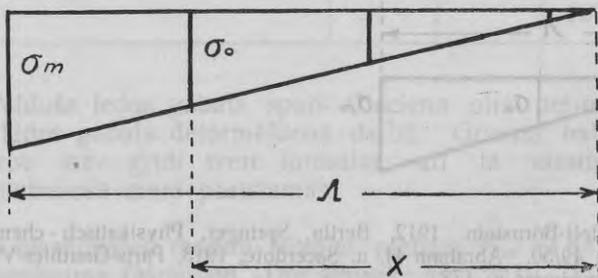
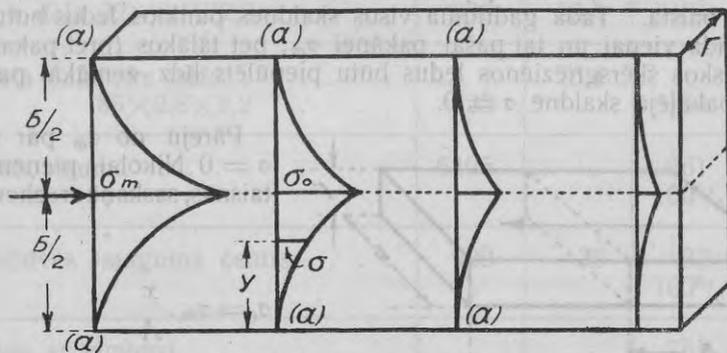
Deformācijas darba izteiksme uz iepriekšējā lapp. pievesto pieņēmumu pamata būtu:

$$da = \frac{\sigma_0 \cdot B \cdot \Gamma \cdot \epsilon \cdot dx}{2} = \frac{\sigma_0^2 \cdot B \cdot \Gamma \cdot dx}{2E_e} = \frac{\sigma_m^2 \cdot x^2 \cdot B \cdot \Gamma \cdot dx}{2E_e \cdot \Lambda^2}$$

$$a = \frac{\sigma_m^2 \cdot B \cdot \Gamma}{2 \cdot E_e \cdot \Lambda^2} \int_0^\Lambda x^2 dx = \frac{\sigma_m^2 \cdot B \cdot \Gamma \cdot \Lambda}{6E_e} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \text{ar } P_N = \sigma_m \cdot B \cdot \Gamma \end{array} \right\} a = \frac{P_N^2 \Lambda}{6E_e B \cdot \Gamma}$$

gluži kā to pieņēmis Nikolai.

Pieņēmums, ka ledus gabals atdurās balstā ar visu priekšējās skaldnes laukumu $F = B \cdot \Gamma$, ir nepareizs kā principā, tā arī apskatāmā piemērā ar $B \cong 100 \text{ m}$ un balsta biezumu $\Lambda \cong 3,60 \text{ m}$, pie kam ledus gabals pat vēl neatdurās uz visu platumu Λ , bet vienīgi uz ledgrieža naža ļoti nelielo biezumu.



Ja lokalizēts spiediens nevienādi piepūlē dzelzs ķermeņus, tad jo vairāk iemesls to pieņemt priekš ledus. Tā kā ledus gabalu piespiež pie ledgrieža nevis kāds ārējs spēks, bet masas elementu spars, tad jāatzīst, ka 4 malējās un pakalgalējā skaldnē $\sigma = 0$ un priekšgalējā skaldnē zem ledgrieža naža $\sigma = maks$.

Kā ledus sadala un pārnes spiedienu uz tālākām iekšējām kārtām un kā uz blakus kārtām sāniski, nav zināms, tādēļ atliek vienīgi prātojumu ceļš, orientējoties pēc analogiem gadījumiem.

Izejot no materiala piepūlēšanas ainas dzelzs sloksnēs zem tapas vai kniedes spiediena iedarbes, autors atzīst par plastiskam ledus materialam piemērotu sprieguma sadalījumu priekšgala skaldnē pēc schemas (4). Sk. iepr. lapp.

Piepaturot pieņēmumu, ka σ_m samazinās pār σ_0 līdz $\sigma=0$ pēc taisnās un pieņemot līkās par kvadratiskas paraboles zariem ar virsotnēm (a), malējās skaldnēs gūstam sekošas sakarības:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{y^2}{(B/2)^2}; \quad \sigma_0 = \sigma_m \cdot \frac{x}{\Lambda};$$

masas elementa $dx dy dz$ deformēšanas darbs, paliekot pie agrākajiem pieņēmumiem, ir

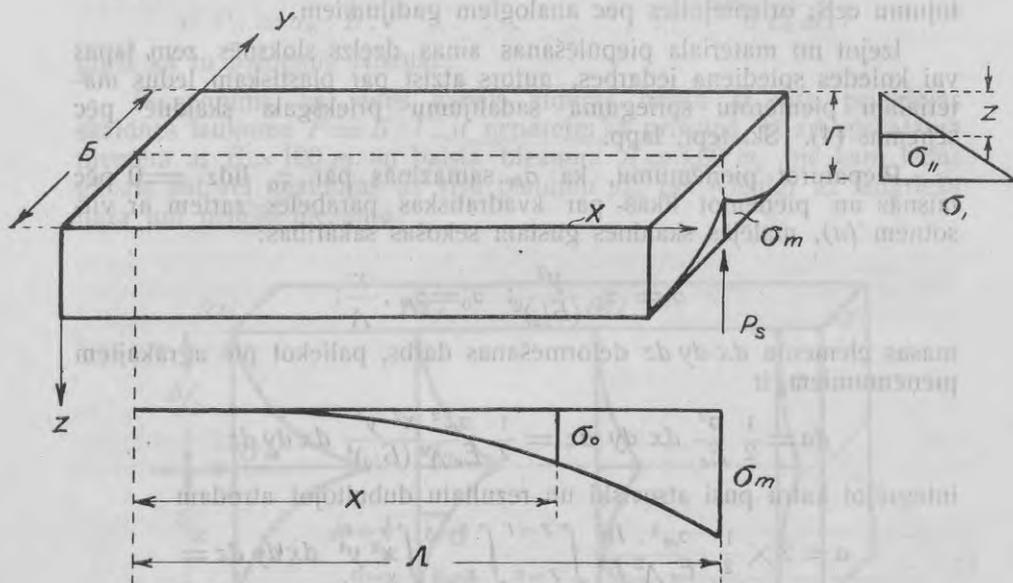
$$da = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{E_e} dx dy dz = \frac{1}{2} \frac{\sigma_m^2 x^2 y^4}{E_e \Lambda^2 (B/2)^4} dx dy dz;$$

integrējot katru pusi atsevišķi un rezultātu dubultojot atrodam

$$\begin{aligned} a &= 2 \times \frac{1}{2} \frac{\sigma_m^2 \cdot 16}{E_e \Lambda^2 B^4} \int_{z=0}^{z=r} \int_{x=0}^{x=\Lambda} \int_{y=0}^{y=B/2} x^2 y^4 dx dy dz = \\ &= \frac{16 \sigma_m^2}{E_e \Lambda^2 B^4} \cdot \frac{\Gamma \Lambda^3 \cdot (B/2)^5}{3 \cdot 5} = \frac{\sigma_m^2 \Lambda \cdot B \cdot \Gamma}{30 E_e}; \quad \text{ar } P_T = \frac{\sigma_m \cdot B \cdot \Gamma}{3}; \\ a &= \frac{9 \cdot P_T^2 \Lambda}{30 \cdot E_e \cdot B \cdot \Gamma} \end{aligned}$$

Līmeniskā virzienā kustošamies ledus gabalam, spiežoties uz svērtenu ledgrieža nazi, var pieņemt (daudz no īstenības neatkāpjoties), ka visos līmeniskos griezienos sprieguma sadalījums būs vienāds; turpretim spiežoties uz slīpu nazi — dažāds. Pēdējā gadījumā praksē jāpieņem kāda „vidēja“ līmeņa sadalījums tā, lai, izejot no tā, atrastais kopējais deformācijas darbs daudz neatšķirtos no varbūtīgā.

Vēl daudz mazāk skaidrs sprieguma un deformāciju sadalījums ledus gabalā pie priekšējās malas lokālas uzspiešanās uz slīpu ledgrieža nazi. Ja līmenisks spiediens priekšējās skaldnes vidū jāuzskata par zināmā mērā lokalizētu pret malējām skaldnēm, tad ne mazāk lokalizēts pret pakalgalējo skaldni būs svērtenisks spiediens priekšējās skaldnes apakšējās šķautnes vidū un tādēļ pāreja no $\sigma_{maks.}$ priekšgalā uz $\sigma=0$ pakalgalā pieņemama arī pēc likās, saskaņā ar schemu (5)



$$\sigma = \sigma_{m} \cdot \frac{y^2}{(B/2)^2}; \quad \sigma_{m} = \sigma_0 \cdot \frac{z}{\Gamma}; \quad \sigma_0 = \sigma_m \frac{x^2}{\Lambda^2}; \quad \sigma = \sigma_m \frac{x^2 \cdot z \cdot y^2}{\Lambda^2 \cdot \Gamma \cdot (B/2)^2}$$

$$da = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_m^2}{E_e} dx dy dz = \frac{\sigma_m^2 \cdot 16}{E_e \cdot \Lambda^4 \cdot \Gamma \cdot B^4} x^4 \cdot z^2 \cdot y^4 dx dy dz$$

$$a = \frac{16 \cdot \sigma_m^2}{E_e \cdot \Lambda^4 \cdot \Gamma \cdot B^4} \int_{x=0}^{x=\Lambda} x^4 dx \int_{z=0}^{z=\Gamma} x dz \int_{y=0}^{y=B/2} y^4 dy = \frac{16 \cdot \sigma_m^2 \cdot \Lambda \cdot \Gamma \cdot B}{E_e \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 32} = \frac{\sigma_m^2 \cdot \Lambda \cdot \Gamma \cdot B}{100 E_e}$$

$$\text{ar } P_s = \int_0^{\Lambda} \sigma_m \cdot \frac{1}{3} B \cdot \frac{x^2}{\Lambda^2} dx = \frac{1}{9} \sigma_m \cdot B \cdot \Lambda$$

$$\text{būs } a_s = \frac{81 P_s^2 \cdot \Gamma}{100 E_e \cdot B \cdot \Lambda}$$

Turpretim Nikolai pieņem, ka ledus gabals ar *visu* apakšējo skaldni uzspiežas uz ledgriezi, kas neatbilst īstenībai.

Kā atsaucas uz gala rezultātu ledus deformācijas darba izteiksmes veids, redzams no piemēra, kuŗu apskata Nikolai.⁸⁾

Līmeniskā virzienā $D_{lim} = 2997$.

$$D_{lim} = P_{lim}^2 [51,64 + 388,13] 10^{-10}; P_{lim} \cong 258000 \text{ pud.}$$

$$\sigma_m = \frac{258000}{350 \times 4.2} \cong 176 \text{ pud/kv. pēd.}$$

Izejot no shēmas (4)

$$D_{lim} = P_{lim}^2 [51,64 + 698,63] 10^{-10}; P_{lim} \cong 200000$$

$$\sigma_m = \frac{200000 \cdot 3}{350 \cdot 4.2} \cong 408 \text{ pud/kv. pēd.}$$

Svērteniskā virzienā pēc Nikolai

$$D_{sv} = 7457 \text{ pud.} \times \text{pēd.} = P_{sv}^2 [1012 + 62] 10^{-10}$$

$$P_{sv} = 263500 \text{ pud.}; \sigma_m = \frac{263500}{350 \times 1050} = 0,72 \frac{\text{pud.}}{\text{kv. p.}}$$

Izejot no shēmas (5)

$$D_{sv} = P_{sv}^2 [1012 + 301] 10^{-10}; P_{sv} = 238500$$

$$\sigma_m = \frac{238500 \cdot 9}{1050 \times 350} = 6,3 \text{ pud./kv. pēd.} = \frac{6,3 \cdot 1000}{61 \times 144 \times 6,45} = 0,13 \frac{\text{kg.}}{\text{kv. cm.}}$$

Atrastajiem skaitļiem priekš σ_m nav absolūtas nozīmes un tie pievesti *vienīgi* formulai iespaida ilustrēšanai, tomēr no šiem skaitļiem redzams, ka līmeniskā virzienā ledus masa piepūlēta diezgan *mēreni* [408 pud./kv. pēd. \cong 7,2 kb./kv. cm] un lielākajā ledus gabala daļā ledus varētu būt arī elastīgā stāvoklī.

Bez tam piemērs rāda, ka ledus deformācijas darba izteiksmei var būt ļoti liels iespaids uz no trieciena rezultējoša spēka —*P*— izlēsto lielumu un ledus īpašību pazišana nepieciešama.

⁸⁾ Nikolai, lpp. 701, 702, 706, 707.

Augstāk atrastie σ_m skaitļi gan raksturo vispārējā ledus gabala piepūlējuma pakāpi, bet *bez jebkādas* attiecības pret *vietejo piepūlējumu*, kas, protams, arvienu būs daudz lielāks.

Apskatāmā gadījumā ledgrieža platums ir $D = 3,75 \text{ m}$, ledus biezums $T = 1,28 \text{ m}$, rezultējošais spiediens $P_{lim} = 200000 \text{ pud.} \cong 3280 \text{ tn}$; ja ledgrieža nazis būtu svērtenisks un plākns, tad $p = \frac{P}{D \cdot T} \cong 68,5 \text{ kg/kv. cm.}$

Pie slīpa, sašaurināta, noapaļināta vai pat asa naža $-p-$ var sasniegt ļoti prāvu skaitlisku lielumu (daudzās simtos kg/kv. cm.).

Liels vietejs spiediens *var lielākā* mērā būt svarīgs, ja tas noved pie ledus kušanas, jo ledus pārvēršanās ūdenī saistīta ar ļoti lielu enerģijas saistīšanu.

1 kg. ledus pārvēršana ūdenī prasa 80 kalorijas siltuma, katrai atbilstot $\sim 425 \text{ kg. m.}$ mehāniska darba, tā tad pavisam $\sim 34000 \text{ kg. m.}$ Nikolai apskatāmā piemērā ledus gabala spars ir apm. 3000 pud. \times pēd. $\cong 15 \text{ t. m.}$ un tas pietiktu ne vairāk kā $\frac{15000}{34} = 440 \text{ kb. cm.}$ ledus izkausēšanai. Šie skaitļi rāda, ka neliela ledus daudzuma izkausēšana varētu visai jūtami samazināt trieciena efektu. Vai šāda parādība faktiski kādreiz arī iestājas, nav zināms. Lai gan ledus izturība nav labi pazīstama, tad tomēr jādoma (uz ikdienišķu novērojumu pamata), ka zem lielāka lokāla spiediena, it sevišķi stūru un šķautņu tuvumā, ledus mehāniski sadrups, nedodot attīstīties kušanas procesam vajadzīgam lielajam spiedienam.

Tā kā enerģijas bilance mūs interesē ļoti lielā mērā, tad aizkartā jautājuma noteikta noskaidrošana nebūtu lieka.

Vispār jāatzīmē, ka ledus īpašību izpētišanai piegriežama vērība, pie kam vislielākā nozīme būtu skaitļiem, kas attiecas uz pavasara dabīgo upju ledu, kušņ ledgrieža aplēsē vispirms jāievēro. Kamēr nebūs pētījumu rezultāti un daudzkārtīgi pilnīgi novērojumi, būsīm spiesti apmierināties dažādām hipotēzēm.

Bez pa daļai apskatītā speciālā gadījuma, var būt un ir vēl citi, piemēram:

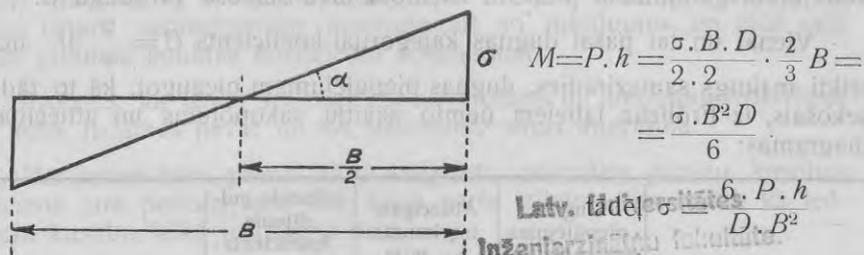
- a) pakšu ledgrieži uz padevīgiem pamatiem,
- b) kopņu ledgrieži uz gaļiem, svabadi stāvošiem pāļiem.

Šajos citos gadījumos izvirzās bez apskatītiem vēl daži jautājumi.

VI. Daudzreiz nevar palikt neievērots dugnas (Baugrunt, материкъ) padevīgums, caur ko var izsaukt ledgrieža nosvēršanos (Neigung, наклонение) kaut kādā virzienā. Šī parādība pilnīgi neatkarīga no ledgrieža saliekšanās vai citādas deformēšanās.

Ja trieciena izsauktais, ledgriezi gāzošais spēks ir P un tā atstatums no pamatu smaguma centra (caur kuŗu pieņemta svēršanās ass) ir h — piemēram atstatums starp trieciena līmeni un pamatu līmeni, tad ledgriezi cenšas pasvērt noteiktā virzienā moments $M = P \cdot h$, kas izsauc dugnas papildu reakcijas.

Ja reakciju diagramu pieņem pēc taisnās, ar nul punktu pamatu vidū, tad saskaņā ar schemu (6)



Ja pieņem, ka $t\bar{a}$ piepūlējuma robežās, kuŗas mūs interesē, dugna saspiežas proporcionāli spiedienam un tādēļ $\varepsilon = \frac{\sigma}{C}$, kur C apzīmē gul-dījuma koeficientu, tad

$$tg \alpha = \frac{\varepsilon}{B/2} = \frac{\sigma \cdot 2}{C \cdot B} = \frac{12 \cdot P \cdot h}{D \cdot B^3 \cdot C}$$

Trieciena līmenī balsts pasvērtos par

$$h \cdot tg \alpha = \frac{12 \cdot P \cdot h^2}{D \cdot B^3 \cdot C} \text{ un spēka } P \text{ darbs uz šī ceļa būtu}$$

$$a = \frac{12 \cdot P^2 \cdot h^2}{D \cdot B^3 \cdot C}$$

Spēku P varētu atrast no attiecīga darba nolīdzinājuma, ja C ir pazīstams.

Jautājums par dugnas elastīgām īpašībām arī vēl nav izsmelts; visvairāk noskaidrotas ir balasta īpašības zem dzelzsceļa gulšņiem un tikai pašā pēdējā laikā ir gūti kādi skaitļi tieši būvdugnai.

Priekš vidējas būvdugnas Schnidtmans⁹⁾ pieved $C = 4$ līdz 20 kg./kb. cm. Vinklers atradis¹⁰⁾ pēc Vēbera novērojumiem priekš balasta $C = 4 - 45$ kg./kb. cm. Pēc Frölicha novērojumiem¹¹⁾ autors izlēsa $C = 15$ līdz 60 kg./kb. cm. parastai dugnai priekš augstu mastu pamatiem

Pievestie skaitļi rāda, ka dugnas īpašības vispār ir dažādas un līdz ar to dugnas deformāciju noteikšana vēl gandrīz neiespējama, jo trūkst praktiskām vajadzībām piemērota pakāpeniska sakopojuma. Dažādas noteikti raksturotas dugnas koeficientu skala dotu iespēju katram konkrētam gadījumam pieņemt īstenībai tuvu stāvošu varbūtīgu C .

Vienai un tai pašai dugnas kategorijai koeficients $C = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ ir noteikti mainīgs samazinoties, dugnas piepūlījumam pieaugot, kā to rāda sekošais, iz Frölicha tabelēm ņemto skaitļu sakopojums un attiecīgas diagramas:

Dugnas piepūlējums $\sigma = \text{kg./kv. cm.}$	Attiecīgais iegrimums $\varepsilon = m/m$	Izlēstais gul-dījuma koeficients $C = \text{kg./kb. cm.}$
3,51	1,5	23,4
4,72	3,0	15,7
6,82	5,0	13,6
2,88	0,5	57,6
3,69	1,0	36,8
4,97	2,0	25,0
6,45	3,5	18,4

Jaunam mūrī ar kaļķu-cementa javu pie $\sigma = 1$ kg./kv. cm. Schnidtmans min kā vidēju skaitli $C = 200$ kg./kb. cm.

⁹⁾ W. Schnidtmann, 1920., Stuttgart, Wittwer. Beitrag zur Ermittlung von Fundamentpressungen. S. 23.

¹⁰⁾ K. Hayashi, 1921, Berlin, Springer. Theorie des Trägers auf elastischer Unterlage. S. 3—6.

¹¹⁾ H. Frölich, 1921. Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten. S. 7—25.

Gadījumi, kuŗos dugnas padevīgums nopietni svarīgs, būs gan reti (pakšu ledgrieži uz maz izturīgas dugnas), tādēļ C nepazīšana nav tik sāpīga, kā ledus īpašību nepazīšana.

VII. Pilnīgi nepazīstamas pakšu ledgriežu elastīgās īpašības, kuŗas noteic kā koka skeleta, tā akmeņu pildījumus. Nav domājams, ka teoretiski prātojumi šeit varētu dot pozitīvus rezultatus; bet novērojumu nav, tādēļ šādu objektu aplēse uzduŗas uz pašlaik nepārvarāmām grūtībām.

VIII. Ļoti svarīga būtu iespēja aplēst koka kopņu ledgriežus, bet arī to deformācijas nav labi tveramas daudzo nepilnīgo sajūgumu dēļ; tomēr attiecībā uz šo darinājumu grupu izredzes būtu lielākas, ja izdotos izdarīt nepieciešamos novērojumus un mērījumus un tādā ceļā iegūt pieturas punktus koeficientu noteikšanai.

Protams, ka izolēt šo ledgriežu novērošanu un mērījumu izdarīšanu no ledus iedarbes nevar un tas uzdevumu stipri apgrūtina.

Mērijamas būtu pirmā kārtā ledgrieža atsevišķu punktu kustības trieciēna otrā periodā, pie kam bieži varēs izlietot tilta balstu kā ledgrieža kustību laikā nekustīgu bazi.

No apstākļiem, kas varētu aptumšot ledgrieža kopnes deformācijas, mināmi pirmā kārtā sekošie:

- a) akmeņu bēruma iespaids kā starp pāļiem, tā kopnē; pēdējā vietā akmeņu pildījums palielina triekto ķermeņa masu un ar to mīkstina trieciēna efektu, kā samazinot rezultējošo spiedienu, tā palielinot kopnes stingrumu un samazinot vēl vairāk deformācijas.
- b) kopni nesošo pāļu deformācijas, kuŗu lielums atkarīgs kā no dugnas īpašībām, tā no savienojuma veida ar nesamo kopni un daudz citiem iespaidiem.

Šinī īsajā apskatā aizkarti vienīgi aplēses pamatos liekamie jautājumi, pa ceļam aizrādot uz publicētā materialā atrastām kļūdām.

Autors nebija licis sev par uzdevumu izsmelt jautājumu, aptverot visus aplēses elementus, arī mazāk neskaidros un pilnīgi atzītos, tādēļ nav apskatīta naža slīpuma nozīme, parādības pie ledus gabala virzīšanās gar nazi uz augšu, ledgrieža noturības, materiala piepūles un citi jautājumi, tai starpā arī konstruktīvie.

Pārskatot teikto, būtu vēl reiz sevišķi jāpastrīpo ledus īpašību tuvākās pazīšanas pilnīga nepieciešamība un tad vajadzība izdarīt novērojumus un deformāciju mērījumus pirmā kārtā pie koka kopņu ledgriežiem uz pāļiem, jo tie dod samērā lielākas izredzes uz taustāmiem rezultātiem. Būtu jau panākums, ja izdotos uzstādīt empiriskas formulas; līdztekus virzītos jautājuma teoretiska tveršana.

Ļoti sajūtamais literatūras trūkums prasa netiekvien novērojumus un mērījumu izdarīšanu, bet arī to publicēšanu, pie kam vislielākos rezultātus varētu dot attiecīgo resoru sistematiskie, planveidīgie novērojumi.

dp
jp054df

IV

109

ÜBER DIE EMPFINDLICHKEIT UND VERWENDBARKEIT DER QUALITATIVEN REAKTIONEN. IV. DAS Cr^{+++} —KATION UND DAS CrO_4^{--} —ANION.¹⁾

Von O. Lutz und J. Jacoby.

Die Chromverbindungen finden seit uralter Zeit ausgedehnte Anwendung. Als anorganische Farbstoffe werden sie vielfach verwandt und ebenso gebraucht man sie in der Gerberei, dem Zeugdruck, in der chemischen Industrie, der Photographie und vielen anderen Industriezweigen. Die Verwendung des Chroms in der Metallurgie ist wohl allgemein bekannt.

Infolge dieses ausgedehnten Gebrauchs von Chromverbindungen handelt es sich oft darum, geringe Mengen dieses Elements in seiner drei- oder sechswertigen Stufe zu entdecken, und der Chemiker ist in die Lage versetzt, zu diesem Zweck das am meisten geeignete Reagenz zu wählen. Die vorliegende Arbeit hat nun das Ziel, die gebräuchlichen Reaktionen auf ihre Empfindlichkeit und Verwendbarkeit unter genau festgelegten, früher¹⁾ bereits angegebenen Bedingungen, zu prüfen. Es finden sich zwar in der Literatur vereinzelt Angaben über die Cr^{+++} — und besonders die CrO_4^{--} —Reaktionen; allein die meisten von ihnen sind unter wenig klar gehaltenen, von einander abweichenden Voraussetzungen ermittelt worden, dass sie für den vorliegenden Zweck kaum erfolgreiche Anwendung finden können.

Chrom besitzt eine Reihe von Oxydationsstufen. Für die qualitative Analyse jedoch kommt nur das dreiwertige Kation und das Chromsäureanion in Betracht. Zur besseren Übersicht und zur Erleichterung der Versuche teilten wir die Chromreaktionen nach folgendem Schema ein:

I. Versuchsreihe. Reaktionen mit Cr^{+++} —Ionen.

A) Das Cr^{+++} —Ion wird als Chromhydroxyd oder Chromoxydsalz niedergeschlagen.

¹⁾ Vergl. die Abhandlungen über das K^+ —Ion, Ba^{++} —Ion und Sr^{++} —Ion, Zeitschrift für analyt. Chem. 59. 145 (1920); 60. 209 (1921); 60. 433 (1921).

B) Das Cr^{3+} -Ion wird mit Hilfe von Oxydationsmitteln in das CrO_4^{2-} -Ion übergeführt.

II. Versuchsreihe. Reaktionen mit CrO_4^{2-} -Ionen.

A) Niederschlagsreaktionen.

B) Farbenreaktionen.

Aus der Reihe des dreiwertigen Chroms gelangte das violette Chromsulfat zur Untersuchung, und als Repräsentant des sechswertigen Chroms diente das Kaliumchromat. Um die vorliegenden Versuchsreihen nicht noch mehr zu komplizieren, wurden die grünen Chromoxydverbindungen in dieser Arbeit fortgelassen. Das scheint um so gerechtfertigter, als sich weder für die Versuchsreihe I^A noch für die I^B wesentlich andere Resultate von den grünen Chromoxydverbindungen erwarten liessen. Diese Ansicht wurde im Laufe der Untersuchung zur Gewissheit.

Die für die Reaktionen des K^+ -Ions²⁾ aufgestellten Versuchsbedingungen gelten auch für die vorliegenden Untersuchungen. Die Empfindlichkeitsgrenze wird durch E bezeichnet und drückt die Konzentration (Molarität) der betreffenden Lösung aus. Findet sich z. B. die Bezeichnung $E = m/30000$, so bedeutet dieses, dass in 1000 ccm der Lösung $\frac{52}{30000}$ g Cr oder in 5 ccm $\frac{52}{30000 \times 200} = 87 \times 10^{-7}$ g Cr mit Hilfe der betreffenden Reaktion nachgewiesen werden können.

Aus dem krystallisierten violetten Chromsulfat³⁾ wurde zunächst eine Lösung hergestellt, die etwa 26 g Cr im Liter enthielt. Diese Lösung wurde gewichtsanalytisch durch Ammoniakfällung analysiert. Im Mittel aus drei Bestimmungen erhielten wir 0,02469 g Cr im 1 ccm. Um aus dieser konzentrierten Lösung eine solche zu bereiten, welche genau Cr/10 g im Liter oder 0,520 g in 100 ccm enthält, muss man $0,520 : 0,02469 = 21,06$ ccm der ersteren zu 100 ccm verdünnen. Auf ähnliche Weise wurden Lösungen beliebiger Konzentration mit Hilfe genau geeichter Pipetten, Büretten und Messkölbchen hergestellt. Die Versuchslösungen bereiteten wir für jede Versuchsreihe aufs Neue.

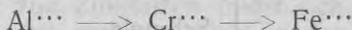
Die Darstellung der Kaliumchromatlösung ist noch einfacher. Wir lösten eine Grammmolekul „garantiert reines“ K_2CrO_4 von E. Merck im Liter und benutzten diese Flüssigkeit zur weiteren Verdünnung. Die verdünnten und konzentrierten Lösungen sind unbegrenzt haltbar.

Die löslichen Chromisalze schmecken süß (Rose) und röten Lakmus. In der Hitze verlieren sie die Säure, wenn diese flüchtig ist.³⁾

²⁾ l. c.

³⁾ Gmelin-Kraut-Friedheim, Handbuch III. 1. S. 354.

Das dreiwertige Chromjon schliesst sich in seinem Verhalten den anderen dreiwertigen Ionen, dem Aluminium und Ferrijon an; es ist nach Ostwald⁴⁾ schwächer, als das erste und etwas stärker als das zweite, so dass wir in abnehmender Stärke folgende Reihe erhalten:



Nach Powarnin⁵⁾ ist $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ stärker hydrolysiert als Aluminiumsulfat. Der Säurecharakter des $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ist nach Böttger⁶⁾ gleichfalls schwächer ausgeprägt als beim $\text{Al}(\text{OH})_3$.

I. Versuchsreihe. Reaktionen mit Cr^{\cdots} -Ionen.

Die hierher gehörigen Reaktionen können in zwei Gruppen geteilt werden:

- A) Kann das Cr^{\cdots} -Ion als Chromhydroxyd oder als Chromoxydsalz niedergeschlagen werden.
- B) Kann das Cr^{\cdots} -Ion mit Hilfe von Oxydationsmitteln in sechswertiges Chrom übergeführt und das entstandene Chromation durch seine Färbung oder durch ein entsprechendes, der II. Versuchsreihe angehöriges Reagenz, bestimmt werden. Hierher sind auch die verschiedenen Schmelzreaktionen eingefügt, welche zumeist der zweiten Gruppe angehören. Die Reaktionen dieser letzteren bilden den natürlichen Übergang zu den Chromsäurereaktionen.

In der I. Gruppe sind geprüft worden:

1. die Reaktion mit NaOH (KOH).
- 1^a. „ „ „ $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ oder NaCl .
2. „ „ „ NH_3 .
- 2^a. „ „ „ $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ oder NaCl .
3. „ „ „ NaHCO_3 .
- 3^a. „ „ „ $\text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$.
4. „ „ „ Na_2CO_3 .
5. „ „ „ Na_2S .
6. „ „ „ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.
7. „ „ „ Na_2HPO_4 .

⁴⁾ Die wissenschaftlichen Grundlagen d. analyt. Chem. S. 128 [1894].

⁵⁾ Journ. d. russ. physik.-chem. Ges. 41. 1014 [1910].

⁶⁾ Qualitative Analyse, 3. Aufl. S. 212 [1913].

In der II. Gruppe wurden untersucht:

- | | |
|---|---------------------------|
| 8. $\text{NH}_3 + \text{AgNO}_3$. | } Schmelz-
reaktionen. |
| 9. $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$, $\text{NaOH} + \text{Br}_2$. | |
| 10. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KNO}_3$. | |
| 11. KClO_3 . | |
| 12. KNO_3 . | |
| 13. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. | |
| 14. NaPO_3 . | |

A. Niederschlagsreaktionen mit Cr^{+++} -Ionen.

Die gebräuchlichen Reagenzien, welche aus Chromoxydsalzen $\text{Cr}(\text{OH})_3$ abscheiden, wie Natrium- und Kaliumhydroxyd, Ammoniak, Natriumbikarbonat und Natriumkarbonat, Natriumsulfid und Ammoniumsulfid zeigen unter den angewandten Versuchsbedingungen keine Unterschiede in Form und Farbe des Niederschlags und nur geringe Differenzen in der Empfindlichkeit. Ammonsalze, wie NH_4Cl , erhöhen sie in etwa gleicher Weise und zwar um das sechs- bis siebenfache.

