

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 12 (1921)

Heft: 2

Artikel: Experimentelle Beiträge zur Mikrobiologie der Getreidemehle. 1. Mitteilung

Autor: Geilinger, Hans / Schaffer, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-984235>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERRICHTUNG UND HYGIEINE
VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT

**TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE
ET D'HYGIÈNE**

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE

ABONNEMENT: Schweiz Fr. 10.— per Jahrgang. — Suisse fr. 10.— par année.
Preis einzelner Hefte Fr. 1.80. — Prix des fascicules fr. 1.80.

BAND XII

1921

HEFT 2

Experimentelle Beiträge zur Mikrobiologie der Getreidemehle.

Von HANS GEILINGER.

(Mitteilung aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Vorstand: F. Schaffer.)

1. Mitteilung:

Ueber koliartige Mehlbakterien.

Erhebungen über deren Vorkommen, ihr tierparasitologisches Verhalten;
Beitrag zu deren morphologisch-kulturell-serologischen Charakteristik.

Abgrenzung gegenüber anderen, vom Menschen stammenden
gelb wachsenden Kurzstäbchen.

Ausblicke in epidemiologischer Richtung.

Einleitung.

Die gesundheitsschädigenden Eigenschaften des Brotes können bekanntlich auf eine grössere Reihe von Momenten zurückgeführt werden. Abgesehen von zufälligem Zusatz von Giften, wobei der Kausalzusammenhang ein äusserlicher ist, sind in toxikologischer und mykologisch-bakteriologischer Hinsicht besonders solche Fälle von Interesse, wo die Noxe auf in der Natur der Ausgangsmaterialien des Brotes selbst gelegenen Eigentümlichkeiten basiert.

Einerseits handelt es sich dabei um giftig wirkende *Getreideunkräuter* wie die Kornrade oder um *Getreide-* und überhaupt *Gramineensymbionten* oder -schmarotzer, die für den Menschen giftig wirkende Stoffe erzeugen wie die Pilzfäden des *Taumellolchs* oder der Pyrenomyzet *Claviceps purpurea*. Ein weniger bekanntes Beispiel dieser Kategorie bilden die das sog. *Rauschbrot* verursachenden Mikroben, wie sie von *Uglow*¹⁾ beschrieben sind, und die sich aus Faden- und Sprosspilzen zusammensetzen, deren wichtigster Vertreter das *Fusarium roseum* Link sein dürfte. Das giftig wirkende Prinzip ist hier ein stickstoffhaltiges Glykosid.

¹⁾ Ueber das Rauschbrot, Ztschr. f. Hyg., 78, 301 (1914).

Andererseits ist a priori die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass es auch im Mehl selber z. B. bei unhygienischer Lagerung oder endlich bei der Brotgärung zur Bildung von Giften kommen kann. So wird von *Kossowics*¹⁾ auf den möglichen Zusammenhang zwischen Verschimmelung des Maismehles und der *Pellagrakrankheit* hingewiesen. In dieser Beziehung wertvoll sind die Angaben von *Babes*²⁾, dem es gelang, die toxische Wirkung von Extrakten von durch Bakterien oder Schimmelpilze verdorbenem Mais durch das Serum alter Pellagrakranker aufzuheben und Tiere gegenüber diesen Toxinen widerstandsfähig zu machen.

Wohl einzigartig und gerade für uns von besonderem Interesse ist eine kürzlich von Herrn Prof. Dr. *W. Silberschmidt*³⁾ beschriebene Massenvergiftung nach Brotgenuss aus dem Grunde, als nicht alles aus dem betreffenden Mehl hergestellte Brot toxisch wirkte, sondern nur die an einem bestimmten Tage hergestellte Teigmasse ein solches ergab. Es musste also zur Bildung toxischer Substanzen während der Teiggärung selber gekommen sein. «Die krankheitserregernde Substanz konnte nur experimentell, nicht chemisch nachgewiesen werden. Metallgifte, Arsen, Phosphor und die gewöhnlichen Alkaloide sind ausgeschlossen; möglicherweise handelt es sich um toxische bei der Brotgärung entstandene hitzebeständige Substanzen, die sich nur ausnahmsweise bilden». Aus diesen Worten des Forschers erhellt wohl unter anderem auch die Bedeutung, die bei solchen seltenen Vorkommnissen der gesamten Mikroflora der Teiggärung zugesprochen werden muss. Die Hitzebeständigkeit konnte durch direkten Versuch (Verfütterung des erhitzten Brotes an Hunde, worauf das typische Erbrechen erfolgte) bestätigt werden.

Nun liegt es in der Natur der Sache, dass in praxi der Klarlegung solcher Befunde der Umstand hinderlich im Wege steht, dass im Zeitpunkt des Auftretens der ersten Vergiftungerscheinungen die zu inkriminierende Teigmasse nicht mehr vorhanden sein wird und so die wertvolle Ergebnisse versprechende mikrobiologische Untersuchung verunmöglicht ist.

Sehen wir einmal von den Hefen⁴⁾ ab — es handelte sich um eine Hefeteiggärung, ein besonderer Anhaltspunkt für die Verdächtigung der Hefe lag nicht vor — so dürfte hier noch eine Reihe von Mikroorganismengruppen in betracht fallen. Die souveräne Rolle unter den Schizomyzeten spielen bei der Teiggärung, welche durch Sauerteig oder Presshefe ein-

¹⁾ *Beythien, Hartwich und Klimmer*, Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, III. Bd., 1920, S. 437.

²⁾ Le congrès de pellagrologie de Bergame et la pellagre en Roumanie. «Bulletin de la section scientifique de l'Académie roumaine», 1 (Bucarest, 1912-13), 65. — Nouvelles recherches sur la pellagre, 3 (1914-15), 102. — Zit. nach *J. Bruderlein*, Contribution à l'étude de la panification et à la mycologie du maïs. Dissertation, Genf, 1917, p. 67.

³⁾ Ueber einen Massenvergiftung nach Brotgenuss, Schweiz. med. Wochenschr., 51, 1 (1921).

⁴⁾ Die Studie von *Bruderlein* an reinem Maismehl zeigt, dass unter diesen Verhältnissen auch Fadenpilzen eine wesentliche Bedeutung als Teiglockerungsgens zukommen kann. (Dissertation 1. c.) Wir werden auch die Möglichkeit in betracht ziehen müssen, dass sie als Mehlteigschädlinge eine Rolle spielen könnten.

geleitet wird, die nicht Gas produzierenden Milchsäurebakterien. *Holliger*¹⁾ hat ferner nachgewiesen, dass gasbildende Bakterien weder bezüglich des Aufgehens noch sonstwie wesentlich in betracht fallen. Das Aufgehen sei einzig und allein auf die durch die Hefe hervorgerufene, mit Kohlensäurebildung einhergehende alkoholische Gärung zurückzuführen. *Levy*²⁾ kommt zu erheblich abweichenden Resultaten, wonach neben der Hefe, welcher auch er im allgemeinen eine wichtige Rolle bei der Teiglockerung vindiziert, immerhin gasbildende Bakterien, die als Koli oder dem *Bact. coli* sehr nahestehend zu bezeichnen sind, in Ausnahmefällen in beträchtlichem Grade zur Mitwirkung gelangen, ja dominieren können.