1) Versuche mit $n/1$ Natriumhydroxyd, NaOH , oder Kaliumhydroxyd, KOH . Die OH' -Ionen einer Alkalilauge scheiden aus Lösungen des violetten Chromisulfates grünes (bis zu $m/100$) bis bläuliches (von $m/1000$ abwärts) Chromhydroxyd ab: $\text{Cr}^{+++} + 3\text{OH}' = \text{Cr}(\text{OH})_3$ ⁷⁾ welches sich im Überschuss der Lauge mit smaragdgrüner Farbe löst. Ist die Lösung stark verdünnt, so wird das gefällte Chromhydroxyd nicht mehr von dem überschüssigen Natriumhydrat gelöst. (Vergleiche Empfindlichkeitstabelle № 1.) Erhöhung der Temperatur scheint hierbei auf die Reaktion von ganz geringer Wirkung. Jedenfalls konnte durch Erhitzung bei den von mir gewählten Arbeitsbedingungen keine Verschiebung der Empfindlichkeitsgrenze festgestellt werden.

Eigenartig ist die Wirkung der Ammonsalze. Vergleicht man nämlich eine $m/10000$ Cr^{+++} -Lösung (5 ccm), zu der 0,05 ccm $n/1$ - NaOH hinzugefügt sind, mit einem gleichen Gemisch, das ausserdem noch 0,05 ccm $n/1$ NH_4Cl enthält, so sieht man in der letzteren einen dichten, flockigen Niederschlag, während die erstere nur eine schwache Trübung aufweist. Als Erklärung der Erscheinung wäre anzuführen, dass im ersten Fall der grösste Teil des Chromhydroxyds als Hydrosol scheinbar in Lösung bleibt und im zweiten Fall durch Ammonsalze in das

⁷⁾ In gleicher oder analoger Weise wirken $(\text{NH}_4)\text{OH}$, NaHCO_3 und Na_2CO_3 , Na_2S und $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, BaCO_3 , SrCO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 .

Hydrogel übergeführt wird⁸⁾. Allem Anscheine nach wirken hier die Ammonsalze exceptionell; denn andere Salze, wie vor allem NaCl, scheinen keinerlei Wirkung auf die Hydrogelbildung bei gleicher Konzentration zu haben.

Bei Anwesenheit von Zinksalzen bildet sich unter der Einwirkung von Alkalien Zinkchromit, welches selbst in der Kälte in einem Überschuss von Hydroxyden des Kaliums und Natriums unlöslich ist:⁹⁾



Aus der alkalischen Lösung von Chromhydroxyd wird ebenfalls durch $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, H_2S , NH_4OH grünliches Hydroxyd gefällt.

Die grüne alkalische Lösung von Chromhydroxyd vermag andere Hydroxyde, die für sich allein unter gleichen Bedingungen unlöslich sind, zu lösen¹⁰⁾. So vermögen 100 Tle Chrom — 40 Tle $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 12 Tle $\text{Mn}(\text{OH})_2$, 20 Tle $\text{Co}(\text{OH})_2$ und 25 Tle $\text{Ni}(\text{OH})_2$ zu lösen. Sind die letzteren Elemente im Überschuss, so bleibt auch Chromhydroxyd mit den anderen im Niederschlag¹¹⁾.

Resultate auf der Tab. 1:

$$E = \frac{\text{Cr}}{25000} \text{ oder } \frac{52,0}{25000} \text{ g im Liter oder } \frac{52,0}{25000 \times 200} = 10 \times 10^{-6} \text{ g Cr}$$

in 5 ccm. Fügt man ausser dem Reagenz (0,05 ccm $n/1$ NaOH) noch 0,05 ccm $n/1$ NH_4Cl hinzu, so ist: $E = \frac{\text{Cr}}{170000} \text{ oder } \frac{52}{170000} \text{ g im L. oder } \frac{52}{170000 \times 200} = 15 \times 10^{-7} \text{ g Cr in 5 ccm. — } T = 18^\circ.$

2) Versuche mit $n/1$ -Ammoniak, NH_3 .

Von allen Fällungsreaktionen der Chromoxydsalze ist wohl die mit Ammoniak qualitativ am meisten angewandt und am charakteristischsten. Benutzt man konzentrierte Lösungen des violetten Chromsulfats ($m/10$), so erhält man einen grünen Niederschlag, nimmt man verdünntere

⁸⁾ Fischer, Zeitschrift für anorg. Chem. **40**. 39 [1904].

W. Biltz betrachtet das gelöste Chromhydroxyd auf Grund von Dialysatorenversuchen als positives Hydrosol. Ber. d. deutschen chem. Ges. **35**. 4433. [1902].

⁹⁾ Chancel, C. r. **43**. 927 [1856].

¹⁰⁾ Northcote u. Church., J. B. **1853**. 673.

¹¹⁾ Zum Nachweis in Säuren unlöslichen Cr_2O_3 , vergleiche Urosch Jankowitsch, Zeitschrift f. anal. Chem. **51**. 483. [1912].

Lösungen ($m/1000$), so erscheint er bläulich. Ein Überschuss des Fällungsmittels löst den Niederschlag zum geringen Teil, bei gewöhnlicher Temperatur, mit violetter Farbe auf. Kocht man die ammoniakalische Lösung längere Zeit, so tritt vollständige Fällung des Chromhydroxyds ein¹²⁾.

Ammonsalze haben unter den besonderen Verhältnissen und Konzentrationen, welche die in der Tab. I skizzierten Versuche notwendig machen, genau dieselbe fällende Wirkung, wie bei Natriumhydroxyd als Fällungsmittel. Chlornatrium hat auch in diesem Fall keinen Einfluss auf die Vergrößerung der Empfindlichkeit, obgleich doch anzunehmen wäre, dass $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{OH}$ in wässriger Lösung ebenso wirken sollten, wie $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH}$. Es scheint auch von Einfluss zu sein, dass man zuerst NH_4Cl und dann das Reagenz zur Analysensubstanz giebt und nicht umgekehrt.

Bei Gegenwart von Weinsäure und anderen nicht flüchtigen, organischen Säuren bleibt nach dem Kochen mit überschüssigem Ammoniak die Gesamtmenge des Chroms mit grüner Farbe gelöst. Ebenso wird Chromiacetat durch Ammoniak in der Siedehitze nicht gefällt und auch nicht durch NaOH , Na_2CO_3 , Na_2HPO_4 und BaCO_3 in der Kälte, hingegen tritt bei längerem Kochen mit diesen Fällungsmitteln vollständige Fällung ein.

Die Empfindlichkeit der Reaktion ist nach L. J. Curtman und A. D. St. John¹³⁾ 1:170000.

Auf ihre qualitative Empfindlichkeit nicht geprüft wurden einige quantitative Fällungsmethoden, die mit der obigen eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. So die Fällung mit Anilin¹⁴⁾, welche von ihren Autoren als sehr genaue Methode bezeichnet wird, so die mit $\text{KJ} + \text{NaNO}_2$, mit $\text{NaNO}_2 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, mit NaNO_2 oder NH_4NO_2 ,¹⁵⁾ mit Kaliumjodidjodat¹⁶⁾.

Resultate der Tab. 2:

$$E = \frac{\text{Cr}}{30000} = \frac{52,0}{30000} \text{ g Cr im Liter oder } \frac{52,0}{30000 \times 200} = 87 \times 10^{-7} \text{ g Cr in } 5 \text{ ccm bei } 0,05 \text{ ccm } n/1 \text{ NH}_3.$$

¹²⁾ Fischer und Herz, Zeitschrift für anorg. Chem. **31**, 352 [1902].

¹³⁾ Journ. Americ. Chem. Soc. **34**, 1679–84 [1913].

¹⁴⁾ W. Schoeller und W. Schranth, Chem. Ztg. **33**, 1237 [1910]; vergl. auch Allen, Journ. Americ. Chem. Soc. **25**, 421 [1903].

¹⁵⁾ Erik Schirm, Chem. Ztg. **33**, 877 [1909]; **35**, 979 [1911].

¹⁶⁾ Stock und Massacin, Ber. d. deutsch. Chem. Ges. **34**, 467 [1901].

Bei vorherigem Hinzufügen von 0,05 ccm $n_{/1}$ NH_4Cl ausser dem Reagenz — 0,05 ccm $n_{/1}$ NH_3 — ist $E = \frac{\text{Cr}}{170000} = \frac{52,0}{170000}$ g Cr im Liter oder $\frac{52,0}{170000 \times 200} = 15 \times 10^{-7}$ g Cr in 5 ccm. — $T = 18^\circ$.

3) und 4) $n_{/1}$ -Natriumbikarbonat, NaHCO_3 und $n_{/1}$ -Natriumkarbonat, Na_2CO_3 .

Über die Einwirkung von Karbonaten auf Chromoxydsalze gehen die Meinungen der analytischen Autoren auseinander. Während die einen mit R. Fresenius¹⁷⁾ an der Spitze betonen, dass kohlen-saure Alkalien „basisch kohlen-saures Chromoxyd“ ausfällen, meint die Mehrzahl, dass bei dieser Reaktion Chromhydroxyd oder kohlendioxydhaltiges Hydroxyd entsteht. Ein grosser Überschuss des Fällungsmittels löst den Niederschlag nur schwierig und langsam auf¹⁸⁾, jedoch tritt dieser Fall, d. h. die Verwendung eines solchen Überschusses, beim analytischen Arbeiten kaum ein.

Welcher Zusammensetzung der Niederschlag auch sei, die nachstehenden Versuche zeigen, dass die Reaktionsempfindlichkeit und das Aussehen derselben fast genau mit den beim NaOH und NH_3 erhaltenen Daten übereinstimmen. Auch wirken Ammonsalze (NH_4Cl) in derselben Weise steigernd auf die Reaktionsempfindlichkeit ein, wie bei den Fällungsversuchen mit den beiden ersten Reagenzien¹⁹⁾. Die Versuche zur Ermittlung der Reaktionsempfindlichkeiten mit Natriumkarbonat und Natriumbikarbonat haben, wie zu erwarten war, unter einander und mit NaOH fast genau übereinstimmende Resultate geliefert.

Resultate der Tab. 3 und 4:

Beim Karbonat ist $E = \frac{\text{Cr}}{30000} = \frac{52}{30000}$ g Cr im Liter oder $\frac{52}{30000 \times 200} = 87 \times 10^{-7}$ g Cr in 5 ccm. Reagenzmenge: 0,05 ccm $n_{/1}$ Na_2CO_3 .

Beim Bikarbonat als Fällungsmittel ist $E = \frac{\text{Cr}}{25000} = \frac{52}{25000}$ g Cr im Liter oder $\frac{52}{25000 \times 200} = 10 \times 10^{-6}$ g Cr in 5 ccm. Reagenzmenge: 0,05 ccm $n_{/1}$ NaHCO_3 .

¹⁷⁾ C. R. Fresenius, Qual. Chem. Analyse, S. 143 [1895].

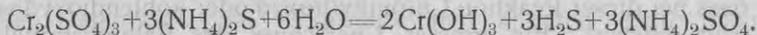
¹⁸⁾ Friedheim-Gmelin-Kraut, Handbuch, Bd. III, Abt. 1, S. 354 u. 463.

¹⁹⁾ Vergl. die Versuche № 3 auf der 1. Empfindlichkeitstabelle.

Nach vorhergehendem Hinzufügen von 0,05 ccm $n/1$ NH_4Cl erhält man bei gleicher Reagenzmenge $E = \frac{\text{Cr}}{150000} = \frac{52}{150000}$ g Cr im Liter oder $\frac{52}{150000 \times 200} = 17 \times 10^{-7}$ g Cr in 5 ccm. — $T = 18^\circ$.

5) und 6) Natriumsulfid, $n/1$ Na_2S und Ammoniumsulfid, ca. $n/1$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

Beide Sulfide fällen graugrünes, bei grösseren Verdünnungen ($m/1000$) bläuliches Hydroxyd aus, das im Überschuss des Fällungsmittels unlöslich ist:



Bei Anwesenheit von reichlichen Mengen Alkalitartrat wird die Fällung unvollständig²⁰⁾.

Mit $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ erhält man etwas bessere Ergebnisse als mit Na_2S , was wohl durch die wiederholt erwähnte, empfindlichkeitssteigernde Wirkung der Ammonsalze zu erklären ist. Gibt man vor der Fällung zur Analyse Ammoniumchlorid, so erzielt man wie in den vorhergehenden Fällen eine bedeutende Erhöhung der Empfindlichkeit — die Reagentien sind kurz vor dem Gebrauch bereitet und in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt worden.

Nach Pfaff²¹⁾ werden Chromoxydsalze „durch hydrothionsaure Laugensalze“ bis zu 8000facher Verdünnung niedergeschlagen.

Resultate der Tab. 5 und 6:

Für Na_2S ist $E = \frac{\text{Cr}}{25000}$ g im Liter oder $\frac{52,0}{25000 \times 200} = 10 \times 10^{-6}$ g in 5 ccm.

Für $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ erhält man $E = \frac{\text{Cr}}{30000}$ oder $\frac{52,0}{30000}$ g im Liter entsprechend $\frac{52,0}{30000 \times 200} = 10 \times 87^{-7}$ g in 5 ccm. — $T = 18^\circ$.

²⁰⁾ De Koninck, Lehrb. d. qual. u. quant. Mineralanalyse I. S. 410 (deutsche Ausgabe).

²¹⁾ Handbuch d. analyt. Chemie, 2. Aufl. [1821], Bd. II. S. 478.

7) Natriumphosphat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}(\text{n}/_1)$.

Phosphorsaures Natrium giebt mit Chromsalzlösungen einen hellen bläulich-grünen Niederschlag,²²⁾ der bei grösseren Verdünnungen (von $\text{m}/_{1000}$) grün erscheint. Er hat die Zusammensetzung $\text{CrPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ und wird von Alkalilauge und Säuren gelöst. Chlorammonium wirkt, ungleich wie in den vorhergehenden Fällen, stark lösend, also der Reaktion entgegen.

Die Reaktion ist weder qualitativ noch quantitativ von Bedeutung.

Resultate der Tab. 7:

$$E = \frac{\text{Cr}}{25000} \text{ g im Liter entsprechend } \frac{52,0}{25000 \times 200} \text{ oder } 10 \times 10^{-6} \text{ g in } 5 \text{ ccm. } T = 18^\circ.$$

Das Verhalten von BaCO_3 , SrCO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 , von KCN und Arsenaten auf Chromoxydsalze wurde nicht geprüft.

B) Oxydationsreaktionen.

Die Oxydation von Chromoxydsalzen führt in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zur Bildung von Chromation, das durch seine charakteristische gelbe oder orange-gelbe Farbe oder unter Zuhilfenahme von Spezialreagenzien auf Chromsäure, insbesondere Ag^- , Hg^- und Pb^- -Ionen erkannt wird. Nur in einigen Fällen werden niedrigere Oxydationsstufen²³⁾ als die des sechswertigen Chroms oder auch höhere²⁴⁾ zum analytischen Nachweis des Chroms herangezogen. Eine kurze Übersicht soll darüber belehren, welche Reaktionen hauptsächlich zur Oxydation des Cr^{3+} -Ions zum CrO_4^{2-} -Ion vorgeschlagen worden sind. In der Zusammenfassung findet sich zunächst eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Reagenzien, welche in Gegenwart von Alkalien wirken und zweitens derjenigen, die in neutraler oder saurer Lösung zur Anwendung gelangen, drittens Reagenzien für Schmelzreaktionen.

a) In wässriger, freies Alkali enthaltender Lösung wirken oxydierend: Permanganate²⁵⁾, Bleisuperoxyd²⁶⁾, Mangansuperoxyd und Queck-

²²⁾ Vergleiche auch A. Carnot, C. r. **94**. 1313. [1882]; Bull. soc. chim. [2] **37**. 482 [1882].

²³⁾ Vergleiche die Prüfungsmethode von F. H. Alcock, Pharmaceutical Journ. [4]. **25**. 211 [1907].

²⁴⁾ Sieh die weiter unten unter den CrO_4^{2-} -Reaktionen abgehandelte Bildung von blauen Perchromaten.

²⁵⁾ Reynoso, Ann. Chim. Phys. [3]. **33**. 324; J. B. **1851**. 353.

²⁶⁾ Chancel, Cr. **43**. 927; J. B. **1856**. 376.

silberoxyd (Stohrer), Kupferoxyd²⁷⁾, Silberoxyd²⁸⁾, Chlor²⁹⁾ und Chlorkalk, Brom³⁰⁾ und Jod³¹⁾, Kaliumferricyanid³²⁾, Wasserstoffsperoxyd³³⁾.

b) Auch bei Abwesenheit von freiem Alkali wird selbst scharf geglühtes Chromoxyd in fein gepulvertem Zustande leicht durch kochendes wässriges Kaliumpermanganat oxydiert³⁴⁾. Leicht wirken Blei³⁵⁾ — und Mangansperoxyd und Kaliumchlorat in Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure³⁶⁾ oder Kaliumchlorat und konzentrierte Salpetersäure³⁷⁾. Ebenso wirken Bleisperoxyd, Mangansperoxyd und Kaliumpermanganat in Gegenwart von verdünnten Mineralsäuren auf wässrige Chromsalzlösungen besonders in der Siedehitze oxydierend. Auch Cerinitrat³⁸⁾, Ammoniumpersulfat³⁹⁾ und Ozon⁴⁰⁾ wirken oxydierend auf Cr⁺⁺⁺-Ion.

c) Schmelzreaktionen mit Kaliumnitrat, Kaliumchlorat, mit Kaliumnatriumkarbonat in Gegenwart der mannigfachsten Oxydationsmittel, wie die beiden erwähnten, dann Kaliumperchlorat, das vielfach angewandte Natriumperoxyd, Persulfate, Perkarbonate, Perborate der Alkalien u. a. m. Hierher sind auch die Perlenreaktionen mit Borax und Natriummetaphosphat zu rechnen, wenigstens zum Teil.

Von den zahlreichen vorgeschlagenen Methoden sind nur wenige geprüft worden. Doch konnte man in allen Fällen eine ungleich geringere Empfindlichkeit konstatieren, als wenn von der entsprechenden Menge fertigen Chromats ausgegangen wurde. Diese Fakta finden

²⁷⁾ Prud'homme, Bull. soc. chim. [2] **17**. 253. [1872].

²⁸⁾ D. Meneghini, Gazz. chim. ital. **42**. I. 134. [1912].

²⁹⁾ Vohl, Liebigs Ann. d. Chemie **63**. 398 [1847].

³⁰⁾ Gibbs, Am. J. Sci. (Sill.) [3]. **5**. 110 [1873]. — Pozzi-Escot, Ann. Chim. analyt. appl. **13**. 333.

³¹⁾ Lenssen, J. prakt. Chem. **81**. 280. [1878].

³²⁾ Wagner, Dingl. **227**. 368 [1860].

³³⁾ Carnot, C. r., **107**. 997 [1880]. — Martinon, Bull. soc. chim. [2]. **45**. 864 [1886]. — Friedheim u. Brühl, Zeitschrift f. anal. Chem. **38**. 701 [1899]. Vergl. auch Calhane, J., Am. Chem. Soc. **30**. 770 [1908].

³⁴⁾ Bohlig, Zeitschrift f. anal. Chem. **9**. 357 [1870]. — Vergl. Cloez u. Buignet, C. r. **47**. 710 [1858].

³⁵⁾ Vergl. A. Terni über die Oxydation der Chromoxydsalze in saurer Lösung, am besten salpetersaurer, mit PbO₂ zu CrO₄⁺⁺-Ion und Nachweis mittels H₂O₂ und Äther. Gazz. chim. ital. **43**. II. 63 [1913].

³⁶⁾ Storer, Proc. Am. Acad. **4**. 338 [1859].

³⁷⁾ Storer, l. c. und Calhane J., Am. Chem. Soc. **30**. 770 [1908].

³⁸⁾ Holzmann, J., pr. Chem. **75**. 340 [1858].

³⁹⁾ Seyewetz u. Trawitz, Bull. soc. chim. [3]. **29**. 872 [1903]. — Hugh Marshall, Chem. News, **83**. 76. [1901].

⁴⁰⁾ Abbé Mailfert, C. r., **94**. 863 [1882].

ihre Bestätigung, wenn man die zahlenmässigen Beobachtungen von Terni⁴¹⁾ und Calhane⁴²⁾ über den qualitativen Nachweis des Chroms in Chromoxydsalzen durch Oxydation zu Chromaten und Nachweis derselben durch Spezialreaktionen mit den von mir erhaltenen Zahlen für die gleichen Reaktionen von reinen Chromaten vergleicht.

8) Versuche mit Na_2O_2 ($\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ oder Br_2).

Hempel empfiehlt für Vorlesungszwecke die Chromverbindungen durch Schmelzen mit Na_2O_2 in Chromat überzuführen⁴³⁾. Diese Methode hat sich zur Ermittlung geringer Chrommengen als wenig empfindlich erwiesen. Wird sie jedoch dahin abgeändert, dass man in wässriger Lösung arbeitet, so erzielt man dasselbe Resultat, als ob man mit NaOH und H_2O_2 einwirkt (oder mit NaOH und Brom).

Resultate der Tab. 8.

$$E = \frac{\text{Cr}}{60000} \text{ oder } \frac{52}{60000} \text{ g im Liter entsprechend } \frac{52}{60000} \times 200 = 43 \times 10^{-7} \text{ g in 5 ccm. — } T = 18^\circ.$$

9) $n_1\text{AgNO}_3 + 2n_1\text{NH}_3$.

Diese Reaktion ist eine Abänderung der von Meneghini⁴⁴⁾ vorgeschlagenen Einwirkung von Ag_2O und Alkali auf $\text{Cr}(\text{OH})_3$ bei Siedetemperatur. Es bildet sich Ag_4O und Alkalichromat. Der Niederschlag und die Färbung werden durch die Reduktion der Silberoxydverbindung veranlasst, wie aus der Tab. 9 ersichtlich ist.

⁴¹⁾ l. c. Der Forscher fand bei der Oxydation von Chromsalzen durch PbO_2 in saurer Lösung mittels der Färbung der CrO_4^{2-} -Ionen noch 10×10^{-5} g Cr, mit Hilfe von H_2O_2 und Äther 10×10^{-6} g Cr, während ich, von reinen Chromaten ausgehend, durch die Färbung der Chromationen 29×10^{-7} g Cr, mit Hilfe der zweiten Reaktion 26×10^{-7} g Cr leicht konstatierte.

⁴²⁾ l. c. Calhane oxydierte Chromalaun durch die verschiedensten Mittel zu Chromaten und fällte diese als PbCrO_4 in essigsaurer Lösung. Er erhielt unter Verwendung von Natriumsuperoxyd als Oxydationsmittel bei 50×10^{-5} g Cr_2O_3 keine Bleichchromatreaktion, während mit Bromwasser noch 12×10^{-5} g Cr_2O_3 nachgewiesen werden konnten. Diesen negativen Befund erklärte der Vf. durch teilweise Bildung von Perchromsäure. — Nach meinen Versuchen sind 58×10^{-8} g Cr als CrO_4^{2-} mittels PbCrO_4 leicht nachzuweisen, wenn man von reinem K_2CrO_4 ausgeht. (Vergleiche № 17 der Tab. 2.)

⁴³⁾ Vergl. H. Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chem. 37. S. 31 [1898].

⁴⁴⁾ Gazz. chim. ital. 42 I. 134 [1912].

Eine ähnliche Reaktion ist schon vor langer Zeit von Prud'homme⁴⁵⁾ durchgeführt worden. Er nahm CuO und löste dasselbe bei Gegenwart von Cr_2O_3 in KOH ; bei einer Temperatur unter 100° scheidet sich Cu_2O ab, während Kaliumchromat gelöst bleibt.

Resultate der Tab. 9.

Der braune Niederschlag ist bis $m/_{50000}$ sichtbar, während die dunkelbraune Färbung sich bis zu $m/_{200000}$ beobachten lässt.

10) und 11) Schmelzen mit Kaliumnitrat, KNO_3 , und Kaliumchlorat, KClO_3 .

Diese Schmelzen lassen sich im Probierröhrchen leicht und bequem durchführen und liefern sehr gute Resultate, wenn wir es mit gelöstem oder aufgeschlossenem Chrom zu tun haben. Im Chromeisenstein und ähnlichen Mineralien liefert Salpeter eine schwache, Kaliumchlorat gar keine Reaktion.

Resultate der Tab. 10 und 11:

Mit KNO_3 lassen sich in der Kälte nachweisen	: $10 \times 10^{-6} \text{g}$ in 3g Schmelze.
„ „ „ „ in der Hitze	„ : $52 \times 10^{-7} \text{g}$ „ „ „
Mit KClO_3 lassen sich in der Kälte	„ : $15 \times 10^{-6} \text{g}$ „ „ „
„ „ „ „ in der Hitze	„ : $52 \times 10^{-7} \text{g}$ „ „ „

12) Schmelze mit Kaliumnatriumkarbonat und Kaliumnitrat, $\text{NaKCO}_3 + \text{KNO}_3$.

Die von Berzelins vorgeschlagene Schmelze mit Soda und Salpeter⁴⁶⁾ giebt auch bei sorgfältiger Arbeit eine nicht zu vermeidende graue Färbung, welche die Gelbfärbung kleiner Chrommengen verdeckt und somit die Reaktion sehr unempfindlich macht. — Man kann die Reaktion empfindlicher gestalten⁴⁷⁾, wenn man die Schmelze in Wasser löst, mit Bleisalz versetzt und Essigsäure bis zur schwach sauren Reaktion hinzufügt. Jedoch wurde diese Modifikation von uns nicht geprüft.

Die Schmelzen werden im Platintiegel zubereitet, und die noch flüssige Masse giebt man zur Beobachtung in einen vorgewärmten weissen Porzellantiegel von möglichst farbloser Glasur. Aus dem Platintiegel entnimmt man auch die Proben zur Beobachtung in der

⁴⁵⁾ Bull. soc chim. [2]. 17. 253 [1872].

⁴⁶⁾ C. R. Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chem. 5. 376 [1866].

⁴⁷⁾ Vergl. auch De Koninck, Lehrb. d. qual. u. quant. Mineralanalyse I. S. 413. (Deutsche Ausgabe.)

Platindrahtschlinge. Zur Schmelze im Tiegel benutzt man je 3g der Mischung (3 Teile KNaCO_3 +1 Teil KNO_3) und giesst zur Beobachtung Mengen von etwa 1g in Porzellantiegel. Das Gewicht der Perlen beträgt ca. 0,045g.

Resultate der Tab. 12:

[In 1g Schmelze lassen sich 0,000087g Cr nachweisen (im Tiegel)].

In 0,045g Schmelze lassen sich mit der Perlenreaktion 0,000015g Cr nachweisen.

13) und 14) Boraxperlen, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ und Natriummetaphosphatperlen, NaPO_3 .

Die Chromboraxperle ist ausführlich in einer früheren Arbeit⁴⁸⁾ behandelt worden. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass für die Perlenreaktionen der entsprechenden Kationen Borax und nicht Natriummetaphosphat als Schmelzmittel in Betracht zu ziehen ist. Die Chromboraxperle ist gelblichgrün, die Metaphosphatperle smaragdgrün.

Resultate der Tab. 13 und 14: E=1:14000. — E=1:7700.

II. Versuchsreihe. Reaktionen mit $\text{CrO}_4^{''}$ -Ionen⁴⁹⁾.

Wie aus den Ergebnissen der nachfolgenden Bestimmungen zu ersehen ist, sind die Reaktionen der Chromsäure im allgemeinen viel empfindlicher, als diejenigen des dreiwertigen Chroms. Es ist deshalb in den meisten Fällen, in welchen grosse Empfindlichkeit der Reaktion verlangt wird, zu empfehlen, die $\text{Cr}^{''}$ -Verbindungen in solche des $\text{CrO}_4^{''}$ -Ions überzuführen und dann die in Bezug auf Empfindlichkeit, Säureunlöslichkeit des Reaktionsprodukts etc. geeignetste Identifizierungsreaktion zu wählen⁵⁰⁾.

Die Litteraturangaben über die Empfindlichkeit von $\text{CrO}_4^{''}$ -Reaktionen sind verhältnismässig gering, jedoch noch zahlreich gegenüber den dürftigen Angaben über $\text{Cr}^{''}$ -Reaktionen.

⁴⁸⁾ O. Lutz, Über die analytische Verwendung gefärbter Gläser. Zeitschrift für analyt. Chem. 47. 1. [1908].

⁴⁹⁾ Nachweis von Dichromat in neutralem Chromat: M. Richter, Zeitschrift f. analyt. Chem. 21. 368 [1882]. — Nachweis von CrO_3 neben Dichromat und $\text{CrO}_4^{''}$ neben $\text{Cr}_2\text{O}_7^{''}$; Donath, Zeitschrift f. analyt. Chem. 18. 78 [1879]. — Nachweis von $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ als Verunreinigung von $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: Lauber, Chem. Zentr. 1891. II. 327.

⁵⁰⁾ Vergl. S. 9.

Die Reaktionen dieser Reihe lassen sich ebenfalls in zwei Gruppen teilen: 1) in solche, welche sich durch charakteristische Niederschläge auszeichnen, dann 2) in solche, die sich durch Farbenreaktionen zu erkennen geben.

In der II.^A Gruppe wurden untersucht:

15. die Reaktion mit AgNO_3 .
16. „ „ „ HgNO_3 (+ verd. HNO_3).
17. „ „ „ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oder $\text{Pb}(\text{OOCCH}_3)_2$.
18. „ „ „ BaCl_2 .
19. „ „ „ $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ (+ HNO_3).

In der II.^B Gruppe sind geprüft worden:

20. die Färbung der CrO_4^{--} -Ionen selbst.
21. die H_2O_2 -Reaktion.
22. Diphenylamin und Schwefelsäure.
23. Guajaktinktur.

A) Niederschlagsreaktionen mit CrO_4^{--} -Ionen.

15) $n/_{10}$ -Silbernitrat, AgNO_3 .

In neutralen Lösungen erhält man mit Silbernitrat einen dunkelroten Niederschlag von Ag_2CrO_4 , der in kaltem Wasser, namentlich bei Gegenwart von überschüssigem Silbersalz fast ganz unlöslich ist⁵¹⁾. In Säuren und Ammoniak löst sich das Silberchromat leicht, und lösliche Halogenverbindungen führen es in Silberhalogenide über.

In schwach sauren Lösungen von Chromaten giebt Silbernitrat einen krystallinischen, dunkelroten bis rotbraunen Niederschlag von $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ⁵²⁾, der ähnliche Eigenschaften wie das Silberchromat hat, in Salpetersäure aber etwas weniger leicht löslich ist.

Nach Fresenius⁵³⁾ sind Blei- und Silbersalze die besten Reagentien auf CrO_4^{--} -Ionen und Behrens⁵⁴⁾ empfiehlt besonders die Silberreaktion als empfindlich und geeignet zur mikrochemischen Bestimmung der Chromsäure.

⁵¹⁾ De Koninck und Nihoul, Rev. univ. d. M. [3]. 16. 42 (1891); Zeitschrift f. angew. Chem. 1891. 295.

⁵²⁾ W. Autenrieth, B. 35. 2057 [1902].

⁵³⁾ Anleitung zur qual. chem. Analyse, 15. Aufl. [1886]. S. 234.

⁵⁴⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. 30. S. 139 [1891]; Grenze der Reaktion bei 0,00004 mgr. Cr.

Aus den nachstehenden Untersuchungen geht zweifellos hervor, dass die Silberreaktion die empfindlichste und beste Fällungsreaktion auf CrO_4^{--} -Ionen ist. Weiter erweist es sich, dass Ammoniumnitrat die Reaktion stark beeinträchtigt und Essigsäure schon in geringen Mengen ebenso wirkt. Kaliumnitrat⁵⁵⁾ übt auf den Niederschlag keine Wirkung aus, während die Färbung in ein lebhaftes Gelb umschlägt. Über die quantitative Best. vergl. Gooch u. Weed⁵⁶⁾.

Resultate der Tab. 15.

$E = m / 550000$ oder $\frac{52,0}{550000}$ g im Liter oder $\frac{52,0}{550000 \times 200} = 0,0000005$ g Cr in 5 ccm oder 50×10^{-8} g Cr.

16) n_{10} -Merkuronitrat, HgNO_3 (+0,25 ccm verd. HNO_3).

Der Niederschlag ist etwas heller gefärbt als der des Silbersalzes. Er geht mit zunehmender Verdünnung von braunrot ($m_{/20}$) über ziegelrot ($m_{/200}$) und hellrot ($m_{/2000}$) in einen fleischfarbenen ($m_{/20000}$) und gelben ($m_{/200000}$) Ton über. Zur Erzielung einer möglichst grossen Empfindlichkeit wird vorausgesetzt, dass der Überschuss an Salpetersäure gering ist. Bei Gegenwart grösserer Mengen dieser Säure geht die Empfindlichkeit, wie besondere Versuche gezeigt haben, stark zurück. Die Anwesenheit von Ammonsalzen scheint im Gegensatz zur Silberchromatreaktion von geringem Einfluss zu sein, ebenso von Essigsäure, die nur einen Umschlag der Färbung ins Rötliche bewirkt. Erhöhte Temperatur hingegen beeinflusst die Reaktion recht ungünstig.

Zur gewichtsanalytischen Bestimmung der Chromsäure wurde diese Reaktion zuerst von W. Gibbs⁵⁷⁾ vorgeschlagen, der durch Fällung in der Siedehitze einen prächtig scharlachroten Niederschlag erhielt.

Nach Pfaff⁵⁸⁾ giebt 1 Teil K_2CrO_4 in 10000 Teilen Wasser noch eine merkliche Färbung, während die vorliegenden Untersuchungen eine ungleich grössere Empfindlichkeit erkennen lassen.

Resultat der Tab. 16:

$E = m / 500000$ oder $\frac{52,0}{500000}$ g im Liter oder $\frac{52,0}{500000 \times 200} = 52 \times 10^{-8}$ g Cr in 5 ccm.

⁵⁵⁾ Nach H. Trey (Zeitschrift für analyt. Chem. **33**, 539) wirkt NaNO_3 auf den Ag_2CrO_4 -Niederschlag lösend.

⁵⁶⁾ Amer. Journ. Science, Silliman [4], **26**, 85; C. 1908 II. 905.

⁵⁷⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. **12**, 309 [1873].

⁵⁸⁾ Handbuch der analyt. Chem. I. S. 221 [1821].

17) $n/1$ Bleinitrat, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, oder Bleiacetat, $\text{Pb}(\text{OOCCH}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Durch neutrale Bleisalzlösungen wird in neutralen Lösungen von Chromaten der bekannte gelbe Niederschlag erzeugt. In Alkalien und Salpetersäure ist er löslich und auch die lösende Wirkung der Essigsäure konnte konstatiert werden, wenngleich sie in geringem Masse sich kundgibt.

Die Reaktion weist die Eigentümlichkeit auf, bei Konzentrationen der Chromatlösung von $m/2000$ bis $m/20000$ Fluoreszenzerscheinungen zu zeigen. Der suspendierte Niederschlag erscheint bei auffallendem Licht gelb, bei durchfallendem bläulich. Nach Pfaff⁵⁹⁾ ist die Empfindlichkeit der Reaktion, auf K_2CrO_4 berechnet, 1:5000, während Fleischer⁶⁰⁾ die Empfindlichkeit mit ammoniakalischer Bleilösung zu 1:300000 und sogar zu 1:400000 bestimmte. Sidney Harwey⁶¹⁾ benutzt die gleiche Reaktion zur Entdeckung des Bleis im Trinkwasser und vermag 1 Teil Blei in 3500000 Teilen Wasser nachzuweisen, während A. B. Cooper⁶²⁾ noch 1 Teil Pb in 4 Mill. Teilen Wasser erkennt.

Schon vor langer Zeit⁶³⁾ wurde die Bleichromatreaktion zum Nachweis von Chromspuren in Eisen und Eisenerzen empfohlen.

Resultat der Tab. 17:

$E = m/450000$ oder $\frac{52}{450000}$ g im Liter d. i. $\frac{52}{450000 \times 200} = 58 \times 10^{-8}$ g Cr in 5 ccm.

18) $n/1$ Bariumchlorid, $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Diese für die Bestimmung des Bariums höchst wichtige Reaktion hat umgekehrt für die Auffindung der Chromsäure relativ ungünstige Resultate ergeben, indem einerseits die Empfindlichkeit⁶⁴⁾ hier viel geringer ist und andererseits Reaktionen vorhanden sind, welche 5–7-fach kleinere Mengen mit Leichtigkeit aufzufinden gestatten. Ja selbst die Färbung der CrO_4^{--} -Ionen lässt sich weiter verfolgen, als die Bildung des Niederschlags von BaCrO_4 .

Auf die Löslichkeit des BaCrO_4 in den verschiedenen Reagenzien und unter den mannigfachsten Bedingungen ist bei den Reaktionen des Bariums⁶⁵⁾ ausführlich hingewiesen worden.

⁵⁹⁾ Handbuch der analyt. Chem. I. S. 213 [1821].

⁶⁰⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. **11**. 310 [1872].

⁶¹⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. **21**. 417 [1882].

⁶²⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. **27**. 83 [1888].

⁶³⁾ A. Ferreil, Bull. soc. Chim. **1865**. 30.

⁶⁴⁾ $m/30000$ gegen $m/165000$ für den Nachweis von Ba. —

⁶⁵⁾ Vergleiche Zeitschrift für analyt. Chem. **60**. 209 [1921].

Nach Angaben von H. Trey⁶⁶⁾ kann mittels der Zonenreaktion durch BaCl_2 ein Grammäquivalent CrO_3 in 1000 Litern nachgewiesen werden.

Resultat der Tab. 18.

$E = m/_{80000}$ od. $\frac{52}{80000}$ g im Liter, entsprechend $\frac{52}{80000 \times 200}$ g = 32×10^{-7} g in 5 ccm.

19) $n/_{10}$ -Wismutnitrat, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ (+ 3 ccm konz. HNO_3 , D. 1,4).

Wismutnitrat mit der notwendigen Menge Salpetersäure in Lösung gebracht, erzeugt in schwach salpetersaurer Kaliumchromat oder -bichromatlösung, je nach der Konzentration des zu fällenden Objekts, einen orangegelben (bis zu $m/_{200}$) oder gelben (bis zu $m/_{40000}$) Niederschlag von Wismutylbichromat, $(\text{BiO})_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Erscheint der Niederschlag nicht bei Gegenwart von zu grossen Mengen an Salz- oder Salpetersäure, so empfiehlt sich die Zugabe von Natriumacetat; Essigsäure wirkt nur in geringem Masse lösend.

Resultat der Tab. 19.

Für den Niederschlag ist $E = m/_{40000}$ oder $\frac{52}{40000}$ g Cr im Liter, d. i.

$\frac{52}{40000 \times 200}$ oder 65×10^{-7} g Cr in 5 ccm.

Für die Färbung ist $E = m/_{160000}$ oder 16×10^{-7} g in 5 ccm.

B) Farbenreaktionen mit Chromsäure-Ionen⁶⁷⁾.

20) Färbung durch die CrO_4^{--} -Ionen selbst.

Für die Beurteilung der Farbenreaktionen muss man zunächst die Grenze der Eigenfärbung der CrO_4^{--} -Ionen kennen lernen: Nur die Reaktionen dürfen unter gewöhnlichen Umständen auf Berücksichtigung und Verwendung rechnen, welche eine grössere Empfindlichkeit zeigen oder besonders charakteristische Erscheinungen aufweisen.

Das bei der Untersuchung gewonnene Resultat sollte, theoretisch genommen, genau das gleiche sein, ob man nun das fertige CrO_4^{--} -Ion oder ein solches, das man aus einer Chromoxydverbindung von bestimmtem Gehalt durch Oxydation mit Na_2O_2 , $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ oder Br_2 und ähnliche Mittel erhalten hat, der Erforschung unterwirft. Tatsächlich

⁶⁶⁾ Zeitschrift für analyt. Chem. 33. S. 539 [1894].

⁶⁷⁾ Über die Empfindlichkeit der kolorimetr. Methoden, D. W. Horn, Am. Chem. J. 35. 253. [1906].

machen sich aber bedeutende Unterschiede bemerkbar, indem die Empfindlichkeit im zweiten Fall ungleich geringer ist als im ersten.

Nach Thomson⁶⁸⁾ färbt 1 Teil K_2CrO_4 noch 40000 Teile Wasser deutlich gelb; in der Tat reicht die Empfindlichkeit aber viel weiter.

Resultat der Tab. 20.

$$E = m/90000 \text{ oder } \frac{52}{90000} \text{ g im Liter, d. i. } \frac{52}{90000 \times 200} = 29 \times 10^{-7} \text{ g in 5 ccm.}$$

21) Wasserstoffsuperoxyd, H_2O_2 (30⁰/₀-iges).

Die von Barreswil⁶⁹⁾ entdeckte und empfohlene Reaktion kann in vorzüglicher Weise zur Entdeckung von Chromsäureionen oder auch zum Nachweis von Cr^{+++} -Ionen, bei vorhergehender Oxydation zu CrO_4^{--} , dienen. Fügt man zu der sehr verdünnten Lösung eines Chromats verdünnte Schwefel- oder Salpetersäure (nicht Salzsäure⁷⁰⁾, schüttelt mit überschüssigem Äther, giebt das Gemisch zu überschüssigem H_2O_2 ⁷¹⁾ und schüttelt aufs neue, so bildet sich intensiv blaue Perchromsäure, die sich leicht in Äther löst. Die ätherische Lösung der Perchromsäure ist bedeutend beständiger als die wässrige, zersetzt sich jedoch auch nach einiger Zeit.

Die blaue Verbindung ist in vielen organischen, mit Wasser nicht mischbaren Solventien löslich, wie Essigsäure- und Valeriansäure-äthylester, Amylchlorid, Amylalkohol, Buttersäure-, Ameisensäure- und Essigsäureamylester⁷²⁾ u. a. m. Überschüssige Kalilauge entfärbt unter Entwicklung von Sauerstoff und Bildung von Kaliumchromat. Nimmt man Essigsäure oder Phosphorsäure statt Schwefel- oder Salpetersäure, so tritt statt Blaufärbung Violettfärbung ein und mit Borsäure ist nur noch eine Bräunung der Flüssigkeit bei Zusatz von H_2O_2 zu bemerken.

Besser noch als nach der oben angegebenen Vorschrift verfährt man in folgender Weise, um eine möglichst grosse Empfindlichkeit und ein sicheres Eintreten der Reaktion zu erzielen⁷³⁾:

Man setzt zur neutralen oder schwach alkalischen (wenn nötig mit etwas NaOH oder KOH — nicht NH_3 — versetzten) Chromatlösung zuerst Perhydrol, mischt gut und säuert alsdann mit verdünnter Schwefel-

⁶⁸⁾ Friedheim-Gmelin-Kraut, Handbuch, Bd. III. Abt. I. S. 624. Dasselbst finden sich auch Angaben über das Verhalten von K_2CrO_4 zu verschiedenen Indikatoren und über seinen Geschmack.

⁶⁹⁾ C. r. 16. 1085; Ann. Chim. Phys. [3]. 20. 364; J. B. 1847/48. 418.

⁷⁰⁾ Karslake, J. Am. Chem. Soc. 31. 250 [1909].

⁷¹⁾ Am geeignetsten ist 30⁰/₀-iges H_2O_2 , Perhydrol.

⁷²⁾ Grosvenow jr., J. Am. Chem. Soc. 17. 41 [1895].

⁷³⁾ Vergl. Karslake, l. c.

oder Salpetersäure an. Man erhält gute Blaufärbung, auch wenn kein Äther zugegen ist. Zum Nachweis von geringen Chromsäuremengen fügt man ihm allerdings hinzu. Die Reaktion ist noch nicht vollständig aufgeklärt, denn es giebt eine Reihe von Überchromsäuren, die sämtlich blau aussehen⁷⁴). Welche von diesen Übersäuren entsteht, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Man muss sich vorläufig mit der empirischen Formel $2\text{CrO}_4 + x\text{H}_2\text{O}_2$ begnügen, und zwar liegen den bisher bekannten Stoffen solche Säuren zu Grunde, in denen $x=1,3$ oder 5 ist (HCrO_5 , H_3CrO_7 , H_5CrO_9).

Die Empfindlichkeit der Reaktion ist recht bedeutend. Storer⁷⁵) konstatiert, dass man nach dem Verfahren von Barreswil noch 1 T. K_2CrO_4 in 40000 Teilen Wasser durch eine gut wahrnehmbare Blaufärbung nachweisen kann. Die Gegenwart von Vanadinsäure beeinträchtigt die Empfindlichkeit der Reaktion wesentlich und nach Werther⁷⁶) kann man bei Gegenwart von 0,0001g dieser Säure 0,0001g CrO_3 nicht mehr nachweisen. Na_2HPO_4 oder Na_2HAsO_4 heben den Einfluss von Vanadinsäure auf, vielleicht infolge der Bildung einer komplexen Verbindung mit V_2O_5 ⁷⁷). Auch Molybdän- und Wolframsäure verhindern das Eintreten der Blaufärbung, jedoch schwächer als Vanadinsäure⁷⁸). Nach Riesenfeld⁷⁹) finden diese Erscheinungen ihre Erklärung dadurch, dass MoO_3 , V_2O_5 , WO_3 unter Bildung von Persäuren das H_2O_2 verbrauchen, welches zur Blaufärbung der Chromsäure notwendig ist.

Die Reaktion ist charakteristisch und empfehlenswert.

Resultate der Tab. 21:

$E = m/100000$ oder $\frac{52}{100000}$ g im Liter oder $\frac{52}{100000 \times 200} = 26 \times 10^{-7}$ g in 5 ccm.

22) Diphenylamin und Schwefelsäure.

Chromsäure giebt in schwefelsaurer Lösung mit Diphenylamin Blaufärbung⁸⁰). Man verfährt derart, dass man etwas $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ in 20 ccm konz. Schwefelsäure löst und alsdann eine geringe Menge der Lösung, welche Chromsäure enthält, hinzufügt. Die erzielte Empfind-

⁷⁴) Riesenfeld, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **38**. 3578-86 [1905]. Vergl. auch Wiede. Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **31**. 523. [1898].

⁷⁵) Proc. Am. Acad. **4**. 338; J. B. **1859**. 679.

⁷⁶) J., prakt. Chem. **83**. 195; J. B. **1861**. 849.

⁷⁷) Reichard, Zeitschrift für anal. Chem. **40**. 577 [1901].

⁷⁸) Reichard, Chem. Ztg. **27**. 1227 [1903].

⁷⁹) Zur Kenntnis der Überchromsäuren, Habilitationsschrift, Freiburg im Breisgau, **1906**. 43.

⁸⁰) Hintz, Zeitschrift für anal. Chem. **23**. 424 [1884].

lichkeit ist sehr gross, nichtsdestoweniger ist diese Reaktion nicht zu empfehlen, da sie auf fast alle Oxydationsmittel anwendbar ist.

Resultate der Tab. 22:

$E = m/_{260000}$; in 20ccm sind 39×10^{-7} g Cr nachweisbar.

23) Guajaktinktur.

Als Reagens wird eine Lösung von $\frac{1}{4}$ Teil Guajakharz in 100 Teilen 60^o/_o-igen Äthylalkohol verwendet⁸¹⁾. Fügt man zu der mit Schwefelsäure angesäuerten, Chromsäure enthaltenden Lösung ein wenig von dem obigen Reagens hinzu, so entsteht Blaufärbung, die jedoch bei geringen Mengen von CrO_4^{--} -Ionen bald verschwindet⁸²⁾. Nach Schiff ist die Empfindlichkeit der Reaktion 1 mgr im Liter. Auch diese Reaktion lässt sich nicht nur auf Chromsäure, sondern auch auf viele andere Oxydationsmittel anwenden. Der wirksame Teil des Guajakharzes ist die Guajakonsäure $\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{O}_5$ (?) (Hadelich).

Resultate der Tab. 23:

$E = m/_{50000}$ oder $\frac{52,0}{50000}$ g im Liter oder $\frac{52,0}{50000 \times 200} = 52 \times 10^{-7}$ g in 5 ccm.

Für eine Reihe von vorgeschlagenen Reagenzien konnten noch keine Prüfungsversuche angestellt werden. Sie seien kurz angeführt mit den Empfindlichkeitsangaben, wenn solche von ihren Autoren ermittelt worden sind. Leider sind die Daten unter recht verschiedenartigen Bedingungen erhalten worden, so dass man sie kaum mit einander vergleichen kann.

24) Pyrogalloläther.

Kaliumbichromat färbt in Spuren bei Gegenwart von Schwefelsäure sehr verdünnte wässrige Lösungen des Pyrogalloläthers gelb und rot⁸³⁾. Die Grenze der Reaktion liegt bei 0,001 bis 0,002 mg CrO_3 in 5 ccm. Auch andere Oxydationsmittel wie Ferrichlorid, Nitrite, sehr verdünnte Kaliumpermanganatlösungen, Chlor- und Bromwasser u. s. w. üben den gleichen Effekt aus.

25) Brucin.

Die Empfindlichkeit der Rk. mit Kaliumbichromat ist nach Dragendorff⁸⁴⁾ 1:10000.

⁸¹⁾ Chem. Zentralbl. **1901** II. 1223.

⁸²⁾ Schiff, Ann. d. Chem. u. Pharm. **120**. 208; J. B. **1861**. 253. — Pander, Berl. klin. Wochenschr. **25**. 835 [1888]. — Froidevaux, J. Pharm. Chim. [6]. **4**. 155 [1896].

⁸³⁾ J. Meyerfeld, Chem. Ztg. **34**. 948 [1910].

⁸⁴⁾ Zeitschrift für anal. Chem. **18**. 108 [1879].

26) Jodkalium und Schwefelkohlenstoff.

Mit 0,1 mg $K_2Cr_2O_7$ erhält man nach einigen Minuten noch eine sichtbare Reaktion⁸⁵⁾

27) Das Dinatriumsalz der 1,8—Dioxynaphtalin—2,6—
Disulfosäure.

In wässriger Lösung giebt es stark haltbare, hell kirschrote bis dunkelrotviolette, dann und wann auch braune Färbungen. Die Reaktion ist auch zur kolorimetrischen Bestimmung geeignet. Äusserste Empfindlichkeit: 0,0000008 g Cr in 10 ccm⁸⁶⁾.

28) Diphenylkarbazid.

Das empfindliche Reagenz ist von Cazeneuve⁸⁷⁾ vorgeschlagen worden. Es ist 1:10 Mill., wobei 500 ccm zu jeder Probe genommen wurden.

29) Blauholzabkochung.

Dem Reagenz wird von Vogel⁸⁸⁾ eine ausserordentliche Empfindlichkeit zugesprochen. 1g $K_2Cr_2O_7$ in 500 Mill. g. H_2O soll mittels desselben nachweisbar sein.

Überblicken wir die Reihe der Reaktionen der Cr^{+++} — und CrO_4^{--} — Ionen, so können wir aus der Reihe des dreiwertigen Kations empfehlen:

1) Ammoniak in Gegenwart von Ammonsalzen. Die Reaktion ist recht empfindlich; man wird ihr jedoch aus den verschiedensten Gründen die charakteristischen Reaktionen des CrO_4^{--} —Ions vorziehen, wenn eine Überführung des dreiwertigen in das sechswertige Chrom angängig ist.

2) Auch die charakteristischen Schmelzen mit $KClO_3$ und KNO_3 sind zum Nachweis des aufgeschlossenen Chroms zu empfehlen, während für Mineralien die Boraxperle häufig gute Dienste leistet, besonders zu orientierenden Versuchen.

3) Das sechswertige Chrom zeigt eine Reihe von sehr empfindlichen und charakteristischen Fällungsreaktionen. Als empfindlichste und beste Reaktion ist Fällung mit Ag^+ —Ion zu empfehlen, besonders

⁸⁵⁾ Richter, Zeitschrift für anal. Chem. **21**. 368. 371. 372 [1882].

⁸⁶⁾ König, Chem. Ztg. **35**. 277 [1911].—Vergl. auch Frank Garatt, Journ. of Ind. and Engin. Chem. **5**. 298 [1913].

⁸⁷⁾ Bull. Soc. chim. [3]. **23**. 70 [1900]; **25**. 761 [1901].

⁸⁸⁾ Vogel, Zeitschrift für analyt. Chem. **2**. 390 [1863].—Vergl. auch Wildenstein, Zeitschrift für analyt. Chem. **1**. 328 [1862].

in Abwesenheit von Ammonsalzen und Säuren. Sind diese zugegen, dann erscheint

4) Mercuronitrat als das geeignetere Mittel.

5) Viel verwendet und empfohlen wird das Pb^{++} -Ion zur Fällung und Identifizierung von CrO_4^{--} -Ionen, obwohl es eine viel geringere Empfindlichkeit aufweist, als die vorhergehenden, und nur in neutraler Lösung zu brauchen ist.

6) Weniger günstige Resultate zeigt die Fällungsreaktion mit Ba^{++} -Ion.

7) Sehr empfehlenswert ist die Wasserstoffsperoxydreaktion. Sie ist auch recht empfindlich, wenn sie richtig ausgeführt wird.

In Spezialfällen wird man wohl mit Vorteil zu dieser oder jener Sonderreaktion greifen. Um dem Leser die Übersicht zu erleichtern, seien sämtliche geprüften Reaktionen nach ihrer Empfindlichkeit, in absteigender Reihenfolge geordnet, aufgeführt.

Erwähnenswert wäre, dass $Cr(OH)_3$, Hg_2CrO_4 , Ag_2CrO_4 und $(BiO)_2Cr_2O_7$ beim Fällern ihre Färbung mit der Verdünnung ändern und dass bei der Ag_2CrO_4 und $PbCrO_4$ -Reaktion innerhalb gewisser Verdünnungen Fluorescenz auftritt.

Reaktionen des Cr^{+++} -Ions.

Reagens	Molarität	Nachweisbare Menge	Menge der Flüssigkeit, resp. der Schmelze auf 1 g Cr
1) $NH_3 + NH_4Cl$	m/170000	15×10^{-7} g Cr	1:3335000
2) $NaOH + NH_4Cl$	m/170000	15×10^{-7} „ „	1:3335000
3) $NaHCO_3 + NH_4Cl$	m/150000	17×10^{-7} „ „	1:2950000
4) Na_2O_2	m/60000	43×10^{-7} „ „	1:1160000
5) $NH_3 + AgNO_3$	m/50000	52×10^{-7} „ „	1:960000
6) $KClO_3$ (heiss)	—	52×10^{-7} „ „	—
7) KNO_3 (heiss)	—	52×10^{-7} „ „	—
*8) NH_3	m/30000	87×10^{-7} „ „	1:575000
9) Na_2CO_3	m/30000	87×10^{-7} „ „	1:575000
10) $(NH_4)_2S$	m/30000	87×10^{-7} „ „	1:575000
11) Na_2S	m/25000	10×10^{-6} „ „	1:500000
12) $NaOH$	m/25000	10×10^{-6} „ „	1:500000
13) $NaHCO_3$	m/25000	10×10^{-6} „ „	1:500000
14) Na_2HPO_4	m/25000	10×10^{-6} „ „	1:500000
15) $KClO_3$ (kalt)	—	10×10^{-6} „ „	—
16) KNO_3 (kalt)	—	15×10^{-6} „ „	—
17) $NaKCO_3 + KNO_3$	—	15×10^{-6} „ „	—

Reaktionen des $\text{CrO}_4^{''}$ -Ions.

Reagens	Molarität	Nachweisbare Menge in 5 ccm Fl.	Menge der Flüssigkeit, resp. der Schmelze auf 1 g Cr
*1) AgNO_3	m/550000	50×10^{-8} g Cr	1:10200000
*2) $\text{HgNO}_3(+\text{HNO}_3)$	m/500000	52×10^{-8} „ „	1:9450000
*3) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	m/450000	58×10^{-8} „ „	1:8650000
*4) H_2O_2	m/100000	26×10^{-7} „ „	1:1920000
5) $\text{CrO}_4^{''}$ -Ionen	m/90000	29×10^{-7} „ „	1:1720000
6) BaCl_2	m/80000	33×10^{-7} „ „	1:1520000
7) $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	m/260000	39×10^{-7} „ „	1:5130000
8) Guajaktinktur	m/50000	52×10^{-7} „ „	1:960000
9) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	m/40000	65×10^{-7} „ „	1:770000
*10) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ -Perle	—	—	1:14000
11) NaPO_3 -Perle	—	—	1:7700

Ja metam skatu uz $\text{Cr}^{\cdot\cdot}$ — un $\text{CrO}_4^{''}$ —jonu reakciju rindu, tad no trīsvērtīgā katjona reakcijām varam ieteikt sekošās:

1) Amonjaku amonija sāļu klātbūtnē. Šī reakcija diezgan jūtīga; tomēr visdažādāko iemeslu dēļ būs jādod priekšroka raksturīgajām $\text{CrO}_4^{''}$ —jona reakcijām, ja būs parocīgi trīsvērtīgo chromu pārverst sešvērtīgā.

2) Ieteicama arī raksturīgā sakausēšana ar KClO_3 jeb KNO_3 , ja chroms ir šķīstošā veidā, kamēr pie mineraliem boraka perle bieži dod labus panākumus, sevišķi orientējošos priekšmēģinājumos.

3) Sešvērtīgais chroms uzrāda veselu rindu ļoti jūtīgu un raksturīgu nogulsnešanas reakciju. Kā visjūtīgāko un labāko var ieteikt nogulsnešanu ar Ag^+ —jonu, sevišķi, ja klāt nav amonija sālis un skābes; ja tās ir klāt, tad

4) Merkuronitrats izrādās par noderīgāku līdzekli.

5) Daudz lieto un ieteic $\text{Pb}^{\cdot\cdot}$ —jonu, lai gan $\text{CrO}_4^{''}$ —jonam nogulsnešot un identificējoties tas uzrāda daudz mazāku jutību nekā iepriekšējie, un lietojams tikai neīdrosos šķīdumos.

6) Mazāk labvēlīgus rezultātus uzrāda nogulsnešana ar $\text{Ba}^{\cdot\cdot}$ —jonu.

7) Ļoti ieteicama reakcija ar ūdeņraža pārskābli; tā arī diezgan jūtīga, ja tikai to pareizi izved.

Atsevišķos gadījumos izdevīgāka būs viena vai otra specialreakcija. Lai atvieglinātu lasītājam pārskatu, pievedam visas izmēģinātās reakcijas pēc to jutības, krītošā kārtībā, pirmāk $\text{Cr}^{\cdot\cdot}$ —jona reakcijas, pēc tam sešvērtīgā chroma reakcijas. Par mērauklu praktisku iemeslu dēļ ņemts noteicamais chroma daudzums gramos; bet arī citi jutības apzīmēšanas veidi pievesti, ja bija iespējams tos iegūt.

Rīga, Mārz 1922.

Empfindlichkeitstabelle der Reaktionen des

Reagenzien	Molarität der Cr ⁺⁺⁺ — Lsg. u. E.	Hinzugefügte Reagenz- menge	Hinzugefügte Säuren, Alkalien, Salze u. s. w.	Reaktions- temperatur	Bis zum Reak- tionseintritt vergehen
1) $n/1$ NaOH ($n/1$ KOH) Natrium- hydroxyd	m/100	0,15 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/10000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/25000	0,05 ccm	—	18°	5 Minuten
	m/10000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Sofort Nd.
	m/170000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Nach 5 Min.
2) *) $n/1$ NH_3 Ammoniak	m/10	2 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/10000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/30000	0,05 ccm	—	18°	Nach 5 Min.
	m/100000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Nach 5 Min.
	m/170000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Nach 5 Min.
3) $n/1$ NaHCO_3 Natrium- bikarbonat	m/10	2,5 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/25000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Nach 5 Min.
	m/150000	0,05 ccm	+0,05 ccm $\text{NH}_4\text{Cl}(n/1)$	18°	Nach 5 Min.
4) $n/1$ Na_2CO_3 Natrium- karbonat	m/100	0,25 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/10000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/30000	0,05 ccm	—	18°	Nach 5 Min.
5) $n/1$ - Na_2S Natriumsulfid	m/10	1,5 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/1000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/25000	0,05 ccm	—	18°	Nach 5 M. Nd.
6) ca $n/1$ - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ Ammonium- sulfid	m/100	0,25 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/1000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/30000	0,05 ccm	—	18°	Nach 5 M. Nd.
7) $n/1$ Na_2 $\text{HPO}_4+12\text{H}_2\text{O}$ Natrium- phosphat	m/100	0,25 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/1000	0,05 ccm	—	18°	Sofort Nd.
	m/25000	0,05 ccm	—	18°	Nach 5 M. Nd.
8) Na_2O_2 ($\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}_2$) Natriumperoxyd	m/100	Gr. Überschuss	—	Beobachtet bei 18°	—
	m/60000	Gr. Überschuss	—	18°	—
9) $n/1$ AgNO_3 + $2n/1$ NH_3 Ammoniakal. Silbernitrat	m/100	0,15 ccm	—	Reaktionstemp. 100°	Sofort Nd.
	m/50000	0,05 ccm	—	100°	Nd. n. 5 M. beob.
	m/200000	0,05 ccm	—	100°	Färb. n. 5 M. beob.

Cr⁺⁺⁺—Ions (Violettes Cr₂(SO₄)₃ + 18H₂O).

Empfindlichk. nach früheren Bezeichnungen	Färbung des Niederschlags der Flüssigk.	Literaturangaben	Bemerkungen
— — 10×10 ⁻⁶ g Cr — 1:3335000 od. 15×10 ⁻⁷ g Cr	Flockiger grün. Nd. Schwach. bläulich. Nd. "Deutl. bläul. Flock." Sehr schwache Rk.		Auf schwarz. Fond beob. " " " " " " " " " " " " " " " "
— — 1:575000 od. 87×10 ⁻⁷ g Cr — 1:3335000 od. 15×10 ⁻⁷ g Cr	Flockiger grüner Nd. Schwache bläul. Flöckch. Sehr schw. bläul. Flöck. Schwache bläul. Flöckch. Sehr schwache Rk.	Nach Curtman u. St. John: E=1:170000	Die Niederschläge stimmen mit den durch NaOH erzeugt. in Form und Farbe überein Auf schwarzem Glanzpapier als Fond beob.
— — 1:500000 od. 10×10 ⁻⁶ g Cr 1:2950000 od. 17×10 ⁻⁷ g Cr	Flockiger bläulich-grün. Niederschlag Sehr schwacher Nied.		Auf schwarzem Glanzpapier als Fond beob.
— — 1:575000 od. 87×10 ⁻⁷ g Cr	Flock. bläulich-grün. Nd. Schwacher bläul. Nied. Sehr schw. Niederschlag		Bei 3 Parallelproben zu m/25000 mit 1) NaOH 2) Na ₂ CO ₃ und 3) NaHCO ₃ konnte kein Unterschied, wed. in d. Menge noch im Aussehen des Niederschlags, konstatiert werden.
— — 1:500000 od. 10×10 ⁻⁶ g Cr	Flockiger hellgrün. Nd. Flockiger bläulicher Nd. Sehr schw. Niederschlag	Nach Pfaff ist E=1:8000	Hinzugabe von NH ₄ Cl begünstigt die Fällung und steigert die Empfindlichkeit der Reaktion bedeutend. Beobachtungsart wie bei 1.
— — 1:575000 od. 87×10 ⁻⁷ g Cr	Flockiger graugrün. Nd. Flockiger bläulicher Nd. Schwacher Niederschlag		Einfluss von Ammonsalzen wie in den vorherg. Fällen. Beobachtungsart wie bei 1.
— — 1:500000 od. 87×10 ⁻⁶ g Cr	Hellbläulich grün Grünlicher Niederschlag Sehr schwache Trübung		Erhöhte Temperatur beeinflusst die Empfindlichk. nicht Chlorammonium wirkt stark lös., also d. Empf. d. Rk. entg.
— — 1:1160000 od. 43×10 ⁻⁷ g Cr	Gelbe Lösung Sehr schw. gelbe Lösung		Die Empfindlichkeit kann gesteigert werd. durch Überföhr. des Chromats in Perchromsäure mittels H ₂ O ₂ und Äther in saur. Lösung. (Vergl. Rk. 21)
— — 1:960000 od. 52×10 ⁻⁷ g Cr	Flockiger Nd. und dunkelbraune Färbung Sehr schw. Nd. u. dunk. F. Schwache Färbung		

Empfindlichkeitstabelle der Reaktionen des

Reagenzien	Menge und Molarität des Cr ⁺⁺⁺	Reaktions-temperat.	Beobacht. bei	Nachweisbare Menge Cr in 3g KClO ₃ , KNO ₃	Färbung
10) Schmelzreaktion mit je 3g KClO ₃	0,5 g m/100 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	18 ⁰	—	Gelb
	0,2 g m/1000 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	18 ⁰	10 × 10 ⁻⁶ g Cr	Schwach gelb
	0,1 g m/1000 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	ca. 350 ⁰	52 × 10 ⁻⁷ g Cr	Schwach gelb
11) Schmelzreaktion mit je 3 g KNO ₃	0,5 g m/100 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	18 ⁰	—	Gelb
	0,3 g m/1000 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	18 ⁰	15 × 10 ⁻⁶ g Cr	Schwach gelb
	0,1 g m/1000 Cr ⁺⁺⁺	ca. 350 ⁰	ca. 350 ⁰	52 × 10 ⁻⁷ g Cr	Schwach gelb

Empfindlichkeitstabelle der Reaktionen

Reagenzien	Molarität und Empfindlichk. d. CrO ₄ ⁼⁼ Lsg	Hinzugefügte Reagenzmenge	Hinzugefügte Säuren, Alkalien, Salze u.s.w.	Reaktions-temperat.	Bis zum Reaktionseintritt vergehen
15) *) n/10—AgNO ₃ Silbernitrat	m/200	0,5 ccm	—	18 ⁰	Sofort Nied.
	m/2000	0,1 ccm	—	18 ⁰	Sofort Nied.
	m/20000	0,05 ccm	—	18 ⁰	Nach 2 M. Nd.
	m/200000	0,24 ccm	—	18 ⁰	Nach 5 M. Nd.
	m/550000	0,2 ccm	—	18 ⁰	Nach 5 M. Nd.
	m/100000	0,05 ccm	NH ₄ NO ₃	18 ⁰	N. 5 M. k. Nd.
	m/20000	0,05 ccm	CH ₃ COOH	18 ⁰	N. 5 M. k. Nd.
m/100000	0,05 ccm	KNO ₃	18 ⁰	N. 5 M. d. Nd.	
16) *) n/10—HgNO ₃ Mercuronitrat	m/20	1,0 ccm	Je 0,25 ccm HNO ₃	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/2000	0,25 ccm	Je 0,25 ccm HNO ₃	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/20000	0,10 ccm	Je 0,25 ccm HNO ₃	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/500000	0,10 ccm	Je 0,25 ccm HNO ₃	18 ⁰	Nach 5 M. Nd.
17) *) n/1 - Pb(NO ₃) ₂ oder n/1 - Pb (OOCCH ₃) ₂ + 3 H ₂ O	m/200	0,25 ccm	—	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/2000	0,10 ccm	—	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/20000	0,10 ccm	—	18 ⁰	Sofort Nd.
	m/450000	0,05 ccm	—	18 ⁰	N. 5 M. Nd.
	m/450000	0,05 ccm	Zusatz v. n/1 NH ₄ NO ₃	18 ⁰	N. 5 M. Nd.