Nun ist aber zu bedenken, dass es sich bei den Arbeiten von *Holliger* und *Levy* um Teige handelt, die mit Mehlen der Friedenszeit hergestellt waren. Wenn schon hier eine Divergenz der Befunde hinsichtlich der Rolle der sog. Mehlkoli eintreten konnte, wie viel mehr dürfen wir an Anomalien in der Führung der Teiggärung bei den Mehlen denken, wie sie der Weltkrieg uns brachte. Das Moment der Verarbeitung unserer Getreidemehle während den Kriegsjahren konnte in zweifacher Beziehung einen ungünstigen Einfluss ausgeübt haben: Einerseits veränderte es den Charakter des Substrates, das eiweißreicher wurde infolge der stärkeren Ausmahlung, andererseits könnten durch den Zusatz von Mais, Reis, Hirse usw. besonders geartete Mehlkolirassen eingeführt worden sein, wobei wieder das Toxinbildungsvermögen im Auge zu behalten ist.

Ja wir dürfen vielleicht noch einen Schritt weiter gehen und sogar die obligat anaëroben Sporenbildner in den Bereich unserer Betrachtung ziehen. Dass diese bei der spontanen Teiggärung, der sog. Mehlteiggärung, eine Rolle spielen können, hat schon *Holliger* nachgewiesen: « Mehrfach war uns aufgefallen, dass solche Teige einen ausgesprochenen Geruch nach Buttersäure zeigten. Der Gedanke, dass in den betreffenden Proben neben den erwähnten 2 fakultativ anaëroben Kurzstäbchen (weisser und gelber Gasbildner) auch noch streng anaërobe Arten aus der Gruppe der Buttersäurebazillen im Spiele sein könnten, die bekanntlich meist kräftige Gasbildner sind, bestätigte sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Teiges... Dieser Befund zusammen mit der Tatsache, dass die gewöhnlichen Gelatineplatten, welche mit nach Buttersäure riechenden Teigproben angelegt waren, keine Kolonien hervorbrachten, die jenen bei direkter mikroskopischer Untersuchung auffallenden schlanken Stäbchen und Klostridien entsprachen, erhebt die Annahme der Beteiligung streng anaërober Buttersäurebildner bei der Gärung der betreffenden Proben beinahe zur Gewissheit.» Es ist unseres Wissens noch nicht der Nachweis erbracht, dass nicht bei den veränderten Substratverhältnissen der Teige von Kriegsmehlmischungen und der dabei zur Geltung kommenden Verschiebung antago-

¹⁾ Bakteriologische Untersuchungen über Mehlteiggärung C. f. B., II. Abt., 9, 305 (1902).

²⁾ Neue Beiträge zur Bakteriologie der Mehlteiggärung und Sauerteiggärung, Arch. f. Hyg. 49, 62 (1904).

nistischer und synergetischer Wechselwirkung der verschiedenen Mikroorganismengruppen nicht auch den obligat anaeroben Sporenbildnern eine in diesem Falle wohl verhängnisvolle Wirkungsweise zukommen könnte.

Wie dem auch sei, so kann sich bei der Frage nach dem Ursprung solcher hitzebeständiger, ihrem Auftreten gemäss erst bei der Brotgärung entstandener Toxine das Hauptaugenmerk wohl kaum einer eingehenden Beachtung aller bei der Brotgärung in Aktion tretenden Kleinlebewesen entziehen. Wir möchten hier nur noch kurz beifügen, dass *Sanarelli*¹⁾ bereits 1894 mit Colitoxinen gearbeitet hat, die einer Temperatur von 120° C ausgesetzt waren und dessenungeachtet ihren Toxincharakter nicht eingebüsst hatten, was sich nicht sowohl einzig in ihrer Giftwirkung (starke Abmagerung der betr. Versuchstiere, schliesslich Tod), als besonders in ihrem immunisierenden Einfluss (es wird die intraperitoneale Injektion einer tödlichen Dosis von *Bact. coli* ertragen) dokumentierte; dass ferner *Fischer*²⁾ 1902 ein *Bact. coli* in Händen hatte, dessen Gift bei 10minutiger Erwärmung auf 80° seine Wirksamkeit beibehielt; dass *Carega*³⁾ 1903 «kochfeste» Toxine beim eigentlichen *Bact. coli* nachwies; dass 1906 *Schwarz*⁴⁾ einen koliartigen Organismus aus einem spontan eingegangenen Meerschweinchen isolierte, der «nach 10 Minuten langem Kochen noch eine beträchtliche Virulenz aufweist». Sollte dem nahestehenden Mehlcoli eine analoge Funktion zukommen, so wäre das nicht so überraschend.

Merkwürdig bleibt aber trotz diesen Ueberlegungen der Umstand, dass solche toxische Mehleige ausser dem erwähnten Fall eigentlich nie einwandfrei festgestellt werden konnten und besonders das Ausbleiben toxischer Wirkung bei anderen Teigen ein und desselben Mehles. Eine befriedigende Erklärung steht hier noch aus, und wir sind gezwungen, an einen ausserordentlich komplexen Vorgang zu denken. Es muss dabei einerseits des weiteren die chemische und kolloidchemische Kompliziertheit des Substrates, andererseits unter anderem auch die Ansprechbarkeit im Sinne der Variation vieler Mikroorganismen gegenüber solchen Einflüssen der Umgebung in Berücksichtigung gezogen werden. Gerade die Organismen der Mehlcoli-gruppe dürften über ein beträchtliches Variationsvermögen verfügen.

I.

Ueber Meerschweincheninfektionsversuche mit einem Darimehl. Feststellung gelbwachsener, koliartiger Mehlbakterien im Herzblut von infolge obiger Infektion gestorbenen und erkrankten Tieren.

In folgender 1. Mitteilung einer fortlaufenden Reihe in Aussicht genommener Erhebungen im Gebiete der Getreidemehlmikrobiologie beschränken wir uns vorerst darauf, einen Beitrag zur Mikrobiologie der Mehlkoligruppe

¹⁾ Etudes sur la fièvre typhoïde expérimentale. Ann. de l'Inst. Pasteur, 8, 384.

²⁾ Zit. n. Schwarz I. c.

³⁾ C. f. B. 34, zit. n. Kruse, Allg. Mikrobiologie 1910, S. 945.

⁴⁾ Ueber ein hitzebeständiges Bakteriengift. C. f. B. I. Abt., O, 40, 273.

zu liefern. Es werden dabei auch die Beziehungen anzudeuten sein, die diesen Koliabarten zu gewissen menschenpathogenen Kurzstäbchen zukommen dürften. Wir verdanken Herrn Prof. Dr. Rob. Burri den Hinweis auf diese Zusammenhänge, die die Mehlkoliorganismen auch in epidemiologischer Richtung bedeutsam erscheinen lassen, auch an dieser Stelle herzlich. Es wurde uns damit der Anstoss zur Inangriffnahme des Studiums dieser Bakteriengruppe gegeben.