Cr⁺⁺⁺ — Ions (Violettes Cr₂ (SO₄)₃ + 18H₂O).

Reagenzien	Menge und Molarität des Cr ⁺⁺⁺ od. CrO ₄ ^{..}	Beob. bei	Nachweisbare Menge	Färbung	Bemerkungen
12) Schmelze mit Na KCO ₃ + KNO ₃ (je 3g)	2 ccm m/100 Cr ⁺⁺⁺	18°	15 × 10 ⁻⁶ g Cr i.ca. 0,045g Schm.	Schwach gelb	Grenze in der Pt-drahtschlinge
	1 ccm m/100 Cr ⁺⁺⁺	18°	—	Schwach gelb	
	0,5 ccm m/100 Cr ⁺⁺⁺	18°	87 × 10 ⁻⁶ g Cr in 1 g Schmelze	Schwach gelb	Grenze im Tiegel
13) *) Schmelze mit Na ₂ B ₄ O ₇ (Perlenreaktion, je 3g)	0,3 ccm m/20K ₂ CrO ₄	18°	—	Gelblich grün	
	0,8 ccm m/200K ₂ CrO ₄	18°	1 : 14000	Schw. Färb.	Grenze in der Platin-drahtschlinge
14) Schmelze mit NaPO ₃ (Perlenreaktion, je 1 g)	0,5 ccm m/200K ₂ CrO ₄	18°	1 : 7700	Schwach grün	Grenze in der Platin-drahtschlinge

des CrO₄^{..} — Ions (K₂ Cr O₄).

Empfindlichk. nach früherer Bezeichnungswiese	Färbung des Niederschlags der Flüssigk.	Literaturangaben	Bemerkungen
— — — — 1:10200000 od. 49 × 10 ⁻⁸ g Cr	Braunroter Niederschlag Braunrot — im durchfall. Licht blau bis orange Deutliche gelbl. Trübung Schwache Trübung		Bei Verdünnungen von m/2000 bis m/20000 ist Fluoreszenz zu beobacht.
— — — 1:9450000 oder 52 × 10 ⁻⁸ g Cr in 5 ccm	Braun. Nd., schnell abs. Hellrot. Nd., langs. absitz. Gelber Niederschlag Schwache gelbe Trüb.	Nach Pfaff: E=1: 10000 (auf K ₂ CrO ₄ bezog.)	Essigsäure bewirkt einen Umschlag ins rötliche bei geringen CrO ₄ ^{..} — Konzentrationen
— — — 1: 8650000 oder 58 × 10 ⁻⁸ g Cr in 5 ccm	Gelber, sich bald abs. Nd. Fluoreszenz erschein. Sehr gering. Nd. bei deutlicher Färbung d. Flüss.	Nach Pfaff: E = 1: 5000 (auf K ₂ CrO ₄ berechnet) Nach Fleischer: E = 1: 300000 bis 400000 (mit ammoniakal. Pb=Lsg.) Nach S. Harwey: 1: 3500000	Von m/2000 bis m/20000 zeigen sich Fluoreszenz-erscheinun. Der suspendierte Niederschlag erinnert an Fluorescein

Reagenzien	Molarität und Empfindlichk. d. $\text{CrO}_4^{''}$ -Lsg	Hinzugefügte Reagenzmenge	Hinzugefügte Säuren, Alkalien, Salze u. s. w.	Reaktionstemperat.	Bis zum Reaktionseintritt vergehen	
18) *) $n/1$ - BaCl_2 + 2 H_2O Bariumchlorid	m/200 m/20000 m/80000 m/40000 m/30000	0,10 ccm 0,05 ccm 0,05 ccm 0,05 ccm 0,05 ccm	— — — — Zusatz von NH_4NO_3	18° 18° 18° 100° 18°	Sofort Nd. N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd.	
19) $n/10$ - $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ (+3 ccm konz. HNO_3 D.1.4.) Wismutnitrat	m/200 m/20000 m/40000 m/160000	1 ccm 0,1 ccm 0,1 ccm 0,1 ccm	— — — —	18° 18° 18° 18°	Sofort Nd. Sofort Nd. N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd.	
20) Färbung durch d. $\text{CrO}_4^{''}$ - Ionen selbst	m/60000 m/80000 m/90000	— — —	— — —	18° 18° 18°	— — —	
21) *) H_2O_2 (30%iges) Wasserstoff- superoxyd	m/20000 m/60000 m/100000	0,05 ccm 0,05 ccm 0,05 ccm	0,05 ccm H_2SO_4 + 5 ccm Äther 0,05 ccm H_2SO_4 + 5 ccm Äther 0,05 ccm H_2SO_4 + 5 ccm Äther	18° 18° 18°	Reakt. sofort Reakt. sofort Reakt. sofort	
22) Diphenyl- lamin + H_2SO_4	1 ccm m/2000 0,2 „ m/2000 0,15'' m/2000	Überschuss	20 ccm konzent. Schwefelsäure 20 ccm konzent. Schwefelsäure 20 ccm konzent. Schwefelsäure	18° 18° 18°	Reakt. sofort Reakt. sofort Reakt. sofort	
23) Guajak- tinktur ($1/4$ 0/0-ige Lsg)	m/2000 m/20000 m/50000		2 ccm 2 ccm 2 ccm	Hinzugefügt H_2SO_4 Hinzugefügt H_2SO_4 Hinzugefügt H_2SO_4	18° 18° 18°	N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd. N. 5 Min. Nd.

Empfindlichk. nach früherer Bezeichnungsweise	Färbung des Niederschlags der Flüssigk.	Literaturangaben	Bemerkungen
— — 1:1520000 oder 33×10^{-7} g Cr in 5 ccm — —	Hellgelber Niederschlag Schwachgelb. gering. Nd. Desgleichen Geringer Niederschlag Geringer Niederschlag	Nach H. Trey : 1 Grammaquid Cr O ₃ in 1000 Li- tern mittels der Zonenreaktion	Die Prüfung mit derselb. Reaktion auf Ba ⁺⁺ ist be- deutend empfindlicher
— — 1:770000 oder 65×10^{-7} g Cr in 5 ccm —	Flockig, orangegeb. Nd. Goldgelber Niederschl. Schwacher Niederschl. Sehr schwache Färbung		Ein Zusatz v. CH ₃ COOH wirkt nicht merklich ein
— — 1:1720000 oder 29×10^{-7} g Cr in 5 ccm	Gelb Schwach gelb Schwach gelb gegen die Vergleichsflüssigkeit	Nach Thomson : 1:40000 (auf K ₂ CrO ₄ bezogen)	
— — 1:1920000 oder 26×10^{-7} g Cr in 5 ccm	Blaue Färbung d. Äthers Ziemlich deutlich blau; ohne Vergleichsflüssigk. Schwache Färbung; mit Vergleichsflüssigkeit	Nach Storer : 1:40000 (auf K ₂ CrO ₄ bezogen)	Die Gegenwart von Vanadin=, Molybdän=, Wolframsäure stört die Reaktion
— — 39 × 10 ⁻⁷ g Cr in 20 ccm	Blaue Färbung Blaue Färbung Schwache Färbung		
— — 1:960000 oder 52×10^{-7} g Cr in 5 ccm	Dunkelblaue Färbung Hellblau Schwache Färbung	Nach Schiff : 1 mg CrO ₃ im Liter noch zu erkennen	

| Farbprobe nach
Munsell'schem
System |
|---|---|---|---|---|---|
| 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 |
| 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| 83 | 83 | 83 | 83 | 83 | 83 |
| 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 |
| 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 |
| 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

DAŽAS LEIŠU UN LATVIEŠU INTONACIJU PARALELES.

J. Plāķa.

1) ár aĩ, ál aĩ

a) Dažās leišu valodas austrumu izloksnēs (piem. R₄ un R₅ pēc Baranauska sadalījuma) sastopam ór, ól + cons. un aĩ, aĩ + cons. augstiešu rakstu valodas ár, ál + cons. un aĩ, aĩ + cons. vietā. Ja minētie diftongiskie savienojumi uzsvērtā zilbē ir krītoši intonēti, tad *a* komponents pāriet *o* skaņā, bet ja tiem kāpjošs raksturs, tad *a* skaņa nemainās. Anikšķu (sal. Baranauska „Anykščū šilelys“) Dusētu, Pandēļa izloksnēs sastopam formas: mórškos, órkljo, šórkos, vórpa, vórški, bólkšvo, bóltó, gólvos, kólnas, mólkū, pakólnai, sóldū, vólgyk etc. (= mārškos, árkljo, šárkos, várpa várški, bálkšvo, bálto, gálvos, kálnas, málkū, pakálnai, sáldū, válgyk etc.) un kaĩklai, káarto (= kaĩto), skaĩdžai, staĩkus, vaĩstū, vaĩva, baĩsas, kaĩbas (i) etc. Krītoši intonētā diftonga *a*, kuŗā valoda nojauš gaŗumu, še atlidzināts ar *o* (ór, ól) pēc monoftonga *o* (= inde. *a*) analogijas. Valoda še ir konsekventa, jo arī monoftongiskais *a*, kas uzsvērtā zilbē top gaŗš, resp. pusgaŗš, pāriet *ō* skaņā, sal. formas: bōdo, gyvōtē, grōžous, kvōpas, lōzdū, lōpo, pōtys, šōkos, šōknys, sōvo, vōsarū, žōlo etc. ar: badū, gyvatēs, gražai kvapūs, kvapai, lazda, lapēlai, pati, šaknēs, šakēles, savū, savỹ (= savēs), vasarōs, žalū etc. Kāpjoši intonēto diftongisko savienojumu *a* ir īss, līdzīgs īsam monoftongam un tādēļ netiek mainīts. Neuzsvērtās zilbēs, kur gaŗumi tiek reducēti, saĩsinot gaŗos vokaļus, pirmie diftongu komponenti kļūst īsi un ir visi vienādi arī Anikšķu, Svēdasu un Pandēļa izloksnēs: arklais, galvĩjai, žaltỹs, karnū, vardaĩs, varlā, balsaĩ.

Paraleli šai leišu valodas parādĩbai atrodam mūsu austrumu, tā saukto augšzemnieku izloksnēs, piem. Salas, Biržu, Dignājas, Saukas, Elkšņu u. c. (arĩ Vidzemes malienes un Latgales izloksnēs). Krītoši (resp. grĩsti) intonētos ar al + cons. savienojumos, kur pirmajam elementam jābūt gaŗam, še atrodam *ō* (vidus dial. *ā* = augšz. *ō*), kas nokrāsas ziņā svārstās starp *ō^a*, *ō^ā*, *ō^o*: dōrzs, kōrkl(i)s, nōrsts, spōrns, svōrki, vōrds, vōrgs, vōrti etc. (paral. arī dōrzs, kōrkl(i)s etc.). Izloksnēs, kuŗas

atrodas vidus dialekta kaimiņos, kā: Vec- un Jaun-Saules, Vecmuižas, Nīzeres, Lindes u. c., minētos savienojumos uzglabājies vēl diezgan tīrs ā: dārzs, kārk(i)s, spārns, svārki, vārds, vārgs, vārti etc., kamēr dažās Latgales un Vidzemes izloksnēs šī gaŗā skaņa ir diftongizējusēs, pārvērdamās par uo divskani: dūorzs, kūorkls, spūorns, vūords, nūors (Līksnā, Alūksnē, Alsvīķī). Kāpjoši intonēti ar, al + cons., kuŗos pirmais savienojuma komponents ir īss, augšzemes dialektā viscaur atrodam o, kas atlīdzina vidus izlokšņu a; tā tad oī, oī + cons., pie kam o skaņas nokrāsa ir skaidri noteikta un nesvārstīga. Gaŗais otrais komponents, sevišķi r (l daudz mazāk) tiek pa lielākai daļai saisināts, tā kā viss divskanis kļūst īss, sal.: dorbs (Biržos, Lašos, Krustpilī, Mārcienā) || dorbs (sal. Anikšķu: kārtō = karō), || doīva || dorva, goŗds || goŗds, koŗsts || korsts, soīgs || sorgs, boīts (Biržos, Lašos, Krustpilī) || bolts, boīss, goīva, koīns, koīts, moīka, soīts || solts, toīka etc. Vienīgi minētās pārejas izloksnēs paglabājies vēl īsais a: darbs, karsts etc., kur tad abu intonāciju tīpu savienojumi: ār, āl + cons. un ār, āl + cons. diezgan grūti izšķirami.

b) Leišu valodas rietumu jeb zemiešu izloksnēs, kur spēka un augstuma maksimums kāpjoši intonētos ar, aī + cons. savienojumos tiek pārņests uz šo savienojumu pirmo elementu, un līdz ar to mainās divskaņas intonācijas tīps (ār, āl — kāpjoši krītošs), kamēr skaņas nokrāsa ziņā mēs nekādas pārmaiņas nenovērojam. Tā zemiešu ā izruna vārdos: bārzdā, dāržos, kārtā, kārkls, spārns, vārds, vārgs, vārps, vārt(ā), bālsos, dālgis, sālds, tālka etc. no augstiešu ā tos pašos vārdos: baīzdā, daīžas, kaītā, kaīklas, spaīnas, vaīdas, vaīgas, vaīpas, vaītai, baīsas, daīģis, saīdūs, taīkā etc. atšķiras vienīgi savā kvantitatē.

Krītoši intonētos ār, āl + cons. savienojumos zemiešu dialektā pa lielākai daļai nekādas pārmaiņas nenotiek. Vienīgi dažās izloksnēs, kā piem. Palangas, Veivirzēnu u. v. c. krītoša toņa vietā dzirdams lauzts akcents. Patskaņu kvantitate un nokrāsa nemainās, sal. dārbs, kārstos, sārgs, šārms, vārna, vārpa, bālts, kālns, šālts, mālt(e) etc. jeb dārbs, kārstos, sārgs, šārms, vārna, vārpa, bālts, kālns, šālts, mālt(e) etc.

Šim leišu rietumu izlokšņu ar, al + cons. savienojumu savādbām atrodam paraleli latviešu valodas rietumu jeb tāmnieku dialekta (arī dažās vidus dialekta izloksnēs) ar + cons. savienojumā. Arī te ar divskanī akustiskais smaguma centrs tiek pārcelts uz pirmo savienojuma komponentu (ar —> ār), kādēļ pārmainās arī šīs skaņas kvantitate, sal. kārpa, kārte, sārms, vārna, vārpa, vārstulis, zārds etc. āl + cons. paraleli sastopam vienīgi dažos patapinātos vārdos: dālderis, mālderis,

kur savienojuma pozīciju rada iespraustais *d*, citādi tikai *a*: *baļts*, *kaļts*, *maļts*, *saļms*, *vaļgs* etc.; arī pārējos patapinājumos: *baļķis*, *kaļķis*, *kaļps*, *staļts*, *vaļnis* etc.

Lauzti intonētie diftongiskie savienojumi *ār*, *āļ* + cons. savā fonētiskā sastāvā nav mainījušies. Vienīgi dažus vidus izloknes vārdus ar *īsu*, resp. *kāpjošu* ar (*ai*) tāmnieku dialekts ievietojis savu laužto vārdu starpā (to dara arī dažas leišu rietumu izloknes, piem. Palangas): sal. *bārzda*, *dārbs* (= *dārbs*), *dārzs*, *dār(v)a* (= *dārva*), *gārds* (= *gārds*), *kārsts* (= *kārsts*), *sārgs* (= *sārgs*), *stārpa* (= *stārpa*), *vārds*, *vārti*, *bāļss*, *gāl(v)a*, *gāļds*, *sāļds*, *tāļks* etc.

Tā kā leišu intonāciju tipu sadalījums un saskaņojums pa vārdu saimēm neatbilst latviešu valodas tamlīdzīgam sadalījumam un saskaņojumam, jo pirmā valodā nereti tur ir kāpjošs tonis, kur pēdējā laužts, sal. *daržas* — *dārzs*, *vartai* — *vārti*, *baļsas* — *bāļss*, *saļdūs* — *sāļds* etc., un atkal otrādi, piem.: *vārna* — *vārna*, *vārpa* — *vārpa*, *bāļtas* — *baļts* etc., — tad augšminētie salīdzinājumi var zīmēties vienīgi uz intonāciju tipu un attiecīgo vokaļu nokrāsas pārveidošanās vai nepārveidošanās un gaŗuma, resp. skaņu kvantitātes un kvalitātes paralelēm,

2) *īr* || *īr*, *īŗ*, *ūr* || *ūr*, *uŗ*.

a) Leišu valodas *īr* || *īr*, *ūr* || *ūr* + cons. savienojumos spēka un augstuma maksimums koncentrējas divskaņas pirmā komponentā, vienāga, vai tas īss, kāds sastopams Lietavas vidienas izloksnēs, jeb pusgaŗš, *gaŗš*, kāds novērojams daudzās rietumu un austrumu izloksnēs. *īŗ*, *uŗ* + cons. savienojumā turpretī akustiskais smaguma centrs lokalizējas otrā divskaņa elementā. Zemiešu dialektā šis centrs pārvietojas uz diftongiskā savienojuma *īŗ*, *uŗ* pirmo elementu, kas pārvēršas par gaŗu vokali (ar tieksmi diftongizēties), pārmainīdams savu nokrāsu un izveidodams savu intonācijas virzienu par kāpjoši kritošu, kas ir stiepta toņa rada gabals; tā tad: *ī* —> *ē**) jeb *īŗ* —> *ēr*, *ū* —> *ō* jeb *uŗ* —> *ōŗ*. *īr* || *īr*, *ūr* || *ūr* + cons. savienojumos, kur spēka un augstuma maksimums, kā jau minēts, koncentrējas *i*, *u* skaņās un tādēļ nevar vairs kustēties uz priekšu, tad arī zemiešu izloksnēs vokālis savā nokrāsā nemainās. Tā piem. *Viekšņu*, *Piķeļu*, *Židiķu*, *Māsēža*, pa daļai *Kūļu*, *Veivirzēņu* u. v. c. izl. sastopam: *kērpt(e)*, *kērvis* (dažās izloksnēs „*jakšis*“), *pēršts*, *pērtis*, *pōrvs*, *tōrgos* etc. (= *kiŗpti*, *kiŗvis*, *piŗstas*, *piŗtis*, *puŗvas*, *tuŗgus* etc.) blakus: *ģīrnas*, *šīrdis*, *žīrnis*, *zvirblis*, *kūrmis* etc. (= *ģīrnos*, *šīrdis*, *žīrnis*, *žvirblis*, *kūrmis* etc.). Zemiešu izloksņu starpā ir sasto-

*) *ē* še = šauram kāpjoši kritošam *e*.

pamas arī tādas, kur ir diftongiskā savienojuma pirmā komponenta pagarinājums un nokrāsa maiņa ar analogijas palīdzību ir ieviesušies neatkarīgi no viņa intonācijas tipa; tā piem. Salantu, Palangas, pa daļai arī Kāju un Veivirzēnu u. v. c. izloksnēs sastopam: kērt(e), kērvīs, pēršts, pērtē || pērtis, gērna || gērnas, šērdīs, zērnīs || žērnīs, žvērblis || žvīerblis, kōrmīs, tōrgos. Neuzsvērtās zilbēs visur palicis ir, ur: širdīngs, širdīngs, kīrpīes, pīrkīes (= kīrpējas, pīrkējas) blakus sīrdīs, kērt(e), pērt(e).

Latviešu valodā mēs atrodam paraleles šai parādībai dažās tāmnieku izloksnēs. Tā piem. Dundagā kāpjoši intonētās zilbēs ir, ur vietā atrodam iēr, uōr: biērze, Juōrges, kuōrkst, kuōrne etc., bet lauzti intonētās zilbēs sastopam nemainītu ir, ur: dzīrdes, izīrt, smīrd, pīrmē, vīrse, pieūrbt, mūrkskt (sal. Mag. d. Lett.-Lit. Ges. XVII, 2, 53—58). Dažās tāmnieku izloksnēs ir, ur + cons. savienojumos ir viscaur ieviesies ier, uor neatkarīgi no intonācijas tipa, kā piem. dienvidus vakara izlokšņu grupā: Popē, Puzē, Ugālē, Rendā, Kabelē u. v. c.

b) Augšzemes dialekta izloksnēs, kur akcenta apstākļi ir savādi un intonāciju tipu sadalījums ir citāds, dažkārt taisni otrāds kā tāmnieku dialektā, arī ir sastopama starpība ir, ur reflexos atkarīgi no intonāciju tipa. Senākais iēr, uīr + cons. savienojums te saīsinājis savu otro komponentu, tā ka vienā izlokšņu daļā sastopami abi īsi elementi — ir, ur: dzirkles, pīrms, sīrds, zīrks, žūrka etc. (Ābeliešu, Biržu, Dignājas, Saukas, Elkšņu, Lašu, Kolupes, Līksnas). Paraleles šai parādībai novērojamas leišu R 1 ž. grupā, kur arī ir, uīr —> ir, ur: piem. Kļuku izloksnē: kīrvūs, pīršts, pīrtūs, turgus etc., kīrvīs, pīrštās, pīrtīs, tuīrgus etc. vietā. Otra daļa paturējuse pusgaru jeb garu r (paraleles leišu austrumu izloksnēs; pusgarš r dzirdams R 3. grupā, piem. Sostu izloksnē): sīrds, zīrgs, žūrka etc. (Saleniešu, Krustpils, Savienas, Vietalvas, Sausnējas, Mārcienas, Liezeres u. v. c.). Senākā ir, ūīr + cons. savienojumā turpretī pirmais garais komponents vai nu paglābies pirmātnīgā veidā, vai arī pārmainījis savu nokrāsu, palikdams vēl monoftonga kārtā (piem. Ābeliešu, Dignājas izl.), jeb diftongizējies (Biržu, Saukas, Elkšņu, Lašu, Kolupes, Līksnas, Alsviķa, Alūksnes u. v. c. izl.), pie kam intonācijas tips palicis pa lielākai daļai senējs — krītošs, variēdams gan uz lauzta, gan stiepta toņa pusi: dziernavas, dzīerdu, cīerpt, pīerksts || pīersts || pīers (Līksnā), zīernc, zvīerbulis || zvīerbuļs, kūorms, pūors (tagad vairāk dzirdams „pūrs“) etc. Intonāciju tipi tiklab sadalījuma ziņā vārdu saimēs, kā arī niānses un skaņas kvantitātes ziņā, ir ļoti svārstīgi un nenoteikti. Tā ir augšzemes izlokšņu raksturīgāka iezīme.

Beidzot jāaizrāda vēl, ka abu valodu pārejas izloksnēs no viena

dialekta otrā, no vienas izlokšņu grupas otrā, resp. vidējās ziemeļu Lietavas izloksnēs un arī vidējās Latvijas (tagadējās — Vidzemes maļienas un Augškurzemes vakara daļas) izloksnēs sastopams abu senējo *īr, ūr, ir, ur* + cons. sakritums vienā refleksā ar abiem īsiem komponentiem — *ir, ur*. To novērojam leišu R 1 ž. (piem. Radzivilišķu) grupas izloksnēs un Latvijas: Šimberģes, V. Mēmeles, Kurmenes, Līndes, Gāršenes, pa daļai Saleniešu, Praulienes u. v. c.

Augšējās paraleles liecina, ka *ar, al, ir, ur* + cons. savienojumu pārveidojumus leišu rietumu jeb zemiešu izloksnes tuvāk stāv latviešu rietumdaļas jeb Vakarkurzemes izloksnēm, bet leišu rītiešu (rytiečiai) izloksnes ciešāki saistās ar latviešu austrumu jeb augšzemnieku izloksnēm. To apstiprina arī vēl uzsvara pārvietošanās un intonācijas pārmaiņas gaita leišu un latviešu locīšanu parādēģmatos. Tā piem. Lietavas ziemeļdaļas izloksnēs, tiklab rītiešu, kā zemiešu oksitonētie divzilbīgie nomini atvelk n. sg. vārda uzsvāru no gala uz sākuma zilbi, pie kam pēdējā izlokšņu grupā saknes zilbes intonācijas tips atvilksānas aktā pa l. d. nemainās, bet pieslejas tuvākam acc. sg. locījumam, resp. padodas formu sistēmas spaidam, kamēr pirmējā grupā tonis minētā zilbē kļūst kāpjošs, kaut arī pārējās sistēmas formās viņš būtu krītošs. To vislabāki novērojam parādēģmatu III. (pēc Vidēmaņa, II jeb IIa pēc Kuršaiša gram.) tīpa intonāciju saskaņojumā: zemiešu n. sg. širdis acc. sg. širdj, rītiešu n. sg. širdis, acc. širdj, no rakstu izlokšņu širdis, širdj; tāpat zem. gālva — gālva, rīt. gālva — gālva etc. Dažās rītiešu izloksnēs kāpjošs tonis pēc uzsvāra vietas maiņas novērojams nevien viensk. nominatīvā, bet arī citos locījumos. -a celmi, piem. dārbas, kālnas etc. leišu valodā jau agrākā laikmetā pārvietojuši uzsvāru n. sg., un tādēļ šē minētās parādības nav sastopamas.

Šie leišu valodas izlokšņu fakti norāda, pa kādu ceļu varēja iet latviešu izloksnes vārdu uzsvāra pārvietošanās laikmetā; un ka šis ceļš varēja būt vienāds ar leišu valodas ziemeļdaļas izlokšņu ceļu attiecīgā periodā, to apliecina tas apstākļis, ka parādēģmatu III grupas vārdos (kas leišu rakstu valodā pieskaitāmi aksitonētām tīpam ar krītoši intonētu saknes zilbi) latviešu izloksnēs mēs novērojam gluži tādu pat intonāciju tīpu pārveidojumu, kā pievestos leišu piemēros un pie tam vēl tadā pašā izlokšņu ģeografiskā sadalījumā, kāds novērojams bija augšā apcerētā paraleļu pārskatā, sal. rietumu dialekta: sirds, zirģs, dārbš, sārgš, gālva, kālnš, cēlms etc. ar austrumu dialekta: sirds, zirģs, dorģbs, sorģš (vienā daļā ar r saīsin.: sirds, zirģš, dorģbs, sorģš skat. augšā 140., 142. lapp.), gālva, kolģns, calģms etc.

QUELQUES PARALLÈLES DANS LES TYPES DES
INTONATIONS LITUANO-LETTONES.
COURT RÉSUMÉ.

Les combinaisons *ár, ál* et *aŗ, aļ* + cons. accentuées et communes à toute la Lituanie, se rencontrent dans quelques dialectes de la Lituanie orientale sous l'aspect de *ór, ól* et de *oŗ, oļ*. Ce changement est dû à l'influence de la monophthongue longue *ō* (= i.e. *ā*). Le fait est d'ailleurs confirmé par la transformation en *ō* dans les mêmes dialectes de la monophthongue brève *a* quand, accentuée, elle devient demi-longue ou longue (*ā*). Dans la position non accentuée, où les longueurs se trouvent réduites, les combinaisons *ar, al* sont conservées indépendamment du type d'intonation.

Nous observons un tableau analogue dans les dialectes de la Lettonie orientale où *ár, ál* [et *aŗ, aļ*] + cons. = *ór, ól* [et *oŗ, oļ*] + cons. Dans les dialectes de la Lituanie occidentale les combinaisons *ár, ál* et *aŗ, aļ* + cons. accentuées et communes à toute la Lituanie, deviennent *âr, âl* || *âr, âl* et *âr, âl* + cons. avec transfert, dans les combinaisons à intonation ascendante, du maximum de force et de hauteur sur le premier composant de la voyelle double, allongement de ce composant et changement du type d'intonation (ton ascendant-descendant). Nous trouvons un phénomène parallèle dans les dialectes de la Lettonie occidentale où les combinaisons communes à toute la Lettonie *âr* || *âr, âl*, et *aŗ, aļ* + cons., se présentent sous l'aspect de *âr, âl* et *âr, [âl]* + cons.

Les combinaisons *ír, úr* et *iŗ, uŗ* + cons., accentuées et communes à toute la Lituanie, deviennent, dans certains dialectes de la Lituanie occidentale, *ir, úr* et *êr, ôr* + cons. avec transfert du maximum de force et de hauteur, dans le second cas, sur le premier composant de la combinaison, allongement de la voyelle et changement de nuance; dans d'autres dialectes, par analogie, les deux combinaisons *ír, úr* et *iŗ, uŗ* deviennent *êr, ôr* et *êr, ôr*. Nous rencontrons également un fait parallèle dans les dialectes de la Lettonie occidentale où les combinaisons communes à toute la Lettonie *ír, úr* || *ír, úr* et *iŗ, uŗ* se transforment dans quelques dialectes en *îr, ûr* et *iêr, uôr*, tandis que dans d'autres, par analogie, *ír, úr* devient *ier* (*úor*).

Dans les dialectes de la Lettonie orientale *ír, úr* et *iŗ, uŗ* deviennent soit *ir, úr* et *ir, ur* soit *ier, úor* et *ir, ur*. Un phénomène parallèle se manifeste dans le R1ž. lituanien (d'après Baranovsky) où les combinaisons communes à toute la Lituanie *ír, úr* et *iŗ, uŗ* deviennent *ir, úr* et *ir, ur*.



BEITRÄGE ZUR LEHRE VON DEN KATEGORISCHEN SCHLÜSSEN.

Von Walter Frost.

Latv. Universitāte
Inženierzinātņu fakultāte

1. Die Tendenz der Logik, von der äusseren zur inneren Form des Gedankens vorzudringen.

Der Satz Kants, dass die Logik seit Aristoteles keine wesentlichen Fortschritte mehr gemacht habe, kann heute nicht mehr gelten. Und wenn auch nicht jeder zugeben wird, dass ganz grosse und deutliche Fortschritte gemacht worden sind, so darf man doch wohl sagen, dass manche Lehre Veränderungen hat durchmachen müssen und dass vieles uns heute als noch problematischer erscheint, als es schon früheren Geschlechtern erschienen ist.

Das eine Problem freilich darf als erledigt gelten: die 19 Modi der kategorischen Schlüsse geben richtige Resultate. Aber nur wenige werden die Aufgabe der Wissenschaft mit dieser Feststellung für erschöpft halten. Einige bemühen sich um eine durchsichtige Ableitung dieser Mannigfaltigkeit. (Neuerdings findet man hierüber Wertvolles in der Logik von v. Kries 1916.) Anderen drängt sich die Frage auf, welchen Wert diese Modi für das lebendige Ganze des Erkennens haben. Diese Streitfrage hat sich vom Altertum her bis in die Gegenwart hineingezogen. Es ist keineswegs nur den psychologischen Neigungen unserer Zeit zuzuschreiben, dass sie diese Frage nach Wert und Bedeutung des Syllogismus stellt und sich nicht bei der Tatsache beruhigen will, dass jene 19 Modi richtige Resultate geben. Schon innerhalb dieser 19 Modi taucht eine Frage über Wertdifferenzen auf. Diese Frage betrifft die vierte, sogenannte Galenische Figur. Auch hat Kant sogar den Wert aller Figuren ausser der ersten in Zweifel gezogen; aber in dem Versuche, die Grenzlinie des Wertes innerhalb der überlieferten Syllogistik auf solche Art zu ziehen, ist ihm niemand gefolgt.

Über diese und ähnliche Fragen kann eine Entscheidung nicht nach Gefühl und Meinen, sondern nur nach Gründen getroffen wer-

den. Es werden diese Fragen nicht zur Ruhe kommen, ehe dies geschehen ist. In der Wissenschaft herrscht das vornehme Gesetz, dass ein Feind erst dann völlig besiegt ist, wenn sich der Sieger selbst darum bemüht hat, ihm alles und jedes Recht, das überhaupt auf seiner Seite gefunden werden kann, sorgfältig einzuräumen und zu sichern.

Um nun in eine derartige Untersuchung einzutreten, ist es zweckmässig, von dem Unterschiede zwischen der *inneren Form des Gedankens* und der *äusseren Form altüberlieferter logischer Gebilde* auszugehen. Dieser Unterschied ist nicht neu, wenngleich der Ausdruck „innere Form des Gedankens“ vielleicht neu anmuten dürfte. Der Sache nach haben schon viele auf die Herstellung dieses Unterschiedes hingearbeitet, am energischsten vielleicht Sigwart. Wenn er z. B. die kategorischen Schlüsse erst im Gefolge der gemischt-hypothetischen Schlüsse aufführt (wobei er Anregungen von Herbart und Lotze folgt) und wenn er im gemischt-hypothetischen Schluss die eigentliche Grundform alles Denkens erblickt, so ist dies ein Versuch, einen Blick für die *inneren Formen* des Denkens zu gewinnen und die äusseren Formen danach zu ordnen, was man als innere Formenordnung erkannt hat. Noch charakteristischer tritt dies Sigwartsche Bestreben bei seinen Theorien über die Quantität der Urteile hervor. Es sei nur kurz daran erinnert, dass er die Form der allgemeinen Urteile „Alle S sind P“ für nichts Ursprüngliches hält sondern in ihr eine künstliche Bildung erblickt, bei der der eigentliche logische Prozess durch eine doppelte Negation hindurchgegangen sei. Noch wichtiger ist seine Erschütterung des Begriffs der partikularen Urteils-Form.

Wenden wir uns der Logik Benno Erdmanns zu, so finden wir dort den Unterschied zwischen hypologischem Denken, logischem Denken und hyperlogischem Denken aufgestellt. Das logische Denken, sagt Erdmann, sei ein formuliertes Denken, nicht alles Denken aber vollziehe sich von vornherein in formulierender Weise. Bei den Intuitionen des Genies trete vielmehr ein hyperlogisches Denken ein. Benno Erdmann will damit nicht ein erkenntnistheoretisch überlegenes Vermögen statuieren, sondern nur einen Ablauf der Denkprozesse anerkennen, der sich der Fixierung in den Formen der überlieferten Logik zunächst entzieht. Also hat es hier offenbar andere innere Formen des Gedankens gegeben, deren Erforschung dort wohl auch möglich sein müsste und die dann zu den Formen der gewöhnlichen formalen Logik in Beziehung gesetzt werden

müssten. Der Aufgabe, die hiermit gestellt ist, unterzieht sich freilich Benno Erdmann nicht.

Im allgemeinen dürfen wir also sagen, dass heute eine Tendenz in der logischen Forschung spürbar ist, von der äusseren Form des Gedankens zur inneren vorzudringen. Wie anders sollte man auch wohl sonst die Unterschiede der Theorien der Syllogistik auffassen? Was wäre die Benno Erdmannsche Einordnungstheorie anders als ein Versuch, ein inneres Prinzip oder eine innere Form der äusseren Mannigfaltigkeit gegenüberzustellen? Was wäre die Überwegsche Mittelbegriffstheorie anders? Was wäre die Benekesche Substitutionstheorie anders? In dieser Richtung hoffe also auch ich, einiges zur Klärung des Problems beitragen zu können. Allerdings besteht wohl zwischen dem Begriff eines „inneren Princips“, den wir eben nannten, und dem Begriff einer „inneren Form“ ein Unterschied. Unter innerem Princip wäre das zu verstehen, was die äussere Mannigfaltigkeit der Figuren beherrscht oder hervorbringt. Nun kann es aber kommen, dass man beim Suchen nach einem solchen inneren Princip auf etwas stösst, was wichtig und grundlegend ist und doch der äusseren Mannigfaltigkeit, die erklärt werden soll, nicht recht entspricht, sei es dass es über sie hinausführt oder hinter ihr zurückbleibt. Etwas Derartiges würden wir eine innere Form des Gedankens nennen. Denn offenbar würden bei einer solchen Sachlage zwei verschiedene Schichten in der Struktur des Geistigen sich bemerkbar machen. Dabei kann es sich in der tieferen Schicht entweder um die Form der Entstehung der Gedanken handeln, oder auch um Beweislinien, welche die Gedankengänge zusammenhalten, oder auch um eine Ordnung der Sachen selbst, auf die die Gedanken sich richten.

Mehr möchte ich im voraus über den Begriff der inneren Form nicht sagen. Die Ausführungen der folgenden Abschnitte werden ihn, so hoffe ich, ins rechte Licht setzen. In einer bloss einleitenden Betrachtung würde es zu weit führen, wollte ich mich mit den verschiedenen erkenntnistheoretischen Parteistandpunkten, die hier von Wichtigkeit sein würden, auseinander setzen. Es muss genügen, wenn ich an den Bemühungen anderer Logiker es illustriere, dass es so etwas, wie ein Streben nach Erfassung der inneren Form des Gedankens, giebt. Mag diesen Begriff nun ein jeder nach seiner Weise fassen und bewerten.

Ich werde es vermeiden, mathematische Deductionen als Beispiele für das Problem der Syllogistik heranzuziehen. Diese Be-

schränkung scheint mir aus heuristischen Gründen zweckmässig. Denn die Unterschiede zwischen der Natur des mathematischen Denkens und der Natur des empirischen und des begrifflich-philosophischen Denkens könnten unser Problem verwirren. Dass zwischen der mathematischen und der logischen Deduction Unterschiede bestehen, räumt schon Überweg ein, obwohl er an der Unterordnung der mathematischen Deduction unter die Gesetze der Syllogistik festhält (System der Logik, 3. Aufl. 1868. p. 269). Sigwart sucht diese Schwierigkeit zu umgehen, indem er die mathematischen Deductionen fast insgesamt in das Gewand der einfachen hypothetischen Schluss-Ketten kleiden will (Logik, vierte Aufl. 1921. Bd. I. p. 491). Ich halte dies für keine befriedigende Lösung des Problems. Eine Grundschwierigkeit in dieser ganzen Frage scheint mir darin zu bestehen, dass man noch nicht einmal recht weiss, in welcher Weise man das mathematische *Urteil* dem logischen Urteil parallel stellen soll. Mir würde es z. B. als unangemessen erscheinen, in der Gleichung $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ die linke Seite als logisches Subjekt und die rechte Seite als logisches Prädikat aufzufassen.

Im gewöhnlichen logischen Urteil stehen Subjekt und Prädikat in einem deutlich gegensätzlichen Verhältnis zu einander; d. h.: Subjekt und Prädikat haben, jedes seinen besonderen Charakter. Die mathematische Gleichung verhüllt diese Charaktere. Für den echten Logiker sind Subjekt und Prädikat nicht durch blosse Buchstaben (S und P), die man miteinander vertauschen könnte, erschöpfend charakterisiert.

Man braucht nicht daran zu zweifeln, dass in irgend einer Weise das mathematische Denken mit dem gewöhnlichen logischen Denken vergleichbar sein muss und dass eine überlegene Logik dereinst das Gemeinsame der inneren Form völlig klar wird herausstellen können. Vorläufig aber scheint es mir, als ob wir durch das Abweichende und Besondere, das dem mathematischen Denken anhaftet, noch zu stark irritiert sind, als dass wir die bezeichnete Aufgabe lösen könnten. Aus heuristischen Gründen also scheint es mir zweckmässig, zunächst das empirische und das philosophische Denken für sich allein zu untersuchen.

Dass die vorliegende Arbeit sich auf die Problematik der *kategorischen* Schlussform beschränkt, wird man im Hinblick auf äussere Gründe billigen. An inneren Gründen hierfür möchte ich — im Hinblick auf die Sigwartsche Lehre — noch kurz folgendes anführen.

Sigwarts interessante Gegenüberstellung der antiken und der modernen Wissenschaft gipfelt darin, dass für die Naturanschauung des Aristoteles das Verhältnis der Dinge zu ihren Eigenschaften und Merkmale das Wichtige gewesen wäre, also etwa Wahrheiten wie diese, dass die Fische Eier legen und dass das Eisen schmiedbar ist. Für unsere moderne Wissenschaft aber seien Relationen das Wichtige, wofür der Satz als Beispiel dienen möge: „Wenn man einen geschlossenen Drahtkreis einem Magneten nähert, so entsteht in dem Drahte ein elektrischer Strom.“ Für das moderne Denken ist also das hypothetische Urteil das angemessenere. Man wird gern einräumen, dass es unnatürlich wäre, das hypothetische Urteil unseres Beispiels in ein kategorisches umzuwandeln. Besteht nun wirklich die moderne Wissenschaft vorwiegend aus Urteilen von dieser Art und besteht ihr Fortschritt in der Verbindung solcher Urteile miteinander, so müssten allerdings die hypothetischen Schlüsse für uns die angemessene Grundform des Denkens bilden, während für das Aristotelische Zeitalter die kategorischen Schlüsse die ebenso angemessene Grundform des damaligen Denkens abgaben. Dies ist die Meinung Sigwarts. Aus diesem Unterschiede erklärt er die heutige Verachtung der Aristotelischen Lehre von den kategorischen Schlüssen. Man wendet, meint er, jene alten Formen heute vielfach in einer albernem, äusserlichen Weise an, weil man den Boden einer gesunden Anwendbarkeit derselben nicht mehr unter den Füßen fühlt, und nachdem man jene Lehren so albern exemplifiziert hat, verachtet man sie natürlich. Dabei lässt Sigwart es nicht zweifelhaft bleiben, dass ihm unsere heutige Wissenschaftslage als die wertvollere und fortgeschrittene erscheint, so dass wir zur Aristotelischen Logik, sofern sie die kategorischen Schlüsse bevorzugt, nicht mehr zurückkehren können.

Diese Gedanken Sigwarts geben der logischen Forschung eine sehr wertvolle Anregung. Dass ein solcher Unterschied zwischen der Aristotelischen und der modernen Wissenschaft besteht, wie ihn Sigwart annimmt, wird man einräumen. Aber ob darum die rein hypothetischen Schlüsse und die gemischt hypothetischen Schlüsse die wesentliche Grundgesetzlichkeit des modernen Denkens, sozusagen: seine innere Form, zum Ausdruck bringen, das wird denn doch bezweifelt werden können.*)

*) Sigwart hat mit seiner historischen Begründung des Wertes der hypothetischen Schlüsse folgende logisch-prinzipielle Behauptung

Ich darf immerhin soviel behaupten: dass durch Sigwarts Aufstellung das Problem der kategorischen Schlüsse nicht derart in eine neue und klare Beleuchtung gerückt worden sei, dass man sie nicht mehr isoliert für sich behandeln dürfte. Dies ist wohl auch die hierüber allgemein angenommene Meinung.

tung verbunden: „Das allgemeinste logische Schema alles und jedes Folgerns“ sei: „A gilt. Wenn A gilt, so gilt X, also gilt X.“

Hiergegen hat Ziehen in seiner Logik (Bonn 1920. p. 730—731) seine Kritik gerichtet, indem er folgendes hervorhebt. Es besteht folgende Zwiespältigkeit des Sinnes. Zu dem hypothetischen Obersatz: „Wenn A gilt, so gilt B“ kann man entweder den kategorischen (oder thetischen) Untersatz fügen „A gilt, ist wahr“ oder man kann den Untersatz einführen: „Hier in diesem besonderen Falle hat A statt“. Offensichtlich sind dies zwei ganz verschiedene Untersätze. Im ersten Falle muss nur die Annahme des „Wenn“-satzes als wahr erklärt werden; im zweiten Falle aber muss dem allgemeinen Begriff, den er uns zu bilden veranlasst, ein besonderer Fall subsumiert werden.

Ziehen, der sonst an den Wert der Syllogistik glaubt, nennt den ersteren Typus von Schlüssen „sinnlos“ und „ganz überflüssig“. Wörtlich sagt Ziehen: Man bekämpere „den sinnlosen Schluss: das allgemeine Gesetz A gilt; wenn dies allgemeine Gesetz A gilt, gilt das allgemeine Gesetz X; also gilt das allgemeine Gesetz X. — Der Schlusssatz ist offenbar hier ganz überflüssig.“ Ob Ziehen mit der Ablehnung dieser Schlussform Recht hat, bleibe dahingestellt. Der Feinfühlige wird aber bereits hier Anlass haben, sich die Frage vorzulegen, ob es vielleicht verschiedene mehr formale und mehr konkrete Typen von Schlüssen gebe. Ein äusserliches Recht, einen Satz, der in einer grösseren Periode Hauptsatz war, von ihr abzutrennen und ihn, sonst unverändert, für sich allein hinzustellen, besteht immer. Ob dies in einem innerlichen Sinne eine unnötige Wiederholung zu nennen ist? Diese Frage ist nicht ganz einfach und müsste vielleicht zu einer Strukturtheorie führen, der zufolge zwischen verschiedenen Ebenen innerhalb des Logischen zu unterscheiden wäre.

Bei der anderen Möglichkeit der Auffassung des gemischt hypothetischen Schlusses muss man, wie wir schon zeigten, von einem allgemein und abstrakt gehaltenen Wenn-satz zu einem konkreten Falle der Wirklichkeit übergehen und behaupten, dass dieser kon-

2. Die Galenische Figur und das Problem der Urteils-Conversion.

Wenn die antike Syllogistik einem modernen Forscher eine Anregung geben kann, sich an der Hand jener *äusseren* Formen über die *inneren* Formen der natürlichen Gedankenbewegung Rechenschaft zu geben, so muss uns das Problem der sogenannten Galenischen Figur hierfür besonders willkommen sein. Unter den Formen des kategorischen Schlusses treten, wie man hier sieht, offenkundige Wertunterschiede hervor. Diese Tatsache des Problems der Galenischen Figur allein würde hinreichen, uns zu nötigen, einen Unterschied zwischen den äusseren Formen der Logik und den inneren Formen des Gedankens zu machen. Denn allein durch den Vergleich beider kann über das Daseinsrecht der Galenischen Figur entschieden werden.**)

krete Fall ein Fall des Wenn-satzes sei. Ein solcher Gedankenschritt liegt im Rahmen dessen, was sonst in der Lehre von den *kategorischen* Schlüssen vorgetragen zu werden pflegt. Also ist anzunehmen — und dies scheint auch Sigwarts Meinung zu sein — dass die Klasse der gemischthypothetischen Schlüsse die Problematik der kategorischen Schlüsse in den Falten ihres Gewandes verbirgt. Sigwart will keineswegs das bleibende Daseinsrecht der kategorischen Schlussform leugnen — trotz seiner geistreichen historischen und systematischen Einreihung derselben. (Vgl. Logik I. § 53.)

***) Trendelenburg hat gegen das Recht der vierten Figur entscheiden wollen, indem er die innere Notwendigkeit einer Dreiheit von Figuren auf folgende Weise abzuleiten suchte. Es komme auf den Grad der Allgemeinheit an, die M gegenüber S und P habe. Es könne M entweder allgemeiner sein als beide oder weniger allgemein als beide oder es könne hierin zwischen S und P in der Mitte stehen. Bei der ersten Figur stehe es in der Mitte, bei der zweiten über S und P, bei der dritten unter S und P. Diese Betrachtung ergebe eine sinngemässe Dreiteilung. (Trendelenburg, Logische Untersuchungen, 1840, Bd. II., p. 233.) Man sieht, dass hiernach die Modi der IV. Figur nicht zu verschwinden hätten, sondern in die der ersten Figur eingereicht werden müssten, was ja schon der Praxis der ersten Nachfolger des Aristoteles entspricht.

Überweg dagegen (System der Logik 1868 p. 277) will mit Trendelenburg hierin nicht mitgehen und hält an der Vierteilung der Fi-

Wir werden nun in die Kritik dieser Fragen eintreten, indem wir an ein Beispiel Überwegs anknüpfen. Überweg will das Recht der Galenischen Figur aufrecht erhalten, denkt sich das aber so, dass für Bamalip die gleichen Gedankenmaterien benutzt werden können als für Barbara. Er meint:

Nach Barbara könnte ein Syllogismus lauten:

„Schlechte Wärmeleiter halten die Wärme länger

„Wollne Kleider sind schlechte Wärmeleiter.

Ergo: Wollne Kleider halten die Wärme länger.

Nach Bamalip könnte dergleiche Erfahrungs-Schatz zu folgenden Gedanken geformt werden:

Wollne Kleider sind schlechte Wärmeleiter

Schlechte Wärmeleiter halten die Wärme länger

Ergo: Einige Dinge, welche die Wärme länger halten, sind wollne Kleider.

Es ist nicht leicht sich in den verschiedenen Sinn hineinzudenken, den nach Überweg diese beiden Figuren haben sollen. Überweg meint, es handle sich bei der Form Bamalip im Gegensatz zu Barbara nur um den Unterschied, ob mein Denken von den Mitteln zum Zweck fortschreitet (Barbara), oder ob es vom Zweck (die Wärme zu halten) zu den Mitteln (den wollenen Kleidern) strebt (Bamalip).

Wörtlich heisst es: „Aus den Prämissen: Schlechte Wärmeleiter halten die Wärme länger; wollne Kleider sind schlechte Wärmeleiter — wird nach Barbara geschlossen: also halten wollne Kleider die Wärme länger. Ist aber unser erster Gedanke auf den Zweck

gären fest. Trendelenburg selbst habe zugegeben, dass sein Gesichtspunkt bei negativen und partikularen Prämissen versagt. Er gesteht also zu, dass — mit seinen eigenen Worten — sein Prinzip „mehr eine Annahme der Analogie, als streng wahr ist, da die Verneinung den Verband der Unterordnung zerreisst.“

Die Logiker haben sich also in dieser Frage verschieden verhalten. Wolff ignoriert die vierte Figur vollständig (nach Ziehens Mitteilung p. 737). Viele andere führen sie auf, halten sie aber für minderwertig. Schon Averroes hat darauf hingewiesen, „dass dem natürlichen Denken die Schlussweise der vierten Figur fernliegt“ (nach Ziehen).

gerichtet, die Wärme zu bewahren, und suchen wir dann nach Mitteln, diesen Zweck zu erreichen, so wird aus den nämlichen Prämissen naturgemäss in der Gedankenform des Modus Bamalip zu dem Schluss-Satze fortgegangen: Einige Dinge, welche die Wärme länger halten (einige von den Mitteln, die Wärme länger zu halten), sind wollne Kleider.“ (l. c. p. 332.)

Was ich nun zur Kritik und Analyse zu sagen habe, wird dem Leser ziemlich neu erscheinen. Er stelle sich also auf eine ernsthafte und vorurteilsfreie Prüfung des folgenden ein. Ich behaupte aber folgendes. Die Conclusion stellt zwar den Begriff „Dinge, welche die Wärme lange halten“ an den Anfang des Satzes; aber darum ist er noch nicht Subjekt. Das grammatische sowohl als logische Subjekt dieser Conclusion sind die wollenen Kleider. Man prüfe zunächst im Sinne der Grammatik unbefangen das Gewicht und den Sinn der Satztheile in der Conclusio: „Einige Dinge, welche die Wärme lange halten, sind wollenen Kleider.“ Man forme den Satz ein wenig um: „Einige von den Dingen, welche jenen wertvollen Zweck erfüllen, sind die wollenen Kleider.“ Das Subjekt, so lehrt die Grammatik, steht auf die Frage: Wer oder was? Fragt man hier bei diesem Satze „wer oder was?“, so muss die Antwort lauten: „Die wollenen Kleider!“ Es ist also nur trügerischer Schein, dass man hier den Modus Bamalip vor Augen habe. Man hat Barbara vor sich. Die Conclusio ist auch kein partikulares Urtheil, sondern ein allgemeines. In der strengen logischen Form hätte es zu lauten: „Alle wollenen Kleider sind einige von jenen Dingen, welche die Wärme lange halten“.*)

Ich behaupte nicht, dass nach Barbara geschlossen und dann eine Conversion der Conclusio vorgenommen sei, sondern ich behaupte, dass nicht einmal diese Conversion stattgefunden habe. — Ob eine Conversion dieses Urtheils überhaupt möglich sei, das ist die tiefere Frage, von der die Entscheidung über die Galenische Figur überhaupt abhängt. Nach der äusseren Lehre der formalen Logik ist freilich die Conversion eines jeden Urtheils möglich; aber ob die innere Form eines jeden Urtheils die Conversion zulässt, das wird nun die Frage sein.

*) Könnte der Begriff der Dinge, die die Wärme lange halten, als logisches Subjekt einer Conclusio auftreten, so müsste es auch möglich sein, eine Sprachform zu finden, in der dieser Begriff deutlich als grammatisches Subjekt hervortritt. Es gibt eine

Die innere Form der Gedankenbewegung im Galenischen Schluss, falls es ihn rechtmässig giebt, würde also, so sagten wir, mit dem Problem der inneren Möglichkeit der Urteils-Conversion zusammenhängen.

Ich beschränke meine Betrachtung auf die bejahenden Urteile und behaupte: Beim typischen kategorischen Urteil ist die Conversion (*conversio per accidens*) innerlich unmöglich. Der äussere Schein einer solchen Conversion kann aber dadurch erzielt werden dass man an die Stelle der Beziehung des inhaltlich gefassten logischen Subjekts zum inhaltlich gefassten logischen Prädikat die Beziehung von Begriffsumfängen setzt. Begriffsumfänge miteinander vergleichen, heisst, eine besondere Art von Geometrie an logischen Gegenständen treiben, und bei einer jeden Geometrie kann es ebensowohl erlaubt sein, von dem räumlichen Element A zum räumlichen Element B fortzuschreiten als von B zu A. In diesem Sinne allerdings giebt es eine Conversion.

Die Katzen sind Raubtiere. Kann man nun sagen: „Einige Raubtiere sind Katzen?“ Sagen kann man es wohl, aber denken kann man sich dabei nur die Katzen als logisches Subjekt. —Vielleicht könnte man den Gedanken energischer so formulieren, um durchaus die Conversion herauszubekommen:

„Die Raubtiere begreifen die Katzen unter sich.“ Aber das tun diese Tiere, als tätige lebende Individuen, ja garnicht! Auch fehlt hier das Wort „Einige“. Wohl aber begreift die *Klasse* der Raubtiere die *Gattung* der Katzen unter sich. Dann wäre also die „Klasse“ das Subjekt; der Begriff der Klasse aber ist etwas anders als der Begriff des betreffenden Tieres. Das klassifikatorische Verhältnis wird eingekleidet in die Phantasieform eines graphischen Raumschemas. Mit Rücksicht auf diese Phantasie-Einkleidung und in ihrer Sprache ist es dann allerdings möglich, jedweden beliebigen Teil zum logischen Subjekt zu machen. Dies nannten wir oben in verkürzter drastischer Ausdrucksweise: eine Art Geometrie treiben.

solche Form; es ist dies die passive Wendung: „Das lange Halten der Wärme wird mitunter durch wollene Kleider erreicht.“ Dieser Satz lässt sich aber weder nach Barbara noch nach Bamalip durch den Hinweis auf die Eigenschaft der schlechten Wärmeleitung kategorisch-syllogistisch begründen. Ich habe diese Versuche durchgeführt, nehme jedoch hier von ihrer Mitteilungs-Abstand.

Die Verteidiger der älteren Logik könnten sagen: es sei das Umfungsverhältnis der Begriffe ein *Moment am Wesen des Urteils*, und wenn auch die inhaltliche Beziehung zwischen Subjekt und Prädikat sich dagegen sträube, so sei es doch formal stets erlaubt, das Moment der Umfänglichkeit hervorzuziehen und in seinem Sinne die Conversion auszuführen. Diese Konstruktion und Auffassung der älteren Logik liesse sich halten, wenn man sie durchaus aufrecht erhalten will. Sie ist nur unzweckmässig. Der Ausdruck, dass die quantitativen oder Umfungsverhältnisse ein *Moment am Urteil* seien, scheint mir einer etwas gewundenen diplomatischen Sprache bei unklaren Rechtsverhältnissen vergleichbar. Durch starres Festhalten an solchen formalen Konstruktionen wird der Blick für die Gesetze der inneren Form getrübt. Wer möchte aber bezweifeln, dass die Rechte der äusseren Form nur etwas Geringes gegenüber der inneren Form des Gedankens zu bedeuten haben! Folgen wir also weiter der Betrachtung dieser inneren Natur, und lassen wir die äusseren Ansprüche der Formalisten auf ihrem Felde gelten, ohne uns jedoch auf unserem Felde nach ihnen zu richten!

Sigwart bestreitet, ähnlich als ich, das innere Recht des positiven Conversionsschlusses für gewisse Fälle; jedoch bestreitet er es nicht für alle Fälle. Convertiert man, so lautet sein Beispiel, den Satz „Alle Planeten bewegen sich in Ellipsen“ in „Einiges in Ellipsen sich bewegende sind Planeten“, „so erscheint die Conversion gewaltsam und der Sinn des Urteils verändert“ (§ 52, 5). Dagegen hält Sigwart die Conversion des Urteils „Alle Tannen sind Bäume“ in „Einige Bäume sind Tannen“ für erlaubt.

Der Leser wird ihm hierin vielleicht zunächst Recht geben. Man kann ganz gut sagen „Einige Bäume sind Tannen“. Aber es spielt hier ein besonderes Phantasie-Motiv hinein, auf das ich aufmerksam machen muss, damit es nicht irre führe. Es liegt nämlich bei dem Satze von den Tannen nahe, sich einen Wald vorzustellen, der einige Tannen neben vielen Laubhölzern enthält. Sagt man nun: „Einige Bäume sind Tannen“, so ist dies Urteil ein plurales und nicht ein eigentlich partikulares — nach Sigwarts treffender Unterscheidung. Man denkt beim pluralen Urteile an bestimmte Exemplare von Bäumen, die man zu einer Vielheit zusammenfasst, während man beim ursprünglichen Sinn der partikularen Urteilsform von der Vorstellung aller Gattungen und Arten von Bäumen ausgehen müsste und diese Vorstellung quantitativ auf unbestimmte Weise einschränken müsste.

Wenn also Sigwart das Urteil für innerlich möglich hält: „Einige Bäume sind Tannen“, so ist zu vermuten, dass er und jeder, der ihm zustimmt, sich dabei unter dem Subjektsbegriff „einige Bäume“ eine plurale Zusammenfassung von konkreten einzelnen Individuen vorgestellt hat. Es ist dies so, als ob man sagte: „Diese Dinge hier, die ich zunächst nur als Bäume bezeichnet habe, weil ich kein anderes Wort zur Hand hatte, sind Tannen.“ Unter dem Hinweis auf „diese Dinge hier“ sind einzelne, individuelle konkrete Dinge zu verstehen, und solche können freilich immer Subjekte sein. Dies ist aber nicht der Charakter des Subjekts eines convertierten Urteils. Sondern der Charakter eines solchen Subjektes, das früher Prädikat war, ist der eines allgemeinen Begriffs, von dem man jetzt nur so viel ein- sieht, dass er irgendwie quantitativ wird eingeschränkt werden müssen. Ein solcher Gattungsbegriff kann *innerlich* trotz aller Ein- schränkung nicht zum Subjekt des zugehörigen Artbegriffs werden.

Ungern entschliesst man sich, zu behaupten, etwas sei unmög- lich, was Jahrtausende hindurch gelehrt und gelernt und geübt wor- den ist. Und in der Tat, ganz unmöglich ist ja die Conversion nie- mals: den äusseren Sinn einer rein quantitativen Umfangsver- gleichung kann man ihr immer geben, wie oben beim Beispiele von den Katzen gezeigt worden ist. Aber eben, wer sich nicht damit zufrieden geben will, dass die Gesetze des Urteils in einer so äusserlichen Weise zu fassen seien, der wird sich das Problem der inneren Möglichkeit der Urteilsconversion in allem Ernst von neuem stellen müssen.

Man beachte übrigens, wieviel leichter es ist zu sagen: „Einige Bäume sind Tannen“ als „Einige Raubtiere sind Katzen“. Die Raub- tiere hat man nicht so neben einander stehen, wie die Bäume im Walde, und daher liegt es hier weniger nahe, dem Urteil einen plu- ralen Charakter zu verleihen.

Noch eine andere Phantasie-Hülfe sei erwähnt. Man könnte ganz gut sagen: „Einige Raubtiere sind katzig“ und dann der alten logischen Tradition zuliebe den Begriff des Katzigen im stillen in den der Katzen umwandeln. Zur Herbeischaffung solcher Hilfsmittel ist die Phantasie eines konservativ gestimmten Logikers nur allzu bereit. Logiker, welche sich in derartigen Formverwandlungen sehr geübt haben, werden wahrscheinlich das Gezwungene ihrer Opera- tionen garnicht mehr zu empfinden fähig sein; jene gekünstelten Hilfsmechanismen der sprachformenden Phantasie sind bei ihnen längst automatisiert und unbewusst geworden.

Die Frage, ob das Verhältnis von Subjekt und Prädikat ein organisches und einseitig bestimmtes oder ob es ein wechselseitiges und nur formales sei, ist von der grössten Wichtigkeit für die gesamte Logik.

Die antiken Ausleger des Aristoteles haben bekanntlich gelehrt: „Res non prædicatur.“ In Anlehnung an das „Res non prædicatur“ des Aristotelismus möchte ich folgende Skizze einer etwas weitergehenden Ansicht entwerfen. Res ist natürlich das konkrete Einzelding. Es hat gegenüber einer abstrakt begrifflichen Erfassung (als *essentia*) wie gegenüber allen seinen Eigenschaften und Betätigungen die stärkere ontologische Würde. Es giebt unter diesen eine weitere Stufenfolge sich nach und nach abschwächender ontologischer Stärkegrade. Das *poion* ist ontologisch stärker als das *pros ti* und dieses wieder ist stärker als das *pros ti pos* eben der Stoiker. Das heisst: Eigenschaften sind ontologisch stärker als ihre Äusserungen. Am ontologisch schwächsten dürften bei naturphilosophisch-kosmischen Urteilen die *ins* Subjektive gewendeten Relationsbegriffe, wie angenehm, lobenswert, nützlich... sein.

Es lässt sich nun der Satz aufstellen: Im typischen kategorischen Urteil ist der Schritt vom Subjekt zum Prädikat ein Schritt vom ontologisch Stärkeren zum ontologisch Schwächeren. Ich sage: „im typischen Urteile“, weil man die Möglichkeit offen halten muss, dass es Grenzfälle geben kann oder dass die Natur des Urteils irgendwelchen dialektischen Umbiegungen unterworfen werden kann, oder dass die unklare Vermischung verschiedener Gedankenmotive scheinbare Ausnahmen von der Regel hervorbringen kann.

Eine solche Ansicht aufstellen, heisst, im Wesen des Urteils etwas tief Formvolles suchen; Subjekt und Prädikat scheinen dann in einem organischen Verhältnis zu stehen; man könnte es auch ein bestimmtes architektonisches Verhältnis nennen; so dass einem jeden Urteil eine einseitig bestimmte Verlaufsrichtung vom Subjekt zum Prädikat durch die Inhaltmaterie vorgeschrieben wird. Diese Richtung ist dann nicht willkürlich umkehrbar.

Leibniz hat eine entgegengesetzte Tendenz gehabt. Ihm erscheint gelegentlich die Wechselbeziehung zwischen Subsistenz und Inhärenz prinzipiell als umkehrbar. Man könne, um den Menschen zu bezeichnen, meint er, ebensowohl sagen: er sei ein *animal rationale*, als: er sei ein *rational animale*.

Wir gehen hierin nicht mit ihm, sondern stellen uns auf den mehr antiken Standpunkt, dass das Subsistenz-Inhärenz-Ver-

hältnis von Natur und im allgemeinen ein einseitig gerichtetes sei. Dann müssen wir auch annehmen, dass der rückläufige Gedankengang in einem Schlusse, wie ihn Bamalip vorsieht, innerlich unvollziehbar sei. Vollziehbar ist er nur im äusserlichsten Sinne, d. h. wenn man den Blick fest auf die graphische Sphärendarstellung richtet.