Der äussere Anlass für unsere Erhebungen lag in der Ueberweisung eines *Darimehles* im Dezember 1918, von dem vermutet wurde, dass das aus ihm hergestellte Brot bei den Insassen einer Internierten-Pension Magendarmstörungen verursacht habe. Betreffend den Charakter dieser Krankheitserscheinungen, die nicht ärztlich beobachtet worden sein dürften, liess sich nur in Erfahrung bringen, dass die Pensionäre über Magenschmerzen und auch teilweise Durchfall klagten. Das Mehl, das ein graugeliches, nicht muffig riechendes Pulver darstellte, ergab bei der mikroskopischen Untersuchung, die Herr Dr. Th. v. Fellenberg, Chemiker am Eidg. Gesundheitsamt, vornahm, lediglich die Elemente eines Mohrhirsemehls. Fremde Stärke war nicht zugegen, Beimischungen von giftigen Unkräutern konnten nicht nachgewiesen werden. Es handelt sich beim Darimehl um das Mehl des *Dari* oder *Negerkorns*, der *Mohrhirse*, *Sorghum vulgare Pers.*¹⁾

Der Säuregrad des Mehles betrug $8,5 \text{ cm}^3 \frac{n}{1} \text{ NaOH}$ pro 100 g Mehl.²⁾ Der Wert erscheint etwas hoch gegenüber den Zahlen, wie sie normale einheimische Mehle ergeben, ohne dass man aber daraus auf Verderbnis schliessen dürfte, indem der Säuregrad von Hirsemehl als solchem schon höher sein könnte. Weitere chemische Untersuchungen auf Gifte verschiedener Art wurden nicht ausgeführt, indem einerseits angesichts der Häufigkeit damaliger Beanstandungen von Getreidemehlen, anderseits der immerhin vagen Angaben über eventuelle schädliche Wirkungen eine Veranlassung dazu nicht vorlag.

Das Darimehl ist uns in zwei Proben zugekommen, einer ersten in der Menge von ca. 50 g und einer zweiten, von uns eingeforderten von 1 kg, die einem «angebrochenen Sack» entnommen worden war. Vor Inangriffnahme wurde jede Probe in abgeflammtem und wieder kühl gewordenem Mörser gründlich durchmischt und nachher in steriles Erlenmeyerkolben unter Watteverschluss an trockenem, dunklem Orte bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Nachdem gefärbte Ausstrichpräparate nur vereinzelte Mikroorganismen ergeben hatten, gingen wir sogleich zur Vornahme einiger Tierversuche über und zwar wurden vorerst Fütterungsversuche an zwei weissen Mäusen ange stellt. Diese Tiere erhalten zusammen 15 g der Probe I als ausschliessliches Futter und Wasser. Das dargereichte Mehl wird gerne und vollständig verzehrt. Nach 3tägiger Beobachtungszeit, während welcher sich keine Krankheitserscheinungen zeigten, werden nochmals 10 g der Probe verfüttert mit dem gleichen Resultat.

¹⁾ Maurizio, Die Nahrungsmittel aus Getreide, I. Bd., 1917, S. 9.

²⁾ Schweizer. Lebensmittelbuch, III. Aufl., S. 94 (1917).

Daraufhin sollte eruiert werden, ob keimfreie wässrige Extrakte der beiden Mehlproben bei parenteraler Zufuhr bei Meerschweinchen toxisch wirkten. Wir verwendeten dazu sterile physiologische Kochsalzlösung, die in der Menge von 50 cm^3 mit je 5 g Mehl zusammengebracht wurde. Die Aufschwemmungen wurden in steriles Becherglas bei 37° C gehalten, ab und zu mit st. Glasstab durchgerührt, nach Ablauf der ersten Stunde etwas Chloroform zugefügt. Nach 1, 3 und 5 Stunden wird Material entnommen, zentrifugiert und durch sterile Tonkerzen filtriert. Es ergibt sich ein mehr oder weniger opaleszierendes, schwach lackmussaures Filtrat. Proben davon trüben sich beim Aufkochen, wonach tropfenweiser Zusatz von Salpetersäure zu vollständiger Klärung führen. Abimpfungen auf Agar ergeben Sterilität.

Es wurden Meerschweinchen von 300 und 510 g 5 und solchen von 300 und 360 g 11 cm^3 solcher Filtrate im ersten Fall der Probe II, im zweiten der Probe I und II subkutan gegeben. Die Tierchen blieben daraufhin bei 1—2 wochenlanger Beobachtungsdauer gesund, abgesehen von lokalen weichen Anschwellungen bei den grösseren Dosen, die aber nach 10 Tagen verschwunden waren (es wurde dabei auch auf eventuelle Botulismussymptome geachtet, wie Schleimfluss aus Mund, Anzeichen von Ophthalmoplegie usw.) Auf Angaben von Temperaturmessungen verzichten wir, da zu ihrer einwandfreien Feststellung besonders weitgehende Kautelen notwendig sind, wie Friedberger¹⁾ kürzlich mitteilte, die uns aber zur Zeit unserer Versuche noch nicht bekannt waren. Gewichtsabnahme war bei keinem der 4 Meerschweinchen festzustellen.

Wir gingen nun zur Injektion keimhaltigen Materials über und verimpften zunächst einem Meerschweinchen von 400 g 1 cm^3 einer Aufschwemmung von pasteurisiertem Mehl der Probe II in physiologischer Kochsalzlösung entsprechend 0,2 g subkutan. Die Aufschwemmung wurde so hergestellt, dass zunächst 1 g des Mehles in luftrockenem Zustande 20 Minuten bei 80° C gehalten, dann 5 cm^3 st. phys. Kochsalzlösung zugesetzt und kräftig durchgeschüttelt worden war. Die Infektion wurde gut ertragen, es ist nicht zu einer Allgemeinerkrankung gekommen, nur bildete sich langsam (innert 3 Tagen) ein lokales druckempfindliches, erbsengrosses Infiltrat. Keine Gewichtsabnahme. Eine in ganz gleicher Weise, aber mit nicht pasteurisiertem Mehl der Probe II hergestellte Aufschwemmung wurde in gleicher Dosis einem ganz gleich schweren Meerschweinchen wiederum subkutan gegeben. Auch dieses Tier kam gut über die Infektion hinweg, doch bildeten sich rasch (innert 24 Stunden) ein haselnussgrosses, druckempfindliches Infiltrat, ohne dass dabei Abnahme der Munterkeit oder Fresslust zu beobachten gewesen wäre. Nach etwa 14 Tagen wurde das Infiltrat allmählich kleiner, um schliesslich zu verschwinden. Eine Gewichtsverminderung trat nicht ein.

War nach dem Ergebnis dieser Versuche einerseits eine hochgradige Toxizität oder ein hoher Gehalt tierpathogener Keime des Darimehles nicht

¹⁾ Ueber die sog. Fleckfieberinfektionen des Meerschweinchens nach Uebertragung von menschlichem Fleckfieberblut. Ztschr. f. Immunitätsforschung, 29, 157 (1919/20).

anzunehmen, so musste andererseits noch an die Möglichkeit einer gewissen durch reichliche Anwesenheit nicht pathogener Keime sich bakteriologisch dokumentierende Verderbnis gedacht werden.