Feinfühligere Logiker haben denn auch solche groben Beispiele vermieden, wie sie etwa entstehen würden, wenn man aus der Folge: Cajus-Mensch-sterblich die Folge: Sterblich-Mensch-Cajus machen wollte und nach Bamalip zu dem Schluss-Satze gelangen wollte: „Einiges Sterbliche ist Cajus“. Statt dessen würde jeder gescheidte Jünger der Logik, wenn man ihm die Aufgabe stellt, Beispiele für die Galenischen Modi zu ersinnen, nach natürlichen und sinnvollen Gedankengängen zur Exemplificierung dieser Formen suchen. Das gelingt nun eben nicht leicht, und dies ist der Grund dafür, dass man sie geringschätzt.

Dass es aber überhaupt gelingen kann, wenigstens scheinbar gelingen kann, mag uns ein Beispiel zeigen, das ich Kirchners Katechismus der Logik entnehme..

Alle Gebildeten bewundern Shakespeare

Alle, die Shakespeare bewundern, suchen ihn im Original zu lesen

Ergo: Einige von denen, die Shakespeare im Original zu lesen suchen, sind gebildet.

Dies Beispiel scheint uns auf den ersten Blick nicht viel mehr innere Unnatürlichkeit zu haben als andere Syllogismen auch. Wir wollen versuchen den möglichen Sinn und Zweck einer solchen Satzfolge uns deutlich zu machen. Wir gehen zu diesem Zweck von dem Schluss-Satz aus. Nicht alle, die Shakespeare durchaus englisch lesen wollen, haben einen Auspruch darauf, gebildet genannt zu werden. Dies auszudrücken, könnte die tiefere Absicht sein. Nur einige von diesen Strebsamen werden wahrhaft gebildet genannt werden dürfen. Welche nun? Wovon hängt es ab? Das Kriterium oder der Grund, auf den wir achten müssen, liegt darin (sagt uns der Syllogismus), ob diese Leute Shakespeare von Herzen bewundern.

Es könnte ja auch sein, dass sie ihn nur aus Pedanterie oder Eitelkeit oder aus Examensnötigung englisch lesen wollen.

Wir können auf Grund unserer obigen, allgemeinen Analysen jetzt das Princip angeben, nach dem man ein solches leidlich elegantes

Beispiel finden kann. Man muss sich in der Sphäre von Relationsbegriffen bewegen; S sowohl als M und P müssen Relationsbegriffe oder Funktionsbegriffe, oder Tätigkeitsbegriffe, oder Begriffe einer unbestimmt schwebenden Beurteilung sein (wie der Begriff „gebildet“). Bei diesen Begriffen nämlich gelangen wir in ein Grenzgebiet, in dem die ontologischen Stärke-Unterschiede zwar noch vorhanden, aber nicht so deutlich unterscheidbar sind.

Genau betrachtet, leidet auch das Kirchnersche Beispiel an einer inneren Formlosigkeit. Denn das Wort „gebildet“ wird in anderem Sinne am Anfang, und in anderem Sinne am Ende der Figur verstanden. Am Anfang, wenn es heisst „Alle Gebildeten bewundern Shakespeare“, müssen wir uns unter Bildung weit mehr vorstellen, als am Schlusse, wenn es heisst: „Einige von denen, die Shakespeare im Original zu lesen suchen, sind gebildet“. In diesem letzteren Urteil wirkt das Wort „gebildet“ wie ein kleines schmückendes Lob; im erstgenannten Urteil aber muss es auf den gesamten geistigen Inhalt aller jener Menschen zielen, aus deren Bildung sich ergibt, dass sie Shakespeare bewundern müssen. Aus dieser doppelten Nüance im Begriff des „Gebildeten“ fliesst die scheinbare Eleganz des Beispiels.

Wir blicken zurück. Ein Beispiel für Bamalip, wie es der Überwegsche Syllogismus von den wollenen Kleidern uns vorführt, ist innerlich unmöglich. Ein Beispiel, wie das von den Shakespeare-Lesern, erscheint als möglich, beruht aber auf einer dem oberflächlichen Blick schwer erkennbaren Täuschung. Die übrigen Modi der vierten Figur haben wir nicht untersucht. Alle Modi sind möglich, wofern man es nur auf eine Begriffs-Sphären-Geometrie absieht, oder wofern man eine mathematisierende Urteilstheorie zugrunde legt, gleich der Hamiltonschen etwa, dessen Lehre von der „Quantifikation des Prädikats“ wie auf die Probleme dieser Galeinischen Figur zugeschnitten ist.

Wenn wir aber auf eine innere gesunde Gedanken-Energie und Gedanken-Wesentlichkeit Wert legen wollen, die in den syllogistischen Formen zum Ausdruck kommen soll, so erweist sich die Galeinische Figur als unbrauchbar. Wir werden in den nächsten Abschnitten sehen, dass nicht dasselbe in demselben Sinne für die anderen Figuren gilt.

Dass Aristoteles die vierte Figur nicht aufführen mochte, wird hiernach völlig einleuchtend sein, sei es, dass er über die Frage nachgedacht haben sollte oder dass er aus unmittelbarem Gefühl und

Takt für diese logischen Verhältnisse sie übergangen hat. Allerdings hat Aristoteles die Conversion des Urteils gelehrt. Dies bleibt ein Widerspruch, der jedoch in dem so mannigfachen Durcheinandergehen der Motive und Gesichtspunkte die in dem Gebiet dieser Fragen in Betracht kommen, seine Erklärung finden mag.

Die Möglichkeit der Conversion bei bejahenden *hypothetischen* Urteilen bildet ein besonderes Problem für sich, auf das wir hier nicht eingehen wollen. Auch hier wird es wieder darauf ankommen, was man für eine Meinung vom Wesen des hypothetischen Urteils hat.

3. Der innere Sinn der II. und der III. Figur.

Man pflegt die Besprechung der Probleme der Syllogistik bei dem Modus Barbara zu beginnen. Es dürfte nahe an ein Dutzend von einander abweichender Theorien geben, welche dazu dienen sollen, den Sinn und Wert dieses Modus sicherzustellen. Wäre diese Aufgabe gelöst, so glaubt man wohl gern, dass damit die Syllogistik als Ganzes gerettet sei.

Ich habe in dieser meiner Darstellung den umgekehrten Weg gewählt; ich habe mit der IV. Figur begonnen, gehe jetzt zur Betrachtung der II. und III. Figur über und werde erst zuletzt von der I. Figur sprechen. Ich hoffe, dass es mir auf diese Weise gelingen wird, es aufs stärkste hervortreten zu lassen, dass der innere Sinn aller dieser Formen ein ganz ungleicher ist.

Was wird daraus folgen? Es wird daraus dies folgen, dass die Syllogistik *als Ganzes* weder durch die Deutung des Barbara-Modus, noch durch die des Cesare-Modus, noch durch die des Darapti-Modus, noch durch die des Bamalip-Modus gerettet werden kann. Man müsste denn beweisen, dass alle die verschiedenen inneren Gedankenformen, die diese äusseren Modi-Formen auszufüllen bestimmt sind, zusammen ein organisches Ganzes von ausschliessender und endgültiger Totalität bilden. Das kann natürlich nicht bewiesen werden, und es ist auch noch niemals zu beweisen versucht worden.

Wenn aber die verschiedenen inneren Gedankenformen, die sich in die verschiedenen syllogistischen Figuren kleiden lassen, kein in sich geschlossenes System bilden, so wäre es angemessener, diesen inneren Gedankenformen ein eigenes Studium zuzuwenden, bei dem man von dem Rahmen und von der Totalität der syllogistischen Fi-

guren ganz absehen müsste. Vielleicht zeigt es sich dann, dass die inneren Formen ihre natürlichen Grenzen durchaus nicht da haben, wo die äusseren syllogistischen Formen sie haben. Mit einem Wort, es könnte sich zeigen, dass die inneren Formen des Denkens die äusseren Formen der Syllogistik sprengen müssen. Die Totalität der inneren Formen des Denkens fände in der Totalität der überlieferten Syllogistik nicht ihr angemessenes Gegenstück.

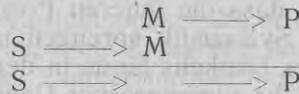
Ohne Zweifel muss die Totalität der 19 Modi der kategorischen Schlüsse in irgendeinem Sinne bestehen bleiben. Aber es könnte sein, dass Sinn und Bedeutung dieser Totalität recht gering wären. Vielleicht, dass alle jene verächtlichen Abweisungen des äusserlichen Gebrauchs der Syllogistik, die wir von Wundt und Sigwart und so vielen anderen gehört haben, durchaus noch zu viel Ehre für die Syllogistik retten wollen und dass diese strengen und tiefen Ansprüche nur im Hinblick auf eine ganz andere Betrachtungsweise des Denkens, welche mit der Syllogistik nur wenig zu tun hat, angemessen und gerecht sind.

Dann wären alle jene Versuche zur Rettung der Syllogistik, welche sich auf ihr Verhältnis zur Induktion stützen oder vom Mittelbegriff verlangen, dass er eine Ursache angebe und dergleichen, vergeblich gewesen. * Anstatt die Totalität der 19 Modi und damit die Syllogistik zu retten, hätten diese logischen Denker nur das Verdienst gehabt, etwas ganz anderes ans Licht zu ziehen, dessen inneres Verhältnis zur Syllogistik noch durchaus problematisch wäre. Wir treten also nunmehr zunächst in die Analyse der Modi Cesare und Darapti ein. Es muss für unseren Zweck genügen, wenn wir von jeder Figur nur einen Modus untersuchen; dass aus diesen einzelnen repräsentativen Fällen alles Wesentliche herausgeholt werden könne, das sich noch in den anderen Modi verstecken mag, behaupte ich nicht.

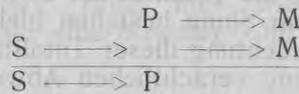
Man wird zweckmässigerweise den Blick auf die ontologische Stärke von Subjekt und Prädikat auch bei der zweiten und der dritten Figur zu richten haben. Denn auch hier muss das Gesetz des Abstiegs von ontologisch grösserer zu geringerer Stärke für jedes der drei Urteile eines jeden Syllogismus gewahrt bleiben. Hier ist es aber allemal möglich, Beispiele zu finden, die das Gesetz vollkommen erfüllen. Die folgende bildliche Übersicht giebt das Schema dafür. Ein Pfeil bedeutet ein ontologisches Gefälle, wie es zwischen Subjekt und Prädikat typischer Weise erfordert wird. Zwei Pfeile hintereinander kennzeichnen ein stärkeres Gefälle. Ein solches zu wäh-

len, ist ja auf Grund der relativen Vielstufigkeit der ontologischen Stärkegrade immer möglich.

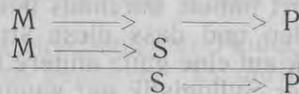
Erste Figur:



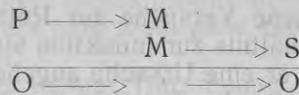
Zweite Figur:



Dritte Figur:



Vierte Figur:



Nihil sequitur (im Sinne der inneren Form des Gedankens).

Wir betrachten nun die Besonderheit der zweiten Figur. Als Beispiel für Cesare diene der Schluss:

Gold oxydiert nicht
Dies Metall oxydiert
Ergo ist dies Metall kein Gold.

Offenbar hatte sich derjenige, der diesen Syllogismus denkt, eine Subsumptionsaufgabe gestellt. Er machte den Versuch, ein Metall, dessen Natur er zu prüfen hatte, dem Begriff des Goldes zu subsumieren. Dieser Versuch scheiterte ihm, und das Scheitern dieses Versuches brachte ihm den Gewinn einer negativen Erkenntnis. Alles dies kleidet er nun in die Cesare-Schlussform.

Man darf allgemein sagen, dass alle Syllogismen nach der zweiten Figur, wenn sie überhaupt einen inneren Sinn zum Ausdruck bringen sollen, solche scheiternden Subsumptionsversuche darstellen. Alle ihre Conclusionen sind negativ.

Beim Betrachten dieser geistigen Situation wird der Forscher zu der Frage sich gedrängt fühlen, ob es denn nur möglich sei, ne-

gativ endende Subsumptionsaufgaben syllogistisch zu lösen. Es ist allerdings im allgemeinen so, und die Versuche, die Wundt gemacht hat, um die Macht der Syllogistik auf positive Fälle dieser Art auszudehnen, dürfen als wenig erfolgreich gelten.

W. Wundt bringt in seiner Logik (Bd. I., 1906 p. 314) folgendes Beispiel:

„S hat das Merkmal M
 „M ist Gattungsmerkmal von P
 „Also gehört S zur Gattung P.“

Dieser Schluss ist aber nur richtig, wenn M idion ist, d. h. wenn es keinem Dinge sonst in der Welt als dem P zukommt. Wundt selbst erkennt dies an, indem er auf Seite 315 sagt, dass die zweite Prämisse geradezu ein „Identitätsurteil“ sein müsse. Als ein solches sieht er hier den Satz an: „Die Tiere, welche Milchdrüsen besitzen, sind Säugetiere.“ Er gibt dann diesem Schluss die Formel:

$$\begin{array}{r} S < M \\ M = P \\ \hline S < P \end{array}$$

Wie wenig ist mit diesen seltenen Specialfällen anzufangen! Man vergleiche hierzu auch die Kritik, die Sigwart an diesen und ähnlichen Versuchen von Wundt und Schuppe übt, zu „positiven Vergleichungs-Schlüssen“ zu gelangen, welche die Aristotelische Syllogistik gemäss den Modi der zweiten Figur nicht zulässt. (Bd. I. p. 479—481 Fussanm.)

Man kann Schuppe und Wundt darin Recht geben, dass es sinn- gemäss wäre, von einer einheitlichen inneren Form der Subsumptions- bemühungen und Merkmalsvergleichen zu sprechen, die positive und negative Fälle zugleich umfassen müsste. Dass die äusseren Formen der Syllogistik diesem inneren Bedürfnis nicht parallel gehen, hat aber gewiss seinen guten Grund. Man pflegt nämlich zu sagen, dass die Syllogistik im Dienste des strengen Notwendigkeitsprinzips stehe, aus dem die Möglichkeit strenger formaler Beweise hervorgeht. Man hält dann dies Interesse für würdiger und verdienstlicher in der Theorie des Erkennens als das Interesse an den Ansätzen der natürlichen Gedankenbewegung. Ihren tieferen Grund findet diese Eigenheit der strengen syllogistischen Logik, welche in den Tatsachen der zweiten Figur hervortritt, natürlich darin, dass es leichter ist, etwas Negatives, als etwas Positives streng zu

beweisen. Würde man bei diesem Probleme anpacken und weiter forschen, so würde die gewaltige Eigenart und Eigenrolle der Negation in allem Denken hervortreten und wir würden erkennen, dass der innere Sinn und die innere Form des Geistigen die äusserliche Coordination der positiven und der negativen Urteile in der Logik als unangemessen erscheinen lässt. Also auch von dieser Seite her wird das innere Princip echter Logik einst die äusseren Formen der syllogistischen Tradition sprengen müssen.

Wir wenden uns nunmehr von der zweiten Figur ab und der Betrachtung der dritten Figur zu. Es diene uns als Beispiel für Darapti der Schluss:

Schmeichler haben Erfolg
 Schmeichler sind charakterschwache Menschen
 Ergo: Einige charakterschwache Menschen haben Erfolg.

Die mögliche innere Gedankenform, die man mit einer bestimmten äusseren syllogistischen Form verbinden kann, muss sich natürlich nach der Stellung von M und den dadurch bedingten ontologischen Stäckerhältnissen der drei Begriffe richten. Bei der zweiten Figur stand der Mittelbegriff bei beiden Prämissen am Ende; er musste daher ontologisch schwach sein; er drückte z. B. eine Reactionsweise der Körper aus (das Rosten). Jetzt aber, in der dritten Figur, steht der Mittelbegriff am Anfang; er muss also ontologisch stark sein. Er könnte etwa ein *Beispiel* angeben, an dem man gewisse Relationszusammenhänge sich deutlich machen kann. Denn ein Beispiel ist etwas konkreteres und ist daher ontologisch stärker als die Relationszusammenhänge, die man an ihm sich vergegenwärtigt.

Im obigen Syllogismus sind die Schmeichler ein Beispiel für die Wahrheit des Schluss-Satzes, dass manchmal charakterlose Menschen Erfolg haben. Offenbar muss der, der jene drei obigen Sätze in syllogistischer Form niederschreibt, auf eine ihn befremdende Wahrheit gestossen sein, eine Wahrheit vielleicht, die den Charakter der Ausnahme hat und dem zunächst Erwarteten zuwider war. Zunächst erwartet man nämlich, dass charakterstarke Menschen Erfolg haben, charakterschwache aber nicht. Das letztere kann aber doch der Fall sein. Die Begriffskreise der Charakterschwäche und des Erfolges überschneiden sich also; vielleicht tun sie es nur in einem kleinen Segment. Solcher selteneren Fälle und unerwarteten Möglichkeiten kann es wohl mancherlei geben; z. B.

können auch charakterschwache Tyrannennaturen Erfolg haben. Das alles kann unser Syllogismus nicht erschöpfen. Er begnügt sich, ein *Beispiel* anzuführen, an dem man die Möglichkeit der behaupteten Ausnahmefälle erkennt. Man wird zugeben, dass diese Deutung des Modus Darapti einen überaus charakteristischen und ziemlich wertvollen Typus innerer Gedankengangsformen blosslegt.

Man wird auch hier sich die Frage vorlegen dürfen, wie oben, ob das Denken in Beispielen sich in den Modis der dritten Figur erschöpfend spiegelt, oder ob es benachbarte und verwandte Typen solcher Gedankengänge gebe, die garnicht zur Beachtung gelangen würden, wenn man den Gesichtskreis auf das Studium der Syllogistik einschränkt. Mit andern Worten: man wird auch hier auf den Verdacht geführt werden müssen, dass die wahre innere Typenlehre des Denkens und die Syllogistik einander disparat sein dürften.

Ob das Denken in Beispielen, um partikuläre Tatsachen festzustellen, und das Scheitern von Subsumtions-Aufgaben die einzigen inneren Gedankenformen sind, die sich mit der zweiten und dritten Figur der kategorischen Schlüsse verbinden lassen, bleibe dahingestellt. Dass diese beiden inneren Gedankenformen einander sehr unähnlich sind, fällt in die Augen, so dass man hiernach nicht leicht glauben wird, dass sich im Formenreich der Syllogistik eine organische Totalität inneren geistigen Lebens spiegeln könnte.*). Dieser Eindruck wird sich wiederholen und verstärken, wenn wir nun an die Betrachtung der ersten Figur herangehen.

4. Die Theorien der ersten Figur und der Begriff des Realgrundes.

Benno Erdmann empfing eine Anregung durch die Äusserung von John Stuart Mill, dass alles Schliessen ein Schliessen von Besonderem auf Besonderes sei (also nicht von Allgemeinem auf Besonderes). Wählen wir als Beispiel die Tatsachen der berühmten Berechnung und Entdeckung des Neptun, so würde Mill gesagt haben: Dass der Neptun in einer Ellipse laufen würde, durfte daraus geschlossen werden, dass Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn

*) Nach einer Erwähnung von Wundt (Logik I, 3. Aufl. 1906., p. 297) hat bereits Lambert in seinem „Neuen Organon“. Bd. I, S. 138 ff. die hier soeben herausgestellten Charaktere der zweiten und dritten Figur erkannt. Jedoch der principielle Rahmen, in den er diese Erkenntnis stellt, und der Zweck, den er ihr giebt, sind dem oben Gesagten ganz ungleich. Daher kann auch die Kritik, die Wundt gegen Lambert richtet, unsere Ausführungen nicht berühren.

und Uranus sich in Ellipsen bewegen. Andere Logiker aber behaupten, dass man aus dem ganz allgemeinen Satze: „alle Planeten bewegen sich in Ellipsen“ darauf schliessen müsse, dass auch der Neptun sich in einer Ellipse bewegen werde. Diese letztere Theorie des Schliessens hat aber das Bedenken gegen sich, dass man hierbei, wie die Gegner der Theorie behaupten, auf etwas schliesse, was man schon vorher gewusst habe. Denn in dem Wort „alle“ war doch wohl der Neptun bereits vorweggenommen. So schien also der Wert des syllogistischen Verfahrens bei dieser Auffassung erschüttert zu sein und man könnte glauben, bei der syllogistischen Kunst es mit einer leeren Künstelei zu tun zu haben.

Dieser Konsequenz suchte Benno Erdmann auf folgende Weise auszuweichen. Er unterschied zwischen minder wertvollen und wirklich schöpferischen „erweiternden“ Syllogismen (p. 724 Mitte). Die ersteren nannte er analysierende (S. 722, 4-te Zeile). In ihnen analysiert man nur, was man schon weiss. Das alte Schulbeispiel vom sterblichen Cajus, das man zunächst wohl als analysierend nehmen würde, könne einen schöpferischen Sinn gewinnen, meint Erdmann, wenn man ihm folgende Gestalt gebe:

„Alle Menschen sind bisher gestorben, also alle jetzt und künftig lebenden Menschen werden sterben.

X hat alle Merkmale des lebenden, also alle Merkmale des Menschen.

Ergo: X wird sterben.“ (p. 723.)

Man darf dies eine Zusammenleimung des Millschen Princip vom Schliessen aus Besonderem auf Besonderes mit dem analytischen Princip des Syllogismus nennen und behaupten, dass Benno Erdmann die Rettung des Syllogismus auf diese Weise nicht erreicht hat. Zwar könnte es wohl wahr sein, dass in diesen vermischten Formen sich menschliche Gedanken wirklich abwickeln. Aber das Problem des Syllogismus wird damit nicht gelöst. Denn der Erdmannsche Syllogismus, wie er nun vor uns steht, ist und bleibt ein analysierender (im Sinne Erdmanns). Denn für die Verknüpfung der drei Sätze des Syllogismus bleibt die Zerlegung innerhalb der ersten Prämisse bedeutungslos. Ihr Inhalt ist ganz derselbe, als wenn man gesagt hätte: „Alle Menschen sind sterblich.“ Nur über die Entstehung dieses Inhalts deutet die Form jener Prämissen etwas an. — Der Syllogismus würde nicht analysierend

sein, wenn der zweite Teil der ersten Prämisse fortbliebe. Dann aber wäre der Schluss nicht zwingend. Erdmann hat wohl zu fühlen geglaubt, dass etwas Richtiges an dem Satze des Stuart Mill sei, dass das Denken von Besonderem zu Besonderem fortschreitet. Dies darzustellen, ist aber nicht der Form des Syllogismus beschieden. Es ist dies die Sache eines Induktions-Schlusses — wofern Mill mit seiner Behauptung Recht hätte — dessen Theorie hier unerörtert bleiben mag. Dass ein solcher Induktionsschluss vollzogen werden müsse, wird bei Erdmann durch die Gestalt der ersten Prämisse angedeutet. Er muss aber bereits vollzogen sein, wenn man an die eigentliche syllogistische Satz-Verknüpfung herangeht.

Der Kenner der zeitgenössischen Logik weiss, dass man im allgemeinen Mill Unrecht zu geben pflegt. Besonders Lotze und Sigwart sind darin einig, dass Induktion nichts anderes sei, als das Auffinden eines deduktiven Syllogismus, der die sachliche Abhängigkeit der Einzeltatsachen von allgemeinen Gesetzen zur Darstellung bringen soll — sei es nun, dass diese Gesetze von vornherein als gesichert angesehen werden könnten, oder dass sie an der Hand der beobachteten Einzelfälle als Hypothesen entworfen werden. Das schematische *Aperçu* Wundts, dass der Induktions-Schluss ein auf den Kopf gestellter Syllogismus sei, ist hiervon nicht weit entfernt. Wundt stützt sich hierbei auf Jevons, doch erschöpft sich die Wundtsche Theorie nicht in diesem schematischen *Aperçu*. (Logik, 1907. Bd. II. p. 23.)

Fassen wir das Wesen der Logik im Sinne dieser Theorien auf, besonders der Sigwartschen, so müsste sie, allgemein ausgedrückt, darin bestehen, dass der Logiker den Rahmen der Naturordnung abzustecken hätte, in welche alle Einzeltatsachen der vollendeten Wissenschaft lückenlos eingeordnet werden könnten. Diese Ordnung — wir sprechen hier nur vom Naturerkennen — braucht nicht äusserlich gedacht zu werden, sie kann in eine intellektuelle Ontologie hinübergezogen werden. Aber es bliebe doch dabei, dass die „Methodenlehre“ darin bestehen würde, dass man uns sagen würde, in welcher Weise wir die vollkommen klare und durchsichtige Erkenntnis aller Dinge am angemessensten darzustellen und abzuwickeln hätten. Denkt man dies Ideal konsequent zu Ende, so wäre nicht einmal mehr zu verlangen, dass eine Erkenntnis für die andere „beweisend“ sein müsste. Die eine würde vielleicht als Zusammenfassung mehrerer anderer erscheinen können, und alle würden sich gegenseitig stützen, so dass die Wahrscheinlichkeit jeder einzelnen

wüchse. Man kann ein solches Ideal vom Wesen der Logik haben; aber niemand wird behaupten, dass dieses Ziel der Lehre vom Denken das einzige sei, das des Schweisses der Edlen wert wäre. Es giebt eine andere Auffassung und Aufgabe der Lehre vom Denken, der es auf die Theorie der Beweise ankommt, und noch eine andere Auffassung und Aufgabe, der es auf die Theorie der zeitlichen Entstehung der Erkenntnis ankommt. Ob es klug wäre, diese letzte Aufgabe geringschätzig der Psychologie zuzuschieben, scheint mir zweifelhaft. Jedenfalls hat eine grosse Anzahl der bedeutendsten Logiker sich nicht zu einem solchen Verzicht entschlossen. Schliesslich kommt es auf den Namen der Wissenschaft nicht an, sondern auf die Frage: Welche Verhältnisse wünscht jemand zu erforschen? Und in der Folge davon: In welche Ebene von Tatsachen und Fragen wünscht jemand das Problem des Wertes und der Fruchtbarkeit des Syllogismus zu schieben? Weshalb sollte man es nicht nach jeder der genannten Richtungen untersuchen dürfen? Man muss nur wissen, was man tut.

Erdmann hatte offenbar ein Interesse an der Frage nach der Entstehung der Erkenntnis, oder vielleicht mehr noch an der Frage nach der Beweisbarkeit unserer Sätze. Beides schien ihm wohl mit einander irgendwie verbunden zu sein. Seine Formel und Frage lautet: Ob dieser Satz jenen zu „begründen vermöge“. Im Begründen (welcher Begriff wohl dem des Beweises hier gleichzuachten ist), hat er wohl ohne weiteres angenommen, werde ein idealer Entstehungsprozess der zu begründenden Erkenntnis vorausgesetzt oder fingiert, der Art, dass man mit Hülfe irgendwelcher Notwendigkeiten vom Bekannten zum Unbekannten fortschreite.

Man könnte sagen, Erdmann habe den schöpferischen Wert der syllogistischen Form dadurch zu retten gesucht, dass er die Prämissen innerlich schwächte. Denn wahrscheinlich hat er es sich so vorgestellt, als sei der Inhalt der Prämissen in dem Augenblick noch nicht ganz feststehend und noch nicht ganz gesichert, in dem man dazu übergeht, aus diesen Prämissen die Conclusio abzuleiten. Indem er annahm, dass sich alles dies in einem einzigen Augenblick zugleich vollenden müsse, schob er etwas von der Problematik und Unsicherheit, die dem Induktionsverfahren innerhalb der Prämissen anhaftet, in das feste Gefüge der syllogistischen Verbindung der Prämissen zur Conclusio hinein. So täuschte er sich selbst. Unsicherheiten durch Denken überwinden, heisst ohne Zweifel, intellektuell schöpferisch sein. Aber wir unserseits wollen uns den Blick

dafür nicht trüben lassen, wo in dem Erdmannschen Cajus-Schluss die Unsicherheit gelegen hat und wo sie überwunden worden ist.

Schärft man sich an der Betrachtung dieses Erdmann-Problems den Blick für den Unterschied zwischen dem Problem der syllogistischen Form und den Problemen der Inhalte, die in den Prämissen dargeboten werden können, so wird man vielleicht schon jetzt voraussehen können, dass alle Versuche scheitern müssen, welche den Wert der syllogistischen Form durch ihre Beziehung auf inhaltliche Urteilmaterien begründen wollen. Freilich, man wird sagen können: die Barbara-Form sei ein angemessenes Gewand für diese und jene Gedankengänge, für andere aber nicht, und den Wert und die innere Form der für Barbara geeigneten Gedankengänge würde man dann für sich zu prüfen haben.

Dass es wertlose Syllogismen giebt, ist von vielen neueren Logikern behauptet worden. Wundt z. B. stellt den wissenschaftlich wertvollen Syllogismen, die „untadelhaften“ Syllogismen gegenüber (p. 328), die logisch einwandfrei aber unbrauchbar seien. Als Beispiel führt er an:

„Die Schwalben sind Vögel
Die Vögel sind Wirbeltiere.
Also sind die Schwalben Wirbeltiere.“

Das ist, sagt er, „von höchst untergeordneter Bedeutung.“ „Derartige Schlüsse sind Erfindungen jenes äusserlichen Formalismus, der sich nicht darum kümmerte, wie die Schlüsse beschaffen sind, von denen wir wissenschaftlichen Gebrauch machen, sondern dem es einzig und allein darauf ankam, zu ermitteln, wie sich aus fertig gegebenen Urteilen eine bestimmte Schlussform darstellen lasse.“ (p. 314).

Trendelenburg ist konsequenter verfahren als B. Erdmann (und auch als Wundt), indem er hier den Unterschied zwischen Syllogismus und Synthesis einführte, welcher unserem Unterschied zwischen äusserer und innerer Form des Gedankens nahe kommt. Er sagt: „Das syllogistische Verfahren geht dem synthetischen als seine äussere Darstellung schützend zur Seite. Der Gedanke ist im synthetischen Verfahren *sich selbst seiner Strenge bewusst* und darin für sich zunächst sicher. Will er aber das Ergriffene sich oder anderen darstellen, so dienen die bindenden unterordnenden Syllogismen, den unsichtbaren Gang des Gedankens sichtbar darzustellen.“ Auf die nähere Kritik dieser Ansicht komme ich später zu sprechen.

An das oben gestellte Problem des Induktions-Schlusses, wie es von Mill gestellt und von Benno Erdmann vergeblich zu lösen versucht worden ist, müssen wir nun von neuem anknüpfen. Das Problem gipfelt darin, ob ein Schluss von Besonderem auf Besonderes gleichsam in wagrechter Linie (wegen der Ähnlichkeit der aneinandergereihten Fälle) möglich sei, oder ob der Umweg über den allgemeinen Satz, der alle Fälle umfasst, nötig sei. Diesen letzteren Fall könnten wir graphisch uns so veranschaulichen, dass wir den allgemeinen Satz uns räumlich über der aufgereihten Schar der Einzelbeobachtungen und der zu erschliessenden neuen Fälle angeordnet dächten. Wir hätten dann von den alten Fällen erst zum allgemeinen Satze aufzusteigen und dann zu den neuen Fällen herabzusteigen. Ist dieser Umweg überflüssig oder erkünstelt?

Es genügt für unseren Zweck den Fall des Abstieges vom allgemeinen Satz zu den neu erschlossenen Fällen zu betrachten, in der Voraussetzung, dass dieser Fall doch immerhin dann und wann wirklich vorkommen wird, und zu prüfen, ob die Form des Barbara-Syllogismus zu seiner Darstellung angemessen ist und in welchem Sinne sie es ist.

Wir könnten, sagt Mill, die einzelnen Fälle der früheren Beobachtungen vergessen haben und nur noch wissen, dass es solche gab, die den allgemeinen Satz begründeten; dann halten wir uns an diesen und interpretieren ihn. Solche Interpretation sei vergleichbar der Anwendung eines Staats- oder Rechtsgesetzes; wir interpretieren, was der Gesetzgeber sagen wollte.

Im Hinblick auf ebendiesen Punkt wollen wir jetzt die kritischen Ausführungen betrachten, die Ziehen zu den Millschen Argumenten giebt.