Es erhab sich also die Frage, inwieweit wir in der Keimzahl ein Kriterium zur Beurteilung nach hygienischen Gesichtspunkten unseres Darimehles besitzen. Sind schon die Angaben der Literatur in bezug auf den Keimgehalt der Getreidekörner sehr auseinandergehend, so ist es umso weniger überraschend, wenn das auch für das Getreidemehl gilt. Eine Reihe zum Teil gewiss sehr eingreifender Faktoren macht ihren Einfluss geltend auf den Keimgehalt des Kornes auf dem Halm, bei der Ernte und seiner weiteren Lagerung und Verarbeitung. Schon während der Blütezeit setzt eine Keim-invasion ein (innere Infektion)¹⁾, das sich entwickelnde Getreidekorn wird von einem mehr oder weniger vollständigen Belag epiphytisch wachsender Bakterien, wie sie von *Burri* und *Düggeli* beschrieben wurden und auf die wir unten noch näher einzugehen haben werden, überzogen; Witterungseinflüsse, Verschmutzungen durch die Ackerkrume, die Art der Behandlung des Kornes während und nach der Ernte müssen des weiteren die Keimzahl modifizieren. Diese ist endlich von der Art der Lagerung des Mehles in hohem Grad abhängig.

*Becker*²⁾ gibt für 1 g Gerstenkörner 5000—12 000 000 Keime an.

*Behrens*³⁾ berichtet über folgende Zahlen pro 1 g:

Deutscher Weizen	14 000—23 000	Bakterien
Russischer Weizen	256 000—309 000	»
Russischer Roggen bis zu . . .	1 000 000	»
Russischer Hafer mehr als . . .	4 000 000	»
Gerste bis zu	10 000 000	»

*Hoffmann*⁴⁾ fand auf 0,1 g Gerte aus der Umgegend von Berlin 403 200 Keime, die auf Fleischagar zur Entwicklung kamen. Eine tadellos gesunde Gerste ergab 20 000 Keime. Dieselbe Gerste in einer Blechbüchse verwahrt, enthielt 3 Monate später nur noch 112 Keime. Einer für die Beurteilung der Keimzahlverhältnisse bei Getreidekörnern besonders wertvollen, uns gütigst zur Verfügung gestellten Arbeit von Herrn Dr. *O. Morgenthaler*⁵⁾ entnehmen wir die folgenden Angaben, die der dort wiedergegebenen Tabelle (S. 556 und 557) entstammen resp. aus ihr zusammengestellt wurden. (Für die nicht-muffigen Weizen betreffenden Werte wurden die Proben 1, 2 und 7 als im Beginn des Verschimmelns stehend, 9 und 12 wegen starken Brandsporengehaltes hier nicht berücksichtigt):

¹⁾ *Lafar*, Handbuch der techn. Mykologie, II. Bd., S. 504.

²⁾ Ztschr. f. d. ges. Brauwesen, 1897, **20**, S. 437, zit. n. *Lafar* I. c. II. Bd., S. 504.

³⁾ Wochenbl. d. landw. Vereins im Grossherzogtum Baden, 1897, Nr. 24, S. 381, zit. n. *Lafar* I. c., II. Bd., S. 504.

⁴⁾ Das Versuchskornhaus, Berlin 1904, S. 202 u. 205, zit. n. *Lafar* I. c., V. Bd., S. 164.

⁵⁾ Ueber die Mikroflora des normalen und muffigen Getreides, Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, 1918.

	Probenzahl	Bakterienzahl im Durchschnitt	Maximum der Bakterienzahl	Minimum der Bakterienzahl
Weizen, gesund . . .	13	2 901 500	17 760 000	80 000
» muffig . . .	5	4 352 000	9 600 000	1 280 000
Roggen, nicht muffig .	1	45 920 000	—	—
» muffig . . .	6	7 334 700	12 640 000	280 000
Dinkel, gesund . . .	1	185 000 000	—	—
» muffig . . .	3	60 266 700	125 000 000	4 800 000

Was nun die Angaben über den Bakteriengehalt von Getreidemehlen in der Literatur anlangt, so dürften diese sehr spärlich sein. *Thomann*¹⁾ fand in 1 g eines Gemisches von Weizen- und Roggenmehl 28 600 Bakterien, welche sich in Nährgelatine zu entwickeln vermögen, in 1 g eines feinen Weizenmehles 35 700. Auf das schwankende Verhalten der Mehlkeimzahlen macht *Dietzel*²⁾ nachdrücklich aufmerksam, der dann speziell den grossen Einfluss der Technik, insbesondere der Herstellung der Mehlaufschwemmung auf den Ausfall der Resultate eruiert hat. Von grosser Wichtigkeit ist die Art und Dauer des Schüttelns der Mehlaufschwemmungen vor der Aussaat. So ergeben sich, um nur ein Beispiel herauszugreifen, nach 5 Minuten langem Schütteln 33 000, 25 000, 36 000 Keime, nach 10 Minuten langem Schütteln 50 000, 62 000, 49 000 Keime, nach 15 Minuten langem Schütteln 40 000, 48 000, 52 000 Keime, nach 20 Minuten langem Schütteln 105 000, 134 000, 127 000 Keime, nach 25 Minuten langem Schütteln 172 000, 190 000, 164 000 Keime. Es sei hier gleich bemerkt, dass bei den im Folgenden mitgeteilten eigenen Befunden die Aufschwemmungen nur durch 1 Minuten langes, energisches Schütteln in halb gefüllten Körbchen von Hand vorbehandelt waren, da uns damals ein Schüttelapparat nicht zur Verfügung gestanden hatte. Da es uns hierbei, wie sich ergeben wird, weniger auf absolute Keimzahlen als hauptsächlich auf die vorläufige Ermittlung relativer Werte ankam, so glaubten wir, uns mit dieser Methodik vorerst begnügen zu können.

Bei der Keimzahlbestimmung von Probe I und II des Darimehles benutzten wir einerseits Gussplatten mit üblicher, schwach alkalischer Rindfleischgelatine, andererseits analoge Agarplatten, die aber erst nach der Erstarrung mit rechtwinklig gebogenem st. Glasstab an der Oberfläche beimpft wurden. Auch die letzteren wurden bei 22° C gehalten. Nach 7 Tagen ergaben sich folgende Werte:

	Gelatineplatten		Agarplatten	
	Bakterien	Schimmelpilze	Bakterien	Schimmelpilze
Probe I	450 000	275 000	225 000	35 000
Probe II	420 000	360 000	280 000	1 020 000

Sehen wir von den vom Zufall mehr abhängigen Schimmelpilzwerten ab, so ist die Uebereinstimmung der Bakterienwerte in die Augen springend.

¹⁾ Beitrag zur Kenntnis des fadenziehenden Brotes. C. f. B. II. Abt. 6, 740 (1900).

²⁾ Ueber den Bakteriengehalt des Mehles. Dissertation, Würzburg, 1912.

Wir dürfen in diesem Umstand auch einen Hinweis auf die *Identität der beiden Darimehlproben* erblicken. Die auch bereits bekannte bessere Eignung der Nährgelatine für diesbezügliche Untersuchungen kommt in gleichartiger Weise zum Ausdruck in den bedeutend kleineren Keimzahlenwerten der Agarplatten.

Dietzel findet bei mit weitgehenden Kautelen durchgeführten Untersuchungen seines einwandfreien Weizenmehles «Probe II» eine Keimzahl von 200 000, bei der 1. Probe variierten die erhaltenen Werte zwischen 70 000 und 240 000, alles bei Aussaat auf Rindfleischgelatine. Das Mehl war direkt aus den Mahlgängen einer Kunstmühle steril aufgefangen und unter dichtem Verschluss auf einem ungeheizten Korridor vor Temperaturwechsel möglichst geschützt aufbewahrt worden. Nehmen wir diese Zahlen als Norm, so müssen wir unser *Darimehl* als recht keimreich bewerten, besonders, da es ja nicht ausgeschlossen ist, dass bei länger dauerndem Schütteln ($\frac{1}{2}$ —1 Stunde) die Zahl sich noch beträchtlich erhöht hätte. (Die gute Uebereinstimmung der Werte spricht hingegen eher dafür, dass sie Keimzahlmaxima darstellen).

In anbetracht der noch viel grösseren Schwankungen der Keimzahlen, wie sie an Getreidekörnern beobachtet wurden, kann aber diese Differenz auch bei einem Getreidemehle wohl nicht ins Gewicht fallen. Es macht überdies den Eindruck, dass verschiedene Getreidearten sich durch die Grösse der Keimzahlendurchschnitte mehr oder weniger unterscheiden, wenigstens sind die Bakterienzahlen für Dinkel nach *Morgenthaler* gegenüber Weizen und Roggen besonders gross, auch wir fanden bei einem Dinkelmehl eine zu den höheren gehörende Keimzahl (siehe unten Tabelle I). Bekannt ist auch schon die starke Abhängigkeit dieser Werte vom Alter im Sinne eines reziproken Verhältnisses bei Körnern und Mehl, worauf auch *Burri*¹⁾ in bezug auf Futtermittel- (-Mehle) hinweist: «Vor allem wäre es unrichtig, niedere Keimzahlen als etwas besonders günstiges ansehen zu wollen; gerade ganz alte Ware zeichnet sich nicht selten durch einen auffallend niedrigen Keimgehalt aus». Für die Frage der Bewertung der Mehlkeimzahlen fällt aber gewiss vor allem auch die Beobachtung *Morgenthalers* an Getreidekörnern in betracht, «dass die Proben mit grosser Bakterienzahl nur verhältnismässig wenig Pilze zeigen, während die mit schon fortgeschrittenem Pilzwachstum weniger Bakterien haben». Kann also die Keimzahl gerade infolge Alter oder Verschimmelung auffallend klein werden, so darf uns eine hohe Bakterienkeimzahl gewiss nicht ohne weiteres Grund zu der Annahme Mehlverderbnis geben, wenn auch andererseits der Fall noch nicht sicher ausgeschlossen ist, dass dabei unter besonderen Umständen einmal starkes Bakterienwachstum eintritt. Um mit der Keimzahl etwas anfangen zu können, dürfte es von wesentlicher Bedeutung sein, ihre Zusammensetzung aus den einzelnen Keimarten zu kennen. Es ergibt sich also die *Unmöglich-*

¹⁾ Zur bakteriologischen Untersuchung der Futtermittel. Chemiker-Zeitung, 40, 812 (1916).

heit, aus den erhaltenen Keimzahlen des Darimehles irgendwelche Schlussfolgerungen auf seine hygienische Beschaffenheit zu ziehen.

Wie wir aber die Schimmelpilzzahlen zu beurteilen haben, darüber fehlt jeglicher Anhaltspunkt. Es ist ja klar, dass diese Werte schon von vornherein als allzu sehr vom Zufall abhängig für solche Schlussfolgerungen ungeeignet erscheinen, worauf auch *Morgenthaler* aufmerksam macht; denn neben Konidien kommen hier die biologisch anderswertigen Hyphenstücke als Ausgangspunkte für Kolonienbildung in betracht, deren Länge wieder sehr von der Art der Verarbeitung abhangen wird. Wir halten auch dafür, dass bei längerer Beobachtungszeit die Gefahr des Entstehens von Sekundärkolonien durch abgefallene Konidien besteht, die sich nach wenigen Tagen vielleicht in ihrer Grösse nicht mehr sicher von den Ausgangskolonien unterscheiden lassen. Trotz diesen theoretischen Bedenken hat sich *Morgenthaler* die Pilzzahl als unerwartet brauchbares Kriterium erwiesen. *Wir sind aber noch viel zu wenig orientiert über das Verhalten der Schimmelpilzzahlen bei Mehlen, als dass hier durch Vergleiche Schlüsse gezogen werden könnten.*

Es sei hier noch kurz eines eigenartigen Phänomens Erwähnung getan. Wir beobachteten auf unseren Platten mit Mehlaussaat, sowohl bei der Gelatine, als auch beim Agar, nach einigen Tagen das Auftreten punktförmiger ($1-1\frac{1}{2}$ mm Durchmesser), grauer, wenn an der Oberfläche liegend erhabener, manchmal in radiärer Richtung furchig gerillter, rundlicher Gebilde, die bei oberflächlicher Betrachtung an Kolonien von *Bact. Güntheri* erinnerten, sich aber bei Lupenbeobachtung (10-fache Vergrösserung) als myzeldurchwachsene Mehlparkelchen erwiesen. Beim Abimpfungsversuch werden sie als kompakte Häutchen als Ganzes abgehoben und ergeben mikroskopisch immer Hyphenzellen oder mykoderma- oder moniliaartige Elemente. Bakterienzellen wurden nie gefunden. Die bei den Gelatineplatten in der Tiefe liegenden solchen Gebilde wurden an ihrer unregelmässigen Gestalt und daran erkannt, dass aus ihnen kurze Myzelausläufer hervorsprossen. Wir nahmen anfänglich an, dass die diese Mehlparkelchen bewachsenden Keime auf unseren alkalischen Substraten nur dank der Gegenwart reichlicher Stärke oder anderer Mehlbestandteile gedeihen, was aber, wie Kontrollversuche ergaben, nicht zutrifft: Aussaat solcher Gebilde nach feiner Verteilung in der Reibschale in schwach alkalische Nährgelatine und schwach saure Bierwürzgelatine, die zu Platten gegossen werden, lässt keinen Unterschied im Wachstum erkennen; es entstehen $\frac{3}{4}$ mm grosse, graue, runde Kolonien, die nach 6 Tagen in grossen Verflüssigungshöfen liegen. Sie bestehen aus fadenförmigen Zellen, die ca. 2μ breit, $15-20 \mu$ lang sind, öfter zu gekammerten Fäden zusammentreten, welch letztere echte Verzweigungen aufweisen und über 150μ lang werden können.