Ziehen spricht von „transgressiven offenen Allgemeinbegriffen.“ Darunter versteht er Begriffe, welche nicht einen bestimmten Kreis von Fällen voraussetzen, auf die sie sich stützen, sondern die Möglichkeit offen lassen, dass immer neue Gegenstände, die man nicht zu erwarten brauchte, sich in den Kreis des Begriffes hineinflinden. Ist *M*, der Mittelbegriff eines Syllogismus, ein solcher Begriff, so braucht er sich nicht auf die neuen zu deducierenden Fälle zu stützen, er schliesst sie aber auch nicht derartig aus, dass man von etwas Neuem „Besonderem“ gegenüber der Zusammenfassung des bisherigen „Besonderen“ in *M* sprechen könnte. Die neuen Fälle *S* seien in *M* „gewissermassen potentiell gegeben“. Dieser Ausdruck „potentiell“ bei Ziehen ist sehr glücklich, und er hat mir den Anstoss

zu der sogleich aufzustellenden Unterscheidung gegeben. Ziehen fährt fort: In solchen Fällen „wird durch die Verbindung der beiden Prämissen in der Tat auf deduktivem Wege eine neue Erkenntnis erzielt.“

Der Begriff des Potentiellen gestattet uns hier, die Unterscheidung zwischen einem strengeren und einem geschmeidigeren Begriff des Logischen zu treffen, wobei wir den Gegensatz beider Begriffe zu dem des Psychologischen wahren. Der strengere Sinn des Logischen verlangt, dass, wenn ich sage: „Alles Eisen“ auch alles Eisen gemeint sei, ob ich es nun bereits gesehen habe oder je sehen werde oder nicht. Wenn es also auf die Frage ankommt, ob die Sterblichkeit des Menschen Cajus bereits im Satze „Alle Menschen sind sterblich“ enthalten sei, so muss man dies im Sinne der strengeren Auffassung bejahen. Denn ein Begriff in diesem strengen Sinne ist ganz unabhängig von Fragen der psychologischen Vergegenwärtigung, ja selbst von Fragen der psychologischen Vergegenwärtigungs-Möglichkeit. Die von ihm ausgesagten Urteile gelten für den Kreis, den er bezeichnet, auch wenn kein Mensch in der Welt diese Geltung psychologisch actualisieren könnte.

Man könnte nun aber eine gemässigtere Auffassung vom logischen Wesen des Begriffs (und des Urteils) geltend machen, bei der die Logik, ohne selbst Psychologie zu werden, doch den psychologischen Tatsachen mehr Rechnung trägt. Dieser weniger strenge Standpunkt liesse sich vortrefflich mit Hülfe der Kategorien des Potentiellen und des Aktuellen festlegen. Auf diesem Standpunkte dürfte man von „offenen transgressiven Begriffen“ sprechen.

Die Potentialität des M muss sich dann allerdings sofort und von selbst in Aktualität verwandeln, sobald ein S als M erkannt worden ist. Es bedarf dann keines schliessenden Vorganges mehr in unserem Denken. Denn der Sinn des Potentiellen ist eben der, dass etwas bestimmt ist, sich im gegebenen Falle zu aktualisieren. Diese Aktualität ist logisch in dem gleichen Augenblicke gegeben, in dem die zweite Prämisse hingeschrieben ist. Von diesem Augenblick an bedeutet die erste Prämisse etwas anderes als zuvor.

An solcher Inkonstanz des logischen Sinnes eines Satzes darf die geschmeidigere Logik keinen Anstoss nehmen. Denn sie geht dem zeitlichen Verlauf des Denkens nach. Sie wird es dabei zwar vermeiden, dem vorübergehenden Irrtum eine Stelle in den Formen zu geben, die sie als gültig hinstellt (z. B. bei indirekten Beweisen), aber sie wird es beispielsweise zulassen, dass ein Urteil, das im An-

fange einer Untersuchung als problematisch hingestellt wurde, am Schluss der Untersuchung in assertorischer Gestalt auftritt. Ohne diese Zugeständnisse an die Bedeutung der zeitlichen Entwicklung der Erkenntnis würde die Logik garnicht um die Formulierung herum kommen, dass der allgemeine Obersatz eines Barbara-Schlusses den Inhalt der Conclusio bereits logisch einschliesse. Die Syllogistik wäre dann nur die Kunst, die Arten des Ausdrucks über ein bereits im Obersatz enthaltenes Wissen mit einander zu vergleichen.

Nehmen wir aber die Theorie vom potentiellen und aktuellen Sinn eines Urteils an, so spiegelt der Syllogismus wirklich ein geistiges Fortschreiten von einem Inhalt zum andern. Ob er produktiv ist, das ist freilich auch dann noch eine andere Frage. Und hiermit kommen wir auf einen Punkt, in dem ich Ziehen widersprechen möchte. Nach der soeben dargelegten Auffassung ist es der Sinn des Potentiellen, dass es von selbst ins Aktuelle übergehen muss, sobald der neue Subjektsinhalt als gegeben gesetzt wird. Bedarf es da also überhaupt noch einer Ableitung der Conclusio aus den Prämissen? Ich meine, dass es derselben im tieferen Sinne nicht mehr bedarf und dass, wenn man sie nun dennoch hinschreibt, was ganz zweckmässig ist, keine neue geistige Handlung darin mehr zum Ausdruck kommt. Also kann man der eigentlich-syllogistischen Funktion keine produktive Bedeutung beimessen.

Dass hier ein wirkliches Problem vorliegt und es sich nicht nur um eine façon de parler handelt, erkennt man, wenn man dies Hinschreiben der Conclusio mit der Ableitung der Conclusio nach Cesare im Beispiel vom rostenden Metall vergleicht. Der Satz: „Gold rostet nicht“ aktualisiert seinen Sinn auf keine Weise von selbst dahin, dass ein Metall, das ich in der Hand habe, nicht Gold sei.

Dass man in dem gedachten Barbara-Beispiel die Conclusio noch unter die Prämissen hinschreibt, dürfte, wie schon gesagt, zweckmässig sein. Man hält es für zweckmässig den veränderten Sinn, den der Obersatz inzwischen gewonnen hat, verbunden mit einer subalternierenden Einschränkung desselben eigens zu fixieren, da es der Technik der logischen Darstellung nicht entspricht, dass diese Darstellung sowohl vorwärts als rückwärts gelesen wird.

Dass in der überlieferten Schlusslehre noch viel derartige Problematik versteckt ist, mag der Logiker an der Existenz der Streitfrage ermesen, ob die Conclusio in dem Sigwartschen Schluss überflüssig sei (wie Ziehen behauptet): „A ist wahr; Wenn A wahr ist, ist B wahr; B ist wahr.“

Auf die Frage also, ob in den Millschen Barbara-Schlüssen „auf deduktivem Wege eine neue Erkenntniss erzielt“ wird, antworte ich: Offenbar ja, falls man unter Deduktion das Denken der beiden Prämissen in zeitlicher Folge versteht; offenbar nein, falls man unter Deduktion das Ableiten der Conclusio aus den beiden Prämissen versteht. Nur in formalem Sinne entsteht durch die Conclusio Neues, also etwa ebenso als durch die Subalternation Neues entsteht. Auf diese Stufe hat aber bisher schwerlich jemand den Syllogismus schieben wollen, der ihn hat retten wollen.

Alles in allem: es wird unumgänglich nötig werden, dass man zwischen dem unterscheidet, was der Schritt von den Prämissen zur Conclusio leistet, und dem, was sich in der Aufeinanderfolge der Prämissen an inneren Gedankenformen zu spiegeln vermag.

Wenn sich auf diese Weise nun zwar die Barbara-Form mit Inhalt füllen lässt, so wird man doch diesen Inhalt als dürftig empfinden und man wird fragen, ob es nicht noch andere innere Gedankenformen gebe, die sich mit der äusseren Form des Barbara-Syllogismus verbinden lassen. Dies ist wirklich der Fall. Es giebt Gedankengänge von stärkerer und lebendigerer Art, welche sich in die Barbara-Form einfügen lassen. Ob dies dann auf das Conto des Wertes der Barbaraform zu setzen sein wird, werden wir erst nachher vollkommen beurteilen können.

Die wichtigsten der bisherigen Versuche, die innere Form dieser wertvolleren Gedankengänge zu erfassen, sind die Substitutionstheorie des Syllogismus, die Mittelbegriffs-Ursachentheorie des Syllogismus und die Einordnungstheorie. Als charakteristischer Vertreter der Substitutionstheorie sei Beneke genannt, als Vertreter der Mittelbegriffs-Ursachentheorie kommt Überweg vor allen anderen in Betracht, Vertreter der Einordnungstheorie ist Benno Erdmann. Es ist nur natürlich, dass wir hier verschiedene Theorien antreffen, denn es ist nur natürlich, dass die Barbaraform weit weniger streng die inneren Gedankenmöglichkeiten determiniert, als etwa Cesare oder Darapti. Jene Formen, die wir im Abschnitt III. unseres Aufsatzes analysierten, scheinen nur je einen einzigen Typus von Gedankengängen zuzulassen. Das liegt an der Stellung des Mittelbegriffs, die etwas Besonderes, Ungewöhnliches in die ontologischen Stärkeverhältnisse und damit in die Charaktere der verwendbaren Urteile hineinbringt. Die Barbaraform dagegen ist bequem und gefällig und für alles Mögliche zu gebrauchen und daher weniger charakteristisch.

Was wir soeben im Anschluss an die Mill-Ziehensche Problemstellung ausführten, würde unter den hergebrachten Begriff der Subsumtionstheorie des Syllogismus fallen.

Das Tiefere und Stärkere, das die Substitutions-Theorien ans Licht zu bringen suchen, lässt sich im unmittelbaren Anschluss an das Bisherige verdeutlichen.*) Wir werden nämlich die bisher beschriebene Form des Barbara-Verfahrens mit stärkeren und bedeutenderen Gedanken füllen können, wenn S und M nicht im gewöhnlichsten Art-Gattungs-Verhältnis stehen, sondern wenn sie zwar für einander eintreten können aber sich in der Art ihrer logisch-apperceptiven Erfassung kräftiger von einander unterscheiden.

Als Beispiel hierfür betrachte man das Verhältnis zwischen dem Begriff der Brechstange und dem Begriff des Hebels. Wir nehmen an, dass jemand das Hebelgesetz gelernt und begriffen hat. Es ist dann noch keineswegs leicht für ihn, dies Gesetz, das ihm vielleicht an der Wage und der Scheere und der Kurbel erläutert worden ist, sogleich auch auf die Decimalwage oder die Brechstange, welche Lokomotivräder in Bewegung bringt, anzuwenden. Das allgemeine Gesetz des Hebels setzt als Subjekt den abstrakten Begriff des Hebels voraus, aber in welchen Formen dieser abstrakte Begriff in der Wirklichkeit sich realisiert und wo überall er hinein interpretiert werden kann, ist nicht ohne weiteres aus ihm abzulesen. Stelle ich dagegen einen Satz über die Schwalben auf, so darf erwartet werden, dass ein jeder in jedem einzelnen Falle wisse, was eine Schwalbe ist. Das Aufstellen des Untersatzes „Dies ist eine Schwalbe“, ist daher weniger bedeutungsvoll als das Aufstellen des Untersatzes: „Eine Brechstange ist ein Hebel“. Mit dieser Einsicht kommen wir dem Problem einer tiefer sinnvollen Anwendung der Barbara-Figur etwas näher.

Beneke, der durch seinen Substitutionsbegriff etwas Reicheres und Lebensvolleres bieten wollte, als der Subsumtionsbegriff bietet, ist doch nicht mutig und folgerichtig genug seiner ersten Eingebung gefolgt. Er langt zuletzt bei der armseligen Auskunft an, dass es wohl nur 2 Fälle von Substitution gäbe, nämlich erstens der Fall,

*) Wundt (Logik, 3-te Aufl. I. p. 298—299) hält nur die Subsumtion für ein echtes logisches Verhältnis, nicht aber die Substitution. Diese letztere hält er für eine mehr untergeordnete Technik im Dienste des Identitätsprinzips. Man darf aber in solchen Zurechtstellungen nicht allzu dogmatisch sein. Die Dinge lassen sich aus verschiedenen Gesichtspunkten in verschiedener Weise übersichtlich machen.

dass ein sprachlicher Ausdruck an die Stelle eines anderen gesetzt werde, und zweitens den Fall der Subsumtion. (Es ist ja möglich, jede logische Subsumtionshandlung als einen Unterfall einer Substitutionshandlung zu interpretieren.) Er hätte aber nicht so rasch Verzicht zu leisten brauchen. Ich hoffe zeigen zu können, dass zwischen S und M Substitutionsverhältnisse möglich sind, die über das hinausgehen, was Beneke für möglich hielt.

Beneke hätte, als er die Barbara-Form analysierte, sich a priori auf einen bequemen Standpunkt stellen können; er hätte sagen können, dass, wenn uns ein Untersatz eine Substitutionsmöglichkeit präsentiert, es uns gleichgültig sein kann, wie dieser Untersatz dazu kam. Sie wird behauptet und gilt daher, und die Sache des Syllogismus ist es jetzt nur noch, diese Möglichkeit zur Tat zu machen. Aber es ist andererseits doch auch ein Verdienst, sich der Aufgabe nicht zu entziehen, die materiellen Möglichkeiten des Untersatzurteils zu prüfen, und ich habe behauptet, dass sie sich über Benekes Meinung hinaus erweitern lassen. Es kann nämlich S einen *Erscheinungsbegriff* und M einen zugehörigen *Wesensbegriff* zum Ausdruck bringen. Sagt man zum Beispiel „Wärme ist ein molekularer Bewegungszustand“, so ist dies die Inbezugsetzung eines Erscheinungsbegriffs — zu einem Wesensbegriff. Es wäre eine unangemessene Nivellierung in der Auffassung des Charakters dieses Urteils, wollte man es als ein gewöhnliches analytisches Urteil ansehen. Man möge sich vielmehr unter Wärme das vorstellen, was der Mensch subjektiv mit der Hand als Wärme fühlt; dann liegt die Molekular-Anschauung, die die Physik uns mit dem Wärmebegriff zu verbinden lehrt, in einer ganz anderen Ebene. Wir können diese physikalische Molekular-Anschauung den Wesensbegriff der Wärme nennen. Es ist leicht, über diesem Untersatz irgend einen Syllogismus aufzubauen, der dann einen bedeutenderen Charakter haben wird als das Wundtsche Beispiel von den Schwalben. Zum Beispiel könnte man den Obersatz wählen: „Molekulare Bewegungszustände müssen nach mechanischer Notwendigkeit in einer bestimmten Energierelation zu den Bewegungsvorgängen kompakter Massen stehen“. Oder man wählt den Obersatz: „Molekulare Bewegungszustände haben die Tendenz, sich über ihre räumlichen Grenzen nach aussen weiter zu verbreiten.“

Ein ähnliches Substitutionsverhältnis ist zwischen den sekundären und den primären Qualitäten auf optischem Gebiet möglich. In der Mathematik kann man eine Gleichung als den Wesensbegriff

zu einer Kurve ansprechen, deren rein synthetisch-geometrisches Bild dann den Erscheinungsbegriff ausmachen würde. Auf geisteswissenschaftlichem Gebiet können wir dem juristisch-politischen Begriff des Geldes einen nationalökonomisch-soziologischen gegenüberstellen. Ein Erscheinungsbegriff der Kunst könnte lauten: sie sei ein spielerisch absichtliches Schaffen eindrucksvoller und vielleicht auch schöner Gestalten für die Phantasie; ein Wesensbegriff der Kunst dagegen könnte lauten: sie sei bestimmt, der Menschheit Würde festzuhalten und ihren inneren Blick auf hohe und geheimnisvolle Wunder hinzulenken. Ebenso kann man für die Affekte, Leidenschaften und Tugenden oft zweierlei Arten von Begriffen schaffen, deren Substituierbarkeit dann im Untersatze eines Syllogismus behauptet werden kann.

Ich bin überzeugt, dass dies Princip eines Gegensatzes zwischen Wesen und Erscheinung eine grosse Breite und Tatsächlichkeit in den Vorgängen des Denkens hat. Aber da dieser kategoriale Gegensatz in den gegenwärtigen Systemen der Erkenntnistheorie, Metaphysik und Logik nur wenig zur Geltung gebracht wird, so muss ich fürchten, dass man ihn auf diese kurzen Andeutungen hin nicht sogleich als hinreichend geklärt anerkennen wird. Auf eine solche Klärung kann hier natürlich nicht weiter eingegangen werden. Aber es genügt, glaube ich, für den Logiker, wenn er nur zugeben kann, dass Behauptungen dieser Art, welche einen Erscheinungsbegriff zu einem Wesensbegriff in Beziehung setzen möglich sind.

Man wende nicht ein, dass es paradox sei, eine Erscheinung, die dem Wesen ungleich sei, diesem Wesen logisch zu substituieren. Die logischen Formen wissen diese Paradoxie geschmeidig zu umgehen. Es wird nämlich nicht die Erscheinung an die Stelle des Wesens gesetzt, sondern der Erscheinungsbegriff wird an die Stelle des Wesensbegriffs gesetzt. Dabei wird dann angenommen, dass metaphysisch Erscheinungsbegriff und Wesensbegriff in ein-und-dasselbe Gemeinte (den „Begriff im metaphysischen Sinne“ nach Sigwart) zusammenlaufen.

Übrigens fällt diese Schwierigkeit meiner Theorie ebensosehr als der Überwegschen Mittelbegriffs-Ursachen-Theorie zur Last. Denn auch dort kann nicht M eine Ursache schlechtweg sein, sondern man muss sich geschmeidig so ausdrücken, dass man sagt: es *enthalte* der Mittelbegriff die Ursache, oder er „*bringe sie zum Ausdruck*“. Irgendein S, das das Prädikat P haben soll, ist nicht gleichbedeutend mit den besonderen Ursachen in S, aus denen P folgt.

Ich behaupte, dass auch die Überwegsche Mittelbegriffs-Ursachen-Theorie garnicht anders Bestand haben kann, als wenn man sie der hier dargestellten erweiterten Substitutionstheorie einordnet. Ich hoffe hiermit eine Brücke zwischen diesen Theorien hergestellt zu haben.

Realgründe sind Wesenszusammenhänge, welche die Wurzeln von Ursachenlinien, die nach den Erscheinungen des Wesens hinfließen, in sich schliessen können. Wenn man z. B. fragt: Wie kommt es, dass Flüssigkeiten in dünnen Röhren bald convex bald concav gekrümmte Oberflächen zeigen? so würden die Kräfte der Cohäsion und Adhäsion hierin ursächlich mitspielen; aber mit der Bezeichnung dieser Ursachen wäre das ganze Problem noch nicht aufgeklärt. Man muss auch noch zeigen, wie diese Kräfte unter den gegebenen Bedingungen zusammenspielen. Das gesamte, in diesem Sinne durchkonstruierte Bild würde das *Wesen* jener Erscheinungen uns vor Augen stellen.

Wenn die Marxistische Geschichtsauffassung Recht hätte, so wäre die Struktur der Wirtschaftsgeschichte der Realgrund für die Struktur der Geistesgeschichte, aber nicht ihre Ursache; Ursachen-Verhältnisse könnten aber sehr wohl zwischen beiden Schichten der Historie hin- und herfließen. Wollte man durchaus dem Causalverhältnis alle transcendente Dignität allein zuschieben, so bliebe gleichwohl die Notwendigkeit bestehen, subjektiv noch andere und breitere Schemata für die logischen Verhältnisse bereit zu halten, und ein solches wäre das Realgrundverhältnis oder das Wesen-Erscheinungs-Verhältnis.

Diese Theorie von den Realgründen habe ich im Jahre 1915 in der Zeitschrift für Philosophie und Philosophische Kritik in einem Aufsatz „Grund und Folge“ vorgelegt.

Ich vermag heute folgendes nachzutragen. Man unterscheidet zwischen wesentlichen und ausserwesentlichen Merkmalen eines Begriffs. Es mag schwer sein, eine unzweideutige Erklärung von diesem Unterschiede zu geben; aber folgendes können wir in Anlehnung an die Überlieferung feststellen. Ein Begriff kann mehr Merkmale in sich aufnehmen, als zu seiner zweifelsfreien Unterscheidung in der Anwendung nötig sind. Dies Mehr an Merkmalen erzeugt dann keine Unterbegriffe; der Umfang des Begriffs — gemessen an den Tatsachen der Realität — wird durch das Mehr an Merkmalen nicht verengert. In diesem Sinne lehnen sich die ausserwesentlichen Merkmale an die wesentlichen an, und man sagt dann gern (im Hin-

blick auf mathematische und mechanische Beispiele), dass die unwesentlichen Merkmale aus den wesentlichen ableitbar seien. Wir wollen nun annehmen, dass für die Praxis des logischen Denkens die Reihenfolge dieser wesentlichen und ausserwesentlichen Merkmale nicht unbedingt feststehe. Je nach dem Stande der Erkenntnis könnte dann wohl ein Begriff auf verschiedene Weise aus Merkmalen zusammengesetzt werden, ohne dass sein Umfang und sein metaphysischer Sinn (nach Sigwart) verändert würden. Im allgemeinen wird man bei der Fassung eines Begriffs ein paar wesentliche Merkmale mit ein paar ausserwesentlichen Merkmalen mischen; es kann dies in verschiedener Weise geschehen, und es wäre der Grenz-Fall denkbar, dass ein und derselbe Begriff (in metaphysischem Sinne), das eine Mal durch lauter wesentliche Merkmale ausgedrückt würde und das andere Mal durch lauter ausserwesentliche.

Durch diese Darlegung wird die Behauptung eine stärkere Grundlage erhalten haben, dass Beneke Unrecht hatte, sein Princip der Substitution für so sehr unfruchtbar zu halten. Es ist vielmehr klar, dass man einen Begriff auf mannigfache Weise fassen kann, ohne dass es immer angemessen wäre, dies als ein analytisches Herausziehen eines notwendigen Oberbegriffs anzusehen. Einen besonders charakteristischen und wichtigen Gegensatz zweier solcher möglicher Begriffsfassungen bezeichnen wir als den Gegensatz von Wesensbegriff und Erscheinungsbegriff.

Fälle, in denen M einen Wesensbegriff und S einen Erscheinungsbegriff darstellt, sind meiner Meinung nach die stärksten Fälle gedanklichen Erfolgs, den ein Syllogismus darzustellen fähig ist. Als Beispiel diene uns der Syllogismus Überwegs, der die Erklärung der Taubildung auf Wiesen am Morgen nach heiteren Nächten darstellt. Will man populär und einfach reden, so könnte man sagen, die Erscheinung sei dem Beschlagen eines Augenglases vergleichbar, wenn man an einem Wintertage von der Strasse in ein Geschäftshaus eintritt. In Barbaraform lautet die Erklärung so:

„Jeder kalte Gegenstand zieht aus der weniger kalten Atmosphäre die darin enthaltenen Wasserdünste an und bringt dieselben zum Niederschlag.“

Die Oberfläche der Erde und besonders auch der Pflanzen ist in heiteren Nächten (infolge der Wärmeausstrahlung nach dem Weltraum hin) kälter als die Atmosphäre.

Also zieht diese die Wasserdünste aus der Atmosphäre an sich und bringt sie zum Niederschlag.“

Blicken wir auf die Betrachtung zurück, welche den Wert des Syllogismus im Sinne der Substitutions- und Mittelbegriffs-Theorien ins Licht setzen sollte, so finden wir folgendes. Es ist von vornherein selbstverständlich, dass hinsichtlich des Fortschrittes von den Prämissen zur Conclusio die nach den Substitutions und Mittelbegriffstheorien betrachteten Fälle uns nichts anderes lehren können als die nach der Subsumtionstheorie betrachteten Fälle. Aber etwas ganz anderes tritt hervor. Diese zuletzt betrachteten, stärksten aller Barbara-Schlüsse wollen gar nicht die Bedeutung haben, eine Conclusio zu liefern, durch die unsere Erkenntnis erweitert würde. Sondern im allgemeinen ist es hier so, dass die Conclusio (als Urteil) uns längst bekannt war. Wenn wir nun über dieser Conclusio einen Syllogismus errichten, so leitet uns dabei ein ganz anderes Erkenntnisideal als das, unser Tatsachen-Wissen zu vermehren. Diese Realgründe der Barbara Syllogismen sind etwas ganz anderes als die Erkenntnisgründe in Cesare und Darapti. Im allgemeinen dienen Erkenntnisgründe dazu, eine Tatsache *festzustellen*, die nicht unmittelbar sichtbar ist. Realgründe dagegen dienen dazu, festgestellte Tatsachen, seien sie sichtbar oder erschlossen, zu *erklären*, d. h. sie aus inneren Zusammenhängen ihrer Möglichkeit nach begreiflich zu machen. Wenn ich nicht bereits gewusst hätte, dass die Erde an gewissen Morgen mit Tau bedeckt sich zeigt, so würde ich schwerlich darauf verfallen sein, auf diesem Umwege, den der Syllogismus nimmt, es erfahren zu wollen.

Wir erkennen in dieser Situation von neuem, dass die inneren Gedankenformen, die man gern mit der äusseren syllogistischen Form verbindet, unter einander höchst ungleich sind, so dass es uns immer fragwürdiger und fragwürdiger werden muss, ob diese Copulation so ungleicher Systeme sinnvoll und angemessen oder ob sie mehr oder weniger erkünstelt ist.

Wie schon gesagt wurde, ist in dem Beispiel vom Morgentau die Ableitung der Conclusio aus den Prämissen genau so zu beurteilen als bei dem Beispiel von der Sterblichkeit des Cajus. Mit der inneren Form dieser Ableitungsbewegung, die wir oben in Anlehnung an Ziehen aufzuklären versucht haben, verbindet sich hier aber eine andere innere Form des Gedankens; diese ist durch den Zweck bestimmt, eine Erklärung des Tauphänomens zu liefern. Diese Zielbestimmtheit des Gedankenganges ist von noch mehr innerer Natur als der Vorgang der Verwandlung einer Potentialität in eine Aktualität. Sie bildet das Allerinnerste des geistigen Geschehens und

die hierdurch bestimmte Form des Gedankens hat die grösste Dignität unter allen Formen, die man an ihm finden kann. Freilich könnte auch wohl ein Andersdenkender diese Behauptung über die Dignitäten oder den Vorrang der Formen als eine Sache der persönlichen Ansicht bezeichnen. Eine vollgültige Entscheidung hierüber könnte nur im Rahmen eines ganzen Systems der Philosophie versucht werden.

Man hätte sich also vorzustellen, dass die Analyse eines Gedankens nicht bloss *eine* innere und *eine* äussere Form desselben festzustellen habe, sondern dass es auch drei und mehr Form-Schichten geben könne, die übereinander oder um einander gelagert wären. Derartige abstrakte Zerlegungen werden niemanden befremden; denn sie sind in allen Geisteswissenschaften gebräuchlich.

Was den Begriff der Erklärung anbetrifft, so gehört er offenbar in jene Auffassung des Logischen, die am stärksten sachlich an der Objektivität orientiert ist. Es ist hier auf die Unterscheidung zu verweisen, die wir bei der Besprechung des Problems der Induktion getroffen haben. Wir sagten dort, dass es eine Aufgabe der Logik sein könne, den Rahmen festzustellen, in den alle Einzelergebnisse einer fertigen Wissenschaft sich einordnen lassen müssten. Manchem mag es so erscheinen, als ob das Gesetz dieses Bauplanes wesentlich in dem Verhältnis des Allgemeinen zum Besonderen begriffen sei. Mir will es scheinen, als ob der Formenreichtum dieses allgemeinen Bauplanes grösser sein müsse und als ob darin auch für den Unterschied von Wesen und Erscheinung Raum sein müsse. Erklärung im besten und eigentlichen Sinne stützt sich, so meine ich, nicht auf das Verhältnis des Allgemeinen zum Besonderen, sondern auf das Verhältnis des Wesens zur Erscheinung.

Manchem wird es vielleicht nahe liegen, anstatt von „Erklärung“ zu sprechen, lieber das Wort „Begründung“ heranzuziehen. Aber eben dies Wort habe ich vermieden, da es vieldeutig ist und daher der Aufhellung der Schwierigkeiten im Wege steht. Denn das Wort Begründung klingt an den Begriff des Beweisens an, und wir haben uns bemüht, zwischen einer Logik der ontologischen Ordnung der Dinge und einer Logik der Beweisführung und einer Logik des zeitlichen Fortschrittes der Gedanken zu unterscheiden.

Mit den bisher besprochenen Typen von Barbara-Schlüssen ist der Reichtum an Möglichkeiten von inneren Formen noch nicht erschöpft. Wir haben noch denjenigen Typus ins Auge zu fassen, den man als das Konsequenzen-Ziehen im expansiven Sinne be-

zeichnen könnte. Wir meinen Fälle, wie wenn jemand aus dem Dasein Gottes Folgerungen über die Bestimmung des Menschen zieht, oder wie wenn jemand aus der Lehre von Angebot und Nachfrage Folgerungen über die zu erwartenden Lohn-Verhältnisse in der Arbeiterklasse zieht. Oder es zieht jemand aus dem Satze von der Erhaltung der Energie die Folgerung, dass ein perpetuum mobile unmöglich sei. Vom Standpunkt eines allzu einfachen logischen Schematismus könnte man glauben, dass das Problem dieser Fälle bereits mit dem bisher Gesagten erledigt sei. Denn, so könnte man meinen, wenn die Prämissen die Gründe für die Conclusio sind, so ist die Conclusio die Folge der Prämissen. Das Verhältnis sei ein gegenseitiges und mit dieser Feststellung sei alles erschöpft, was man darüber sagen kann.

Dementgegen ist es das Ziel meiner Untersuchung, hinter der alles verhüllenden, immer gleichen äusseren Form die inneren Mannigfaltigkeiten der Gedankenbewegung und der sie beherrschenden Interessen aufzuspüren. Denn von diesen inneren Dingen müsste ja doch Sinn und Wert der jeweiligen Anwendung der Barbaraform abhängen, wofern man überhaupt innerhalb aller ihrer breitesten Anwendbarkeit Wert-Unterschiede herausbringen will.

Nun ist es etwas ganz anderes, wenn jemand eine bekannte Tatsache zu erklären sucht, als wenn er, an sie anknüpfend, Neues zu entdecken strebt oder auch es durch einen Zufall wider Erwarten entdeckt. Dieser wichtige Typus von Gedankenentwicklung ist aber auch von jenem zuerst besprochenen Mill-Ziehenschen Typus verschieden, bei dem es sich immer nur darum handelt Gesetze anzuwenden (potentielle Begriffe zu aktualisieren). Es ist zweifellos, dass die Menschen den Anspruch erheben, in einer reicheren und freieren Weise, im Sinne der oben angedeuteten Beispiele, Folgerungen ziehen zu können; ob ihnen dies aber in strenger Form möglich ist und ob daher irgendein syllogistisches Schema sich dazu benutzen lässt, das bliebe noch zu prüfen.

Sehen wir uns also zunächst vorurteilslos das innere Gefüge dieser Gedankengänge an, denen wir uns jetzt zuletzt noch zuzuwenden haben!

Man sagt zwar, jemand ziehe aus einem *Satze* die Consequenzen, wie etwa aus dem Satze, dass es ein Leben nach dem Tode gebe, oder aus dem Satze, dass Angebot und Nachfrage alle Preise bestimmen. Aber in Wahrheit ist es die *Anschauung von einem Gesamt-Tatbestande oder Sachverhalt*, auf die sich der Vorgang des hier

gemeinten Folgerns stützen muss. Aus diesem Gesamt-Tatbestand wird nur ein hervorragendes Moment durch einen besonderen Satz zum Ausdruck gebracht. Auf den innerlich angeschauten Gesamt-Tatbestand wird alsdann ein neuer von aussen herbeigezogener Gesichtspunkt angewendet, und dadurch ergibt sich dann das, was man Consequenz oder Folgerung nennt. So ist z. B. aus dem nationalökonomischen Satze von Angebot und Nachfrage gefolgert worden, dass sich die Löhne der Arbeiterschaft naturnotwendig zu allen Zeiten an der Grenze der Verelendung halten müssten. Der neu herbeigezogene Gesichtspunkt, durch den diese Consequenz im Anschluss an jene Prämisse hervortritt, ist die Verfolgung des Zusammenspiels der wirtschaftlichen Entwicklung mit der Vermehrung des Menschengeschlechts. Der Denkende vergegenwärtigt sich also einen gewissen Ablauf des Geschehens durch mehrere Generationen hindurch. Dies nenne ich die Anwendung eines besonderen Gesichtspunkts; denn es versteht sich bei der Vorstellung des Tatbestandes, auf den jener erste nationalökonomische Satz hindeutete, nicht von selbst, dass das Spiel von Angebot und Nachfrage in der Anschauung mit anderen Momenten verknüpft und durch Generationen hindurch verfolgt werde.

Wenn man sich fragt, wie ein solches Folgerungen-Ziehen sich syllogistisch darstellen lasse, so will es mir scheinen, als ob der wirkliche Nerv des Gedankens sich nicht in der Notwendigkeit einer Verknüpfung zweier Urteile wiedergeben lässt. Der formale Logiker vermag aber immerhin einiges zu tun, um seine Formen anzubringen. Er könnte z. B. das hypothetische Urteil bilden: „Wenn das Gesetz von Angebot und Nachfrage auch für Arbeitsverhältnisse gilt, so müssen die Löhne der Arbeiter sich an der Grenze der Verelendung halten“. Dieses Urteil könnte dann mit einem andern hypothetischen Urteil oder einem thätisch-kategorischen Urteil verknüpft werden, und so würde man einen jener Schlüsse herausbekommen, die Sigwart so sehr anpries, weil sie dem Geiste der modernen Wissenschaft am gemässesten seien.