Wir waren unschlüssig, ob wir diese Gebilde bei der Keimzahlbestimmung mitzuberücksichtigen hätten oder nicht, entschlossen uns dann zu ihrer Ausserachtlassung, von der Ueberlegung geleitet, dass diese fadenbildenden, moniliaartigen Kleinwesen beim heftigen Schütteln der Mehlaufschwemmungen wohl so zerrissen würden, dass immer Teile von den zugehörigen Mehlparkelchen abgesprengt und zu selbständigen Kolonien auswachsen können, wodurch die Keimzahl schon ohnehin eine unrichtige Erhöhung erfahren dürfte. Jedenfalls ist dieser Befund vorläufig noch nicht abgeklärt. Bei Mitberücksichtigung der Gebilde hätten sich z. B. bei Probe II des Darimehles folgende Bakterien-Keimzahlen ergeben (nach 7 Tagen 22°): Gelatineplatten 720 000, Agarplatten 560 000.

Bei den bisherigen Tierimpfversuchen waren nur lokale, relativ geringfügige Befunde festzustellen gewesen, eine weitere bakteriologische Analyse hatte nicht stattgefunden. Es war nun immerhin an das Vorhandensein von Mikroorganismen aus der Paratyphusgruppe zu denken, deren wechselnde und punkto Tierspezies vielgestaltige Virulenz ja bekannt ist. Verimpfung von Mehlaufschwemmungen auf *Drigalski-Conradi*- und *Endo*-Platten und Ueberimpfung von Material einiger verdächtiger 24-stündiger Kolonien in Laktosebouillon führten aber zu einem negativen Resultat, indem in letzterer Vergärung eintrat.

Aus den Befunden, die die beiden Infektionsversuche ergeben hatten (lokale, im einen Fall ziemlich beträchtliche Infiltrate), war mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das Vorliegen von Halbparasiten im Sinne *Bail's*¹⁾ zu schliessen. Es liegt auf der Hand, angesichts des wohl regelmässigen Vorkommens von Buttersäure produzierenden Bazillen in Getreidemehlen auch an pathogene Vertreter der streng Anaëroben zu denken. Wir versprachen uns also von einer massiven Impfung die Gewinnung beschränkt virulenter Mikroorganismen, im besonderen das Bild einer Anaërobeninfektion und interessierten uns speziell für die Pathogenität eventuell dabei auftretender Begleitorganismen. Es sollte eine letal verlaufende Infektion am Meerschweinchen bewerkstelligt werden, da uns dieses Vorgehen am meisten Aussicht auf Erfolg für die Gewinnung der vermuteten Mikroorganismen zu bieten schien und zwar behielten wir absichtlich den *subkutanen Verimpfungsmodus* bei, ebenfalls aus dem Grunde, weil wir es vermutlich mit Keimen beschränkter Virulenz zu tun hatten. *Kruse* und *Pansini*²⁾ geben nämlich an, dass bei Verimpfung gleicher Kulturmengen wenig virulenter Pneumokokken an Kaninchen im einen Fall unter die Haut, im andern ins Peritoneum sich der auf den ersten Blick paradoxe Tatbestand ergeben kann, dass bei der subkutanen Applikation ein Abszess entsteht, während bei der intraperitonealen Einverleibung nicht die geringste Erkrankung eintritt, während bei hoher Virulenz umgekehrt der letztere Weg der für das Tier weit gefährlichere ist. «Die Erklärung liegt offenbar darin, dass die schnellere und vollständigere Resorption die Diplokokken aus dem Peritoneum dem Blute zuführt, dass es aber nur bei grösserer Virulenz derselben in den Kapillaren der Organe zu einer Vermehrung kommt. Es ist durchaus nicht nötig anzunehmen, dass das Gewebe der Serosa an sich den abgeschwächten Bakterien einen schlechteren Nährboden biete als die Haut, denn auch die virulenten vermehren sich nicht regelmässig auf derselben, sondern die Eigenschaft der Resorptionsfähigkeit der Serosa ist es, die in dem einen Fall dem Tier zum Vorteil, in dem anderen zum Nachteil gereicht. Wir sind fernerhin

¹⁾ *Kolle* und *Wassermann*, Handbuch d. pathog. Mikroorg., 2. Aufl., Bd. I, 1912. *Wassermann* und *Keysser*, Wesen der Infektion, S. 577. *Kolle*, Spezifität der Infektionserreger, S. 876. *Hahn*, Natürliche Immunität (Resistenz), S. 987.

²⁾ Untersuchungen über den *Diplococcus pneumoniae* und verwandte Streptokokken. Ztschr. f. Hyg., 11, 340 (1892).

auch nicht zu der Ansicht gezwungen, dass das Blut an sich den abgeschwächten Diplokokken gegenüber einen ungünstigeren Kulturboden vorstellt als das subkutane Gewebe; das quantitative Missverhältnis, in welchem die durch direkte Einspritzung in den Kreislauf gelangten Bakterien zu der ganzen Blutmenge stehen, dürfte hinreichend das Ausbleiben einer Entwicklung derselben begründen. Die gleiche Dosis in die Unterhaut eingeführt steht unter ungleich günstigeren Bedingungen, weil sie auf einen relativ viel kleineren Raum beschränkt bleibt»¹⁾). Natürlich spielt bei Halbparasiten im besonderen ausserdem die *Menge der einverleibten Bakterien* eine integrierende Rolle, wie aus den Bailschen Studien hervorgeht und was auch die Versuche der zuvor genannten Autoren ergeben: «Bei Varietäten von mittlerer Virulenz pflegt erst von einer gewissen Menge injizierter Kultur an der Tod aller Kaninchen mit Sicherheit hervorgerufen zu werden, ist die Menge geringer, so erfolgt zwar noch bei einigen Individuen innerhalb 5 Tagen der Tod durch Septizämie, bei anderen vermögen sich die Bakterien aber in den Kapillaren der Organe, in die sie notgedrungen früher oder später durch Resorption gelangen, nicht hinreichend oder überhaupt nicht zu vermehren, wohl dagegen können sie sich an einigen Stellen des Körpers, wo sie injiziert worden sind oder später hingelangen, entwickeln, wenn die Verhältnisse dort ihrer Entwicklung günstig sind, nämlich vor allem in der Haut, auch in den Lungen und Pleuren und unter Umständen im Peritoneum. Es erfolgt also in diesem Falle nur eine Lokalisation der Diplokokken, die freilich durch die chronische Vergiftung des Organismus oder durch die Störung wichtiger Funktionen, die sie mit sich bringt, noch tödlich enden kann, aber wenn der Tod nach dem 5. oder 6. Tage eintritt, niemals mehr mit einer wirklichen Septikämie einhergeht. Geht man bei Bemessung der Dosis noch tiefer herab, so kommen bei allen Kaninchen nur diese örtlichen Affektionen von verschiedener Intensität zum Vorschein.» Ein analoges Beispiel gibt die Arbeit von *Watson Cheyne*²⁾, der fand, dass 10 000 — 300 000 Hühnercholerabazillen eines bestimmten Stammes beim Kaninchen subkutan injiziert, nur eine lokale Affektion hervorzurufen vermochten, während grössere Mengen (3 000 000 und darüber) stets zur Allgemeininfektion führten.

Da wir abgesehen von den gut übereinstimmenden Keimzahlen keine sicheren Anhaltspunkte für die Identität der Proben I und II unseres Dari-

¹⁾ Einer befriedigenden Erklärung weniger zugänglich ist nun allerdings ein von *Sanarelli* (l. c. S. 200) beobachtetes Analogon in bezug auf Typhustoxin: «La dose de 1,5 cm³ % du poids, injectée sous la peau, est la dose minima nécessaire pour provoquer la mort, laquelle survient dans les dix, vingt heures environ . . .».

«L'inoculation dans le péritoine est au contraire beaucoup moins sûre: j'ai souvent trouvé qu'une dose de toxine capable de tuer infailliblement les cobayes par la voie sous-cutanée, peut rester sans aucun effet lorsqu'on l'introduit dans la cavité péritonéale. Pour le moment, l'explication du phénomène nous échappe entièrement, bien que le même fait se retrouve (M. Roux) avec le poison de la diptérie.»

²⁾ Brit. med. Journ. 1886, zit. n. *Kolle-Wassermann*, Handb. d. path. Mikroorg., II. Aufl., Bd. I: *Wassermann* und *Keysser*, Wesen d. Infektion, S. 570.

mehles hatten, so verwendeten wir für die folgenden Meerschweinchenimpfungen Probe I, die als zuerst eingesandte jedenfalls die wichtigere war, von der uns allerdings nur ein geringes Quantum zur Verfügung stand.

Ein Meerschweinchen von 370 g, No. 7, bekommt 1 g Darimehl als Aufschwemmung in physiolog. Kochsalzlösung subkutan (in der Nabelgegend).

Einige Stunden nach der Impfung ist das Tier zusammengekauert, appetitlos und hat gesträubte Haare, in der Nacht stirbt es. Die Sektion ergibt ein sanguinulent-sulziges Oedem des Unterhautzellgewebes von Bauch- und Brustregion, wobei sich ein putrider Geruch bemerkbar macht. Die Milz ist entzündlich gerötet und etwas vergrössert, auch die Leber ist hyperämisch. Im Uebrigen zeigen sich keine abnormen Befunde, Magen und Darm haben normales Aussehen. Gram-Fuchsins- und Methylenblau-Löffler-Präparate vom Unterhautzellgewebe ergeben kurzkettige Streptokokken und Diplokokken, gram-positive Stäbchen einzeln, zu zweien und in kurzen Ketten, teils plump, teils schlank, von ziemlich übereinstimmender Breite, ferner gram-negative, etwas kleinere Stäbchen, an Zahl zurücktretend. Ein hängender Tropfen von der Leberoberfläche ergibt unbewegliche Stäbchen von den Dimensionen der obigen gram-positiven, Streptokokken, Leberzellen und Fettkügelchen. Sporen und längere Fäden wurden in keinem Präparat gefunden!

Es werden ohne Verzug Kulturen angelegt und zwar: 1. Agarschüttelkulturen mit dem Oedemsaaft, die nach der Impfung 20 Min. im Wasserbad bei 75° C gehalten und dann in beidseitig offene, am einen Ende mit Gummistopfen verschlossene, dickwandige st. Glasröhrchen nach Burri übergeschüttet werden. Die Kulturen bleiben 1 Tag bei 37° und stehen dann des weiteren 4 Tage bei Zimmertemperatur. Es ergibt sich ausser einer Oberflächenkolonie typisches Tiefenwachstum mit oberster wachstumsfreier Zone, wobei es sich anscheinend um eine Art handelt: Gleichgrosse, linsenförmige Kolonien, die zum Teil geflügelt sind. Gasbildung (Agarsäule zerrissen). Durch Abstechen von einzelnen linsenförmigen Tiefenkolonien, das sich nach der von Burri angegebenen Methodik unschwer und sicher erzielen lässt, werden Stichkulturen in gewöhnlichen und 1%igen Dextroseagar angelegt, die nach 24—48 Stunden bei 37° streng anaërobes Wachstum aufweisen. Gasbildung in beiden Kulturen, besonders im Dextroseagar. Kontrollabimpfungen als Agarstrich und in Bouillon unter aëroben Bedingungen ergeben kein Wachstum, während nach Abimpfung in Bouillon unter Kalilauge-Pyrogallolverschluss oder mit Zusatz zweier Tropfen frisch bereiteter, 10%iger Na₂S-Lösung starke Trübung mit Gasbildung erfolgt. Während diese anaëroben Bouillonkulturen putrid riechen, hat die Dextroseagarstichkultur Buttersäuregeruch. Im hängenden Tropfen zeigt sich folgendes:

Anaërobe 24-stündige Bouillonkultur: unbewegliche Stäbchen ohne Sporen, ca. 1 μ breit, 2—5—6 μ lang, vereinzelt Fäden, bis 50 μ lang.

Agarstichkultur, 17 Tage alt: unbewegliche Stäbchen ohne Sporen, 1,0 bis 1,1 μ breit, 2—5—10 μ lang, auch bis 40 μ lange Fäden. Die Stäbchen sind an den Polen abgerundet, grampositiv.

Dextroseagarstichkultur, 17 Tage alt: gleicher Befund wie bei voriger Kultur, keine Denaturierungerscheinungen abgesehen vom Fehlen der Beweglichkeit und der Sporenbildung, die aber bis anhin überhaupt nicht beobachtet wurden.

Die morphologisch-kulturell-biochemische Diagnostik dieses Organismus, auf die in der 2. Mitteilung eingetreten wird, führte zur Feststellung, dass *Bac. perfringens* (*Veillon und Zuber*), (*Bac. phlegmonis emphysematosae*, *E. Fränkel*) vorliegt; serologische Identifizierungsversuche wurden nicht ausgeführt. Der Stamm wird in vorliegender Mitteilung als „*Bac. perfr. subc.*“ bezeichnet.

2. Weiterhin werden mit dem Oedemsaaft Endo- und Drigalskiplatten beimpft. Nach 24-stündigem Aufenthalt bei 37° zeigen die Endoplatten flachkuppig

erhabene, saftig glänzende, hellrote Kolonien, die nach weiterem 3-tägigem Aufenthalt bei Zimmertemperatur¹⁾ sich vergrössert haben (Durchmesser 2—2½ mm bei weiten Abständen der Kolonien von einander), jetzt erhaben, saftig glänzend und *orangefarben* sind und den Nährboden entfärbt haben.

Auf den Drigalskiplatten ergeben sich anscheinend dieselben Kolonien, die zunächst auf dem Nährboden keinen Farbenumschlag zeigen und auch selber farblos sind, nach dem Aufenthalt bei Zimmertemperatur auch grösser (3½—4 mm Durchmesser), stark erhaben und *schmutzig chromgelb* geworden sind. Daneben zeigen sich hier in diesem Stadium kleine, runde, zarte («punkt-förmige»), grauweisse Kolonien, die nach Wachstum auf Schrägar agar sich morphologisch-kulturell als Streptokokken erweisen, morphologisch speziell vom Typus des *Streptococcus lacticus Kruse* (*Bact. Güntheri, Lehmann und Neumann*).