Es war unsre Absicht, nicht auf die hypothetischen Schlüsse einzugehen, sondern nur die kategorischen zu untersuchen. Wollen wir dabei bleiben, so können wir immer noch den Versuch machen, auch die gedachten hypothetischen Schlüsse in kategorische zu verwandeln. Ein solcher Schluss könnte lauten:

Das Naturprincip der Arbeiter-Löhne ist das Gesetz von Angebot und Nachfrage.

Das Gesetz von Angebot und Nachfrage führt zur Verelendung der Arbeiterklasse.

Ergo: Das Naturprincip der Arbeiterlöhne führt zur Verelendung der Arbeiterklasse.

Bei Gedankendarstellungen dieser Art ist es zweckmässig, nicht, wie früher, mit der M—P—Prämisse, sondern mit der S—M—Prämisse zu beginnen. Es stimmt diese Anordnung damit überein, dass diese Art des Folgerungen-Ziehens oft zu Kettenschlüssen fortgesetzt werden kann. So könnte zum Beispiel auf die soeben gewonnene Konsequenz gleich darauf der weitere Gesichtspunkt angewendet werden, dass die menschliche Freiheit, sobald sie ein Gesetz erkannt habe, es dialektisch aufzuheben fähig sei. Man könnte auch nach andern Richtungen hin weitere Folgerungen ziehen.

Geben wir uns darüber Rechenschaft, ob die wahre innere Form der Gedanken-Entwicklung in diesen syllogistischen Kunstücken adäquat zum Ausdruck kommt, so wird die Antwort zögernd und zweifelnd lauten. Denn man wird einsehen, dass die Quintessenz jenes Malthus-schen Schlusses in dem einfachen hypothetischen Urteil eingehüllt und verborgen bleibt: „Wenn das Gesetz . . . gilt, so verelendet die Arbeiterklasse.“ Oder kategorisch „Das Gesetz führt zur Verelendung.“ Die beste Energie des Denkens muss also zur Bildung der Prämissen ausgegeben werden, noch ehe wir an den Vorgang der Prämissen-Verknüpfung herantreten. Innerhalb dieser Prämissen entscheidet sich alles Wesentliche, wovon die Güte des Erfolgs meines Nachdenkens abhängt; die Zusammenfassung der Prämissen zur Conclusio geht bestenfalls dem innerlich-wesentlichen Verfahren „schützend zur Seite“, wie Trendelenburg sagt.

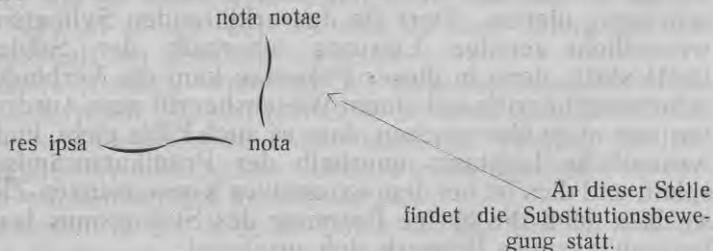
Dies Ergebnis kann uns nicht sehr überraschen, wenn wir es mit dem vergleichen, was oben über Erdmanns inductiv-deduktiven Cajus-Schluss und über die Substitutions-Schlüsse nach Barbara gesagt worden ist, die der Erklärung einer bereits bekannten Erscheinung dienen. Dort (in den erklärenden Syllogismen) fand die wesentliche geistige Leistung innerhalb der Subjekts-Prämisse (SM) statt; denn in dieser Prämisse kam die Verbindung eines Erscheinungsbegriffs mit einem Wesensbegriff zum Ausdruck. Es kann uns nun nicht überraschen, dass es auch Fälle giebt, in denen sich die wesentliche Leistung innerhalb der Prädikatsprämisse (MP) abspielt, und dies ist bei dem expansiven Konsequenzen-Ziehen der Fall, so dass dann die übrige Formung des Syllogismus fast nur wie ein herumhängendes Beiwerk sich ausnimmt.

Wenn es wahr sein sollte, dass das Charakteristische der äusseren syllogistischen Form mit keiner der beiden betrachteten inneren Gedankenformen vollkommen harmoniert — und wir hoffen dies noch weiter zeigen zu können — so kommt als eine Ehren-Erklärung für den Barbara-Schluss noch die Formel in Betracht, dass das Dasein der äusseren syllogistischen Form symbolisch für das Dasein eines inneren Gesetzes der Synthesis dastehen möge. Ob dann die Form der kategorischen Schlüsse ein besseres und lebensvolleres Verhältnis zu dem einen oder zu dem andern der beiden von uns dargestellten inneren Gedankentypen hat, ist nicht der Mühe wert zu untersuchen. Ich persönlich würde geneigt sein, den erklärenden Syllogismen (wie im Beispiel von der Taubildung) den Vorzug zu geben.

Es geziemt sich, dass ich noch ein Wort über die Kantische Formel sage: *Nota notae est nota rei ipsius*. Im Zusammenhang mit dem Sinn dieser Formel steht das Benno-Erdmannsche Einordnungsprincip, durch das er die Verbindung der Prämissen erklären will. Ich will dasselbe hiermit erwähnt haben, muss aber auf ein näheres Eingehen auf dasselbe verzichten.

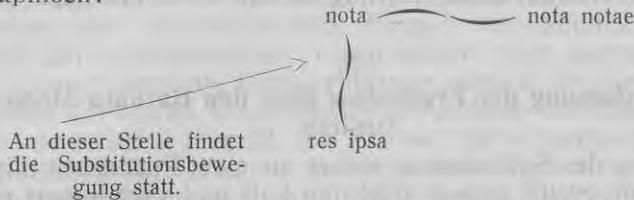
Der Satz *Nota notae est nota rei ipsius* ist glücklich geprägt, insofern er eine formelle Allgemeinheit hat. Wenn wir ihn jedoch innerlich verstehen wollen, müssen wir uns die mehr konkrete Frage vorlegen: An welcher Stelle hat man sich die Bewegung der Glieder des Syllogismus und die Einsetzung des einen für das andere vorzustellen? Die Antwort könnte so lauten, dass man sich die *res ipsa* mit ihrer primären *nota* als feststehend vorzustellen habe und dass nun eine Substitution an der Prädikats-Stelle stattfindet, indem dort die neue *nota* (die *nota notae*) an die Stelle der primären *nota* (*rei ipsius*) einträte. Ich würde diese Deutung als ungeschickt, wenn auch nicht als absolut ausschliessbar, ansehen.

Graphisch:



Die andere mögliche Antwort müsste lauten, dass ich das Urteil, das in den Worten *nota notae* angedeutet ist, unverändert in seinem Bestande erhalte und dieses ganze Urteil so verschiebe, dass sein Subjekt mit der *res ipsa* zur Coincidenz gebracht wird.

Graphisch:



In diesem Falle, den ich für den natürlicheren halte, kommt das Kantische Princip mit dem Princip der zu aktualisierenden Potentialität einer Prämisse überein. Ich möchte aber diesem letzteren Princip den Vorzug vor dem Kantischen Princip geben, weil es den Grund des Kantischen Princip enthält. Das Kantische Princip ist eine allgemein-formelle Zusammenfassung dessen, was im Syllogismus geschieht, aber es erklärt nichts. Es muss also auf das Princip der zu aktualisierenden Potentialität einer Prämisse gestützt werden.

Will man sich auf den Standpunkt stellen, dass eine Substitution an der Prädikats-Stelle statthaft sei, so dass also P an die Stelle von M (in S ist M) hinbewegt wird, so würde der Grundsatz „Nota notae est nota rei ipsius“, weil er diesem Fall gerecht zu werden vermag, zum Teil neben unser Potentialitäts-Actualitäts-Princip treten.

Ein Beispiel für diesen Fall könnte lauten:

Der Baum ist grün
Grün ist farbig
Ergo der Baum ist farbig.

Man sieht wohl, dass dieser Typus, selbst wenn er ein inneres selbständiges Recht haben sollte, nicht viel Bedeutung für das wirkliche Denken haben dürfte. Man könnte ihm den Namen der „prädikatverärmernden (= verdünnenden) Urteilsumbildung“ geben. Alles in allem hätten wir dann vier Typen innerhalb des Rahmens der Barbaraform gefunden: 1) die subjekt Konkretisierende Urteilsanwendung, 2) die erklärende Prämissenkonstruktion, 3) das expansive Consequenzenziehen und 4) die prädikatverärmernde Urteilsumbildung.

Vom Identitätsprincip, das man zur Erklärung der Probleme der Syllogistik sonst viel heranzieht, war in unserm Zusammenhange nicht zu sprechen, obwohl es sicher für eine Seite der syllogistischen Probleme unentbehrlich ist. Aber zur Lösung der von uns aufgeworfenen Differentialfragen vermag es nichts beizutragen.

5.

Zusammenfassung der Ergebnisse über den Barbara-Modus und Zusätze.

Die Form des Syllogismus, sofern sie zwei Prämissen mit einander verknüpft, bleibt immer steif und kalt und sagt immer nur einförmig das Gleiche; aus ihr kann man nichts herausholen, es sei denn so viel, als sich aus den allgemeinen Gesetzen der Subjekts-Prädikats-Verknüpfung des Urteils ableiten lässt. Will man also ein kräftigeres Leben im Syllogismus haben, so muss dies durch die Materie der Prämissen in ihn hineingebracht werden. Es ist also wahrscheinlich nur eine Täuschung, wenn man die Fruchtbarkeit des Syllogismus durch solche Einführung inhaltreicher Prämissen retten zu können glaubt.

Trotzdem sind die Syllogismen nicht sinn- und wertlos. Es kann zweckmässig sein, einen mehrteiligen Denkakt in der Folge solcher drei Sätze darzustellen. Nur muss man dies nicht Produktivität des Syllogismus nennen.

Das der Syllogismus inhaltlich nicht produktiv sein kann, werden viele als selbstverständlich bezeichnen (z. B. Kant), da doch aus den Prämissen die Conclusio mit Notwendigkeit folgen soll. Wie sollte ihr Inhalt aus den Prämissen herausgezogen werden können, wenn er nicht bereits darin läge? Auch alle diejenigen, welche den Syllogismus auf das Identitätsprincip stützen, müssen eine Produktivität hinsichtlich des Inhalts ablehnen. Es bleibt also nur der Gedanke an eine Produktivität hinsichtlich der Form: derselbe Inhalt kann in einer andern Satz — oder Urteilsform — ausgedrückt werden. Analog kann man im Mathematischen ein Längenmass entweder in Metern oder in Centimetern ausdrücken. Die Umwandlung des einen Ausdrucks in den andern kann man eine Produktivität in der Form nennen. Beim Syllogismus ist hierbei noch der Umstand bemerkenswert, dass man in der Conclusio nur einen Teil des in den Prämissen gewussten Inhalts wiedererscheinen lässt.

Indem ich mich jedoch von allen diesen Fragen, die den Erschei-

nungen der sprachlichen Satzform und Satzfolge näher liegen, mehr zurückhielt, war es mir weit mehr darum zu tun, einen Begriff von der inneren Form des Gedankens geltend zu machen, der dem Begriff der Synthesis bei Trendelenburg verwandt ist. Ich durchschritt diesen Weg, obwohl ich voraussah, dass dabei zwar gewisse Anwendungen der syllogistischen Form verständlicher werden, der Wert der syllogistischen Form selbst aber nichts gewinnen würde — es sei denn die Ehrenerklärung, dass er als ein leidlich gutes Symbol auf etwas Wertvolles ganz anderer Art hindeute. Der von mir eingeführte Begriff der inneren Gedankenform steht dem metaphysischen Form-Begriff des Aristoteles nahe.

Es hat sich mir gezeigt, dass diese inneren Formen für alle Fragen der Methodenlehre und des Wissenschaftsfortschritts das Wesentliche und Wichtige sind und dass sie sich der Einzwängung in die äussere syllogistische Form entziehen, sobald man dem natürlichen Organismus dieser inneren Zusammenhänge nachgeht und diesen inneren Formen die ihnen gebührende Breite und das ihnen gebührende Recht einräumen will. Das Denken unterliegt höheren und strengeren Gesetzen, als denen der Association; aber diese Gesetze lassen sich nicht auf sinngemässe Weise erfassen, wenn man sie mit dem Problem verkettet: Wie kann ich aus zwei Urteilen ein drittes machen, ohne inhaltlich nachzudenken und doch so, dass das dritte in der Form von den beiden ersten abweicht?

Es ist aus früher angeführten Gründen begreiflich, dass die erste Figur sich auf mannigfaltigere Weise mit inneren Gedankenformen verbinden kann als die anderen Figuren und Modi. Wir fanden innerhalb des Barbara-Modus vier Typen von Gedankenwegen, welche sich durch diesen Modus darstellen lassen. Ein erster Typus liess sich illustrieren an dem Schluss vom allgemeinen Planeten-Bewegungsgesetz auf die zu erwartende Bewegung des noch unentdeckten Neptun. Wir bedurften zur Erklärung dieses Typus des Princip der Subsumtion verbunden mit dem Princip eines möglichen potentiellen Sinnes von Urteilen, der in einen aktuellen Sinn überzugehen bestimmt ist. (Subjektkonkretisierende Urteilsanwendung)

Ein zweiter Typus liess sich gewinnen, wenn man zu dem Subjekt „Wärme“ etwa den Mittelbegriff „molekularer Bewegungszustand“ oder zu dem Subjekt „Brechstange“ den Mittelbegriff „Hebel“ fügte. Dann liessen sich Prädikate, die diesen Mittelbegriffen zukamen, auch von den Subjekten aussagen. Drückt man sich

über diese Fälle so aus, wie es hiermit eben geschehen ist, so wird man ihnen aber nicht ganz gerecht; denn dann wäre die innere Form des Gedankens keine andere als beim Neptun-Beispiel. Zweifellos lassen sich die Beispiele von der Brechstange und von der Wärme in dieser einfachen Weise auffassen; aber etwas anders ist bei ihnen zumeist beabsichtigt. Meist nämlich kommt es uns nicht darauf an, zu beweisen, dass die Brechstangen zur Kraftersparnis dienen und dass die Wärme die Körper ausdehnt, sondern es kommt uns bei der Einführung jener Mittelbegriffe darauf an, diese Tatsachen, die uns bereits als gesichertes Wissen feststehen, zu *erklären*.

Ich bemerke hierzu nur noch, dass nach meiner Überzeugung der *Beweis* für irgendwelche Tatsachen in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle ganz andere Wege geht und naturgemäss gehen muss, als die *Erklärung* sie geht, deren Zweck es nicht ist, die Tatsachen als Tatsachen zu sichern, sondern sie in ein gewisses Licht zu setzen, durch das sie für unsere Vernunft befriedigender werden. Wir sagen dann: wir *begreifen*, wir *verstehen* jetzt, was wir bereits wussten.

Wir fanden das Charakteristische des Brechstangen-Hebel-Beispiels nicht in dem logischen Verhältnis einer Subsumtion, sondern in dem einer Substitution. Wir sagten: der Begriff eines Wesens wird dem Begriff einer Erscheinung substituiert. Unzweifelhaft ist es formal möglich, das logische Verhältnis so aufzufassen, dass man sagt: Die Brechstange ist eine Unterart des Hebels. Allein diese subsumtive Form dient, so drückten wir uns aus, nur zur Verkleidung und zur logisch formalen Erleichterung eines Vorganges, der im Grunde von ganz anderem Typus ist. Dieser tiefere Vorgang ist eben die Substitution eines Wesensbegriffs für einen Erscheinungsbegriff.

Hiermit hatten wir zugleich eine Verbindung zu denjenigen Mittelbegriffs-Theorien des Syllogismus hergestellt, welche nach der Art Überwegs alles darauf ansetzen, dass im Mittelbegriff die Ursache zum Ausdruck kommen müsse. Ein Subjektsbegriff und eine Ursache, aus der das Prädikat folgt, sind zwei Dinge, die sich nicht ohne weiteres mit einander vertauschen oder für einander einsetzen lassen. Wenn es aber gelingt, die Ursache in einen Wesensbegriff einzuschmelzen und diesen Wesensbegriff mit dem Subjekt-Erscheinungs-Begriff in einen Merkmalsreihen-Zusammenhang zu bringen, wie wir es im vorigen Kapitel als möglich zeigten, so ist die Substitution, die der Untersatz des Syllogismus vorschlägt, logisch

einwandfrei. Wenn wir in solchen Fällen den Wesensbegriff, in den die Ursache eingeschmolzen ist, Realgrund nennen, so ergibt sich hier eine Möglichkeit, zwischen Ursache und Realgrund deutlich und sinnvoll zu unterscheiden.

Es ist aber klar, dass alle diese Probleme ein viel weiteres und tieferes Gebiet umfassen als das der Syllogistik. Ein Mangel der hier in Betracht kommenden formalen Möglichkeiten des Syllogismus liegt in folgendem. Das Prädikat muss, damit ein Syllogismus gebildet werden kann, sowohl der Schicht des Wesens als auch der Schicht der Erscheinung angehören, und zwar so, dass bei ihm eine Übersetzung aus der Sprache der Wesensbegriffe in die Sprache der Erscheinungsbegriffe nicht nötig ist. Man könnte also auch sagen: das Prädikat muss ausserhalb der eigentümlichen Wesensbegriffssphäre und ausserhalb der eigentümlichen Erscheinungsbegriffssphäre liegen, und doch mit jeder der beiden Sphären in Verbindung gebracht werden können. Diese Bedingung stellt offenbar eine Bedingung für die Möglichkeiten der inneren Form des Gedankens dar, die nur beseitigt werden könnte, wenn man die innere Form des Gedankens von dem Zwang der syllogistischen Einkleidung befreit. Da aber das Dasein der syllogistischen Form von alters her die Menschheit dazu angeregt hat, gerade die Gedankenbewegungen des Erklärens in sie hineinzugeheimnissen, so dürfen wir immerhin das Dasein der Barbara-Form als ein Symbol für das Dasein der inneren Form der Erklärung ansprechen.

Wir haben gefunden ferner, dass es noch weitere, abermals andersartige innere Gedankenformen gibt, die sich in die äussere Barbara-Form hineinfügen lassen.

Indem wir in dieser Absicht die Gedankenform des expansiven Konsequenzen-Ziehens betrachteten, mussten wir uns freilich zu der Meinung bekennen, dass für diese Gedankenform Sigwart Recht habe, wenn er meint, die hypothetischen Schlussfiguren eignen sich zu ihrer Darstellung besser als die kategorischen.

Im tieferen Sinne zieht man eine Folgerung, wenn man einen Tatbestand des Lebens oder irgend einer sonst gedachten Existenzsphäre unter einen von aussen her frisch herangezogenen Gesichtspunkt stellt. Wir haben dafür ein Beispiel aus der Nationalökonomie betrachtet.

Es drängte sich aber bei der Betrachtung dieser hypothetischen Schlüsse und Schlussketten uns die Vermutung auf, dass Sigwart hier vielleicht mit einem an sich richtigen Gedanken eine unbewusste

Geschicklichkeit verbunden habe, das Problem des Schliessens zu verhüllen und zu verschieben. Hierüber ist noch einiges Nähere jetzt hinzuzufügen. Die hypothetischen Urteile sind selbst verkleidete und unvollkommene oder unvollkommen dargestellte Schlüsse (in die Ebene des Problematischen gerückt) und hierdurch muss sich uns der Verdacht bestärken, den wir oben nur auf Grund des betrachteten Beispiels aussprechen durften, dass nämlich in den Sigwart'schen hypothetischen Schlussketten alle Schwierigkeiten des wirklich wesentlichen geistigen Geschehens in die hypothetischen Prämissen gesteckt werden, während in der Verknüpfung dieser Prämissen nur eine ziemlich äusserliche Energie der Anordnung des Gedankenganges in einzelne Schritte sich auswirkt.

Wir zeigen dies an dem folgenden Beispiel, das wir jedoch in die kategorische Form kleiden.

Die Brechstange dient zur Kraftersparnis

Was zur Kraftersparnis dient, erfordert um so grössere Arbeitswege der angreifenden Kraft.

Was in solcher Weise wirkt, kann die Energieleistung zweckmässig für die menschliche Muskulatur verteilen, ohne sie gedoch zu verringern.

Ergo: Die Brechstange kann die Energieleistung zweckmässig für die menschliche Muskulatur verteilen, ohne sie gedoch zu verringern.

Das eigentliche Gewinnen neuer Gesichtspunkte, durch die beim Anblick des gleichen Gegenstandes immer neue Konsequenzen hervortreten, vollzieht sich innerhalb der Prämissen. Dass wir eine so kunstvolle Schlusskette bauen können, beruht darauf, dass wir den Gedankengang, der uns zur letzten Conclusio führt, in mehrere Schritte zerlegen können. Diese Teilungsmöglichkeit des geistigen Fortschritts und die Crystallisationsfähigkeit desselben zu vorläufigen Resultaten in fester Urteilsform ist das einzige Essentielle, was dieser syllogistischen Formung zugrunde liegt. Wenn man also auf die Notwendigkeit in der syllogistischen Form stolz wäre, so wäre das etwa das Gleiche, als wenn jemand sagen würde: er sei mit Notwendigkeit vom Rainis-Boulevard zum Nationaltheater gelangt, weil er zu Fuss gegangen sei. Im Gehen zu Fuss nämlich liege die Notwendigkeit, dass man abwechselnd auf dem einen Fuss stehen bleibt, um den andern vorzusetzen. Genau so verbindet der Syllogismus mit strenger Notwendigkeit auf bestimmte Weise ein Urteil

mit dem anderen, wie das Gehen einen Schritt mit dem andern verbindet. Aber würde man nicht eigentlich einen anderen und tieferen Grund erwartet haben, wenn man nach der Notwendigkeit fragt, die mich zum Nationaltheater geführt hat? So steckt nun auch in den Erwägungen über Kraft und Energie der Brechstange eine tiefere Notwendigkeit, welche wirklich wertvoll ist. Diese aber kommt im Syllogismus garnicht zum Ausdruck, weil sie bereits in der Fertigstellung der Prämissen sich ausgewirkt hat.

Die Bündigkeit, mit der diese Schritte sich an einander heften, betrügt uns, wenn sie uns jene weit innerlichere Bündigkeit zu vertreten oder zu ersetzen scheint, die innerhalb der hypothetischen Prämissen als hergestellt behauptet aber nicht erwiesen wird. Die Notwendigkeit, welche die syllogistische Verbindung herstellt, ist nur ein Symbol oder nur eine geringfügige Teilerfüllung der Gesamtnotwendigkeit, von der, wie wir wünschen, unser Folgerungen-Ziehen in seiner Gesamtheit beherrscht sein sollte. Worin aber die innere Form jener Notwendigkeit bestehen könnte, die die hypothetischen Prämissen einer solchen Kette gestaltet, das zu sagen, ist hier nicht der Ort. Vielleicht betrügt man sich hier mit überspannten Hoffnungen. Vielleicht kann alles, was in wirklicher geistiger Energie und als wirkliche Erkenntnis-Schöpfung geleistet wird, nur in der Form eines fertigen Urteils mit einem Male präsentiert werden, ohne dass der innere Wert der angewandten Methodik in der Form des Resultats zum Ausdruck gebracht werden kann. Andererseits wäre dann vielleicht alles, was in logischen Formen zum Ausdruck gebracht werden kann, soweit es formal ist und formal durchsichtig ist, ohne jenen Lebens- und Erfolgs-Wert des Denkens, den die tiefer interessierten Logiker gern in ihren Form-Theorien hätten sich sichern mögen. Doch diese Fragen liegen über den Kreis der hier vorgelegten Arbeit hinaus.

So hätten wir nun (indem wir den elenden Typus des Beispiels vom grünen Baum übergehen) drei Typen innerer Gedankenformen aufgefunden, die sich mit der äusseren Form der Barbarafigur verbinden können: 1) die Form derjenigen Gedankengänge, die an Induktionen anknüpfen, um sie deduktiv auf neue Fälle auszudehnen; 2) die Form der Realgrund-Angaben für bereits als sicheres Wissen feststehende Tatsachen; 3) die Form des expansiven Folgerungen-Ziehens, welches nicht an Dinge und Eigenschaften allein und nicht an Urteile allein, sondern an ausgedehnte relationenreiche Tatbestände anknüpft, um aus ihnen immer neue Beziehungen als Fol-

gerungen herauszuheben. Es ist möglich, dass diese Aufzählung nicht vollständig ist.

Ein organisches Ganze soll sie so wenig darstellen, dass wir im Gegenteil behaupten müssen, es wäre ein Unglück, wollte man ernstlich und dauernd von der Form der Barbara-Syllogismen ausgehen, um die inneren Formen der Gedankenbildung zu studieren. Im Gegenteil: wohl fast jede dieser hier festgestellten inneren Formen erscheint beengt und verstümmelt durch ihre Vorführung in diesem Rahmen der herkömmlichen Syllogistik. Diese inneren Formen müssen sozusagen in ihrer eigenen Freiheit studiert werden; sie werden sich dann zum Teil anders als hier darstellen und werden Ergänzungen und Erweiterungen erfahren müssen, die ihnen die Verbindung mit der Syllogistik vorenthält. Die Form der kategorischen Syllogistik wird also, wie ich mich oben ausdrückte, gesprengt werden müssen. Sie ist nicht so viel wert, als selbst die neuere und neuste Logik immer noch zu glauben scheint. Was sie wert ist, liegt im Alleräusserlichsten. Es ist nicht ratsam, ihrem Wert durch Verkoppelung mit den aufgedeckten inneren Formelementen aufhelfen zu wollen. Solche Verbindungen der äusseren und inneren Formen lassen sich freilich herstellen, aber sie sind im allgemeinen unorganisch. Kennzeichnend ist, dass die Wissenschaften diese Formen nie in der Praxis durchgeführt haben. Wäre ihre sinnvolle Durchführung möglich gewesen, so wäre sicher einmal ein Spinoza gekommen, der ein Lehrbuch *more syllogistico* geschrieben hätte.

Das Unorganische der Verkoppelung tritt stark im Problem der Barbara-Figur hervor, während wir für Cesare und Darapti ein geschmeidigeres Zusammenpassen haben feststellen können. Jedoch auch dort schien uns die Unabhängigkeitserklärung der inneren Formen und ihrer Erforschung ratsam.

Ziehen sagt im Hinblick auf die Barbaraform mit Recht, dass die verschiedenen Deutungen, die man für dieselbe aufgestellt hat, alle ein örtliches Recht haben dürften, die einen hier, die anderen da; aber er zieht nicht wie wir die Konsequenz daraus, dass diese Deutungen dann wohl eben keine systematische Begründung der Syllogistik involvierten.

Trendelenburg hat das, was wir das Leben der inneren Form nennen, als den synthetischen Akt des Denkens bezeichnet, und hat behauptet, dass die äussere syllogistische Gesetzlichkeit in allem echten wissenschaftlichen Denken dieser Synthesis parallel gehe. Der Syllogismus, sagt er, geht der Synthesis schützend zur Seite.

Das ist eine geistreiche Ausdrucksweise und bedeutet eine konservative Hoffnung des Gelehrten zugunsten der altehrwürdigen Überlieferung. Aber ein schöpferisches Princip hat Trendelenburg im Syllogismus nicht angenommen. Daher war denn auch Überweg von seinem Standpunkte aus mit Recht ergrimmt über Trendelenburg; denn diese blosse Scheinfunktion des Syllogismus, dies bloss schützende Zur-Seite-Gehen empfand er als innerste Preisgabe der wesentlichen sonst in Anspruch genommenen Rechte der Syllogistik. Darin hatte er seinerseits recht. Man muss diese wirklich preisgeben, und man muss daher noch über die Trendelenburgsche Kritik hinausgehen.

Dass es hier und da einmal eine schützende Nebenarbeit in der Art geben kann, dass man sich die sphärengeometrischen Verhältnisse verdeutlicht, die zwischen den als geltend gedachten Begriffen und Urteilen bestehen, mag wahr sein. Aber darum darf man noch nicht glauben, dass in dieser Art von Neben- und Kontroll-Betrachtungen das allbeherrschende Princip und die formale Einheit ganzer Gedankengänge gegeben sei. So könnte wohl dann und wann auch einmal die Wahrscheinlichkeits-Rechnung eine nützliche Nebenkontrolle abgeben, wenn wir bei der Verknüpfung hypothetischer Erwägungen, sie richtig anwenden. Aber niemand wird sagen, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung das oberste Princip und die oberste Einheit logischer Zusammenhänge abgebe. Eine formale Möglichkeit, solche Vereinheitlichungen ganzer Reden, Aufsätze und Bücher vorzunehmen, ist freilich immer vorhanden, sowohl in der Richtung auf die Sphärengeometrie der Begriffe als in der Richtung auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Nimmt man aber den metaphysischen Formbegriff des Aristoteles in seinem besten Sinne (er ist dann dem „konkreten Begriff“ Hegels verwandt), so wird zu vermuten sein, dass das beherrschende Princip, das einer ganzen Rede oder einem Buche die innere Einheit und den logischen Sinn giebt, ein anderes sein werde. Trendelenburg freilich schrickt vor einer solchen Frage und Konsequenz zurück. Der Begriff des „Schützend-zur-Seite-Gehens“ fließt bei ihm unmerkbar über in den einer obersten Herrscherrolle.*)

*) Es ist klar, dass Wahrscheinlichkeitsrechnung und Begriffskonstanz (oder logische Identität) im allgemeinen nicht mit einander vergleichbar sind. Nur in dem Sinne sind sie vergleichbar, in dem Hegel das methodische Princip des Abstrakt — Formellen gekennzeichnet hat, das er dem methodischen Princip des Begrifflich — Konkreten gegenüberstellt. — Man kann, sagt Hegel, zwar mit

Dass die anfangende logische Spekulation an äussere Formen anknüpfte, ist natürlich. Solche äusseren Formen drängen sich charakteristisch auf: So haben auch der Unterschied von Subjekt und Prädikat im Urteil und der Gegensatz der bejahenden und verneinenden Urteile der logischen Forschung die ersten Anstösse gegeben und weiterhin auf ihre Entwicklung bestimmend eingewirkt. Doch man beginnt bei allen diesen Dingen mehr und mehr nach der inneren Form zu suchen. Die alte härtere und äusserlichere Überlieferung ist der neuen Forschung von Vorteil; denn indem sich das Innere am Äusseren bricht, entstehen Winke und Hinweise auf die Verborgenenheiten der wirklichen Zusammenhänge für das Auge des Forschers.

So ist auch das Problem: zwei Sätze zu finden, die in formaler Weise mit Notwendigkeit einen dritten aus sich hervorzubringen vermögen, an sich ein ganz äusserliches. Die wahre Gesetzlichkeit des Denkens geht mit diesen äusseren Verknüpfbarkeiten nicht Hand in Hand. Die neue Aufgabe, die hiermit der Logik gestellt ist, ist allerdings unabsehbar. Denn welches werden die innerlichen das Denken zusammenhaltenden Principien sein? Es ist durchaus meine Meinung, dass es solche geben muss, und ich bin keineswegs der Meinung, dass man einer impressionistischen oder expressionistischen Auffassung vom Wesen des Denkens oder gar dem Associationismus die Tore öffnen dürfe.***) Die alte formale Logik wird einen Schutz dagegen, wenigstens in ihrer heutigen Gestalt, nicht mehr lange gewähren können. Denn der Stamm, gegen den seit der Renaissance schon so mancher Streich geführt worden ist, wird schliesslich doch eines Tages erliegen.

Recht sagen, dass alle Kunst sich an Empfindung und Gefühl wende. Aber dieser Gesichtspunkt müsse ein bloss abstrakt — formeller genannt werden, weil er für das Verständnis des Wesens der Kunst ziemlich unergiebig und leer bleibt. — Ebenso sind nun auch Identitätsprincip und Wahrscheinlichkeits-Schlüssigkeit zwar Principien, die sich überall anbringen lassen und insofern allgemein und auch wahr sind. Aber zu behaupten, dass das Identitätsprincip (oder das Princip der Begriffs-Sphären-Vergleichung) die alleinherrschende oder tragende Form aller Gedankenzusammenhänge abgebe, heisst, sich allzu billig von der Aufgabe des konkreten Verständnisses der Gedankenformen loszukaufen, indem man nur einen Rahmen um die Vorgänge oder eine ziemlich nichtssagende Silhouette zeichnet.

**) Vgl. A. Riehl „Beiträge zur Logik“ (2. Aufl. Spz. 1912., p. 47).

LU bibliotēka



220027880

134879