3. Es werden auch aus der *Milzpulpa Endo- und Drigalskiplattenkulturen* angelegt, wobei sich wieder nach entsprechend langem Aufenthalt bei Zimmertemperatur die schleimigen, erhabenen, analog gefärbten Kolonien einstellen, die das Endosubstrat bei den genannten Temperaturverhältnissen etwas entfärbten, den Drigalskiagar nach anfänglicher Intaktlassung später bläuen. Auf den Drigalskiplatten entwickelt sich ferner ein porzellanweiss wachsender, grosser Kokkus (1,4—2,0 Durchmesser), der nicht weiter verfolgt wird.

4. Endlich stellten wir mit aseptisch entnommenem *Herzblut Agarschüttelkulturen* her, die *nicht pasteurisiert* wurden. Die Röhrchen stehen 24 Stunden bei 37°, dann 4 Tage bei Zimmertemperatur. Daraufhin ergab sich folgender Befund: Die Oberfläche wird überzogen von einem eigelbgrauen, fältigen Belag. Bei den Tiefenkolonien zeigen sich zweierlei Arten: Linsenförmige von 1 mm Durchmesser und linsenförmige oder geflügelte von 0,2 mm Durchmesser. Die Agarsäule ist zerrissen (Gasbildung).

Von diesen beiden Arten von Tiefenkolonien, ferner vom Oberflächenrasen dieser Schüttelkulturen, je mehreren der Gelbkolonien der Endo- und Drigalskiplatten vom Oedemsaaft und der Milzpulpa werden nun Aussaaten auf Schrägar agar (37°) gemacht, die wiederum eigelbe Rasen ergeben. Diese erweisen sich im Alter von 24 Stunden aus grammnegativen Kurzstäbchen zusammengesetzt.

Davon werden jetzt Dextroseagarschüttelkulturen und Gelatinestichkulturen angelegt. Im Dextroseagar tritt in sämtlichen Fällen bei 37° innert 24 Stunden heftige Gärung ein, so dass das oberste Agarstück bis zum Wattepfpfropf getrieben ist. Bei den Gelatinestichkulturen setzt gleichmässig kräftiges Wachstum längs dem Stich ein, es bildet sich eine zitronen- später eigelbe Auflage, die am Rande wallartig erhaben und radiärfurchig ist. Besonders bemerkenswert ist ferner der Umstand, dass vom 6. Tage an längs dem Stich schlauchförmige Verflüssigung der Gelatine einsetzt.

¹⁾ Der Umstand, dass alle diese Kulturen vor der endgültigen Untersuchung noch einen 3- bis 4-tägigen Aufenthalt bei Zimmertemperatur durchmachten, ist lediglich einem Zufall zuzuschreiben, ohne dessen Eintreten uns wahrscheinlich im vorliegenden Falle das Vorkommen dieser gelbwachsenden Mikroorganismen im Tierkörper entgangen wäre.

Es sei noch kurz angeführt, dass auch mit dem Oedemsuft direkt beimpfte Schrägagarröhrchen Beläge ergaben, die zum Teil Eigelbfärbung aufwiesen. Daneben gingen noch graue Kolonierasen auf, die durch Bazillen und Bakterien verursacht, hier aber einstweilen nicht weiter verfolgt wurden, da sie auch nur aus dem durch das eingespritzte Material gebildeten Dépôt stammen konnten und nicht zur Paratyphus-Typhusgruppe gehörten.

Ueberblicken wir nochmals die Kulturbefunde, so fällt neben der Gegenwart eines obligat anaëroben Bazillus, dessen Vorkommen auf der Leberoberfläche durch direkt mikroskopischen Nachweis wahrscheinlich geworden war, vor allem in die Augen *die durch ein grammnegatives, gelben Farbstoff bildendes, fakultativ anaërobes, Dextrose sehr kräftig vergärzendes und Gelatine nach 6 Tagen peptonisierendes Stäbchen hervorgerufene Bakteriämie.*

Je 0,5 g der gleichen Darimehlprobe in phys. Kochsalzlösung aufgeschwemmt injizierten wir weiterhin 4 weissen Mäusen subkutan. 3 dieser Tiere sind gestorben nach $1\frac{1}{2}$ und 2 Tagen; bei allen ergab die Sektion ein sulziges, sanguinolentes Oedem am Rücken, der Injektionsstelle, wobei die Haut stellenweise durch Gasbildung vom Unterhautzellgewebe abgelöst war. Ausser dieser Erscheinung wies auch der widerlich süßliche Geruch auf Anaërobeninfektion. Im hängenden Tropfen des Oedemsafes zeigten sich bewegliche Stäbchen, die bei Gramfärbung sich positiv verhielten. Eine weitere Verfolgung dieser Befunde unterblieb aus äussern Gründen.

Nachdem sich also unsere Erwartung, mit Hilfe des Tierversuchs auf *Halbparasiten* zu stossen, in überraschender Weise erfüllt hatte, gingen wir sogleich zur Wiederholung des Meerschweinchenimpfversuches über, um den eigenartigen Befund bestätigt zu sehen. Auch wünschten wir die oben kurz erwähnten, aus dem Oedemsuft bei aërober Züchtung auf Agar erhaltenen, grauen Bakerienrasen zu analysieren.

Zunächst wird ein Meerschweinchen von 365 g, Nr. 10, wieder mit 1 g Darimehl (Probe I), aufgeschwemmt in physiologischer Kochsalzlösung, subkutan geimpft.

Nach etwa 16 Stunden ist das Tier sehr matt, an der Injektionsstelle am Bauch besteht eine Infiltration von teigiger Konsistenz, Knistern ist nicht zu palpieren. Am Abend stirbt es. Wird bis zum folgenden Tag im Eisschrank aufbewahrt. 16 Stunden nach dem Tod erfolgt die Sektion, wobei sich der gleiche Befund ergibt wie beim sogleich zu erwähnenden Meerschweinchen Nr. 11.

Wir beschränkten uns hier auf die Aussaat einiger Tropfen mit der Pasteurpipette aseptisch entnommenen *Herzblutes auf Schrägar*, der bei Zimmertemperatur stehen blieb. *Nach einigen Tagen hat sich ein tief ocker-gelber Bakterienrasen entwickelt.*

In ganz analoger Weise wird ein Meerschweinchen Nr. 11, 570 g schwer, infiziert.

Nach etwa 16 Stunden ist das Tierchen sehr matt, steht mit gesträubtem Haar zusammengekauert in einer Stallecke; es hat Mühe sich auf den Beinen zu halten und kann aus der Seitenlage sich kaum wieder aufrichten. Es fühlt sich kühl an. An der Bauchseite (Impfstelle) bis zur Brustregion zeigt sich bei Palpation Knistern. Es besteht Dyspnoe, die Schleimhaut am Naseneingang ist zyanotisch verfärbt. Nach 3 weiteren Stunden Exitus. Sektionsbefund: An der

Impfstelle lassen sich Haare und Epidermis ohne weiteres ablösen (Schwefelwasserstoffwirkung). Die Subkutis der ganzen Ventralseite ist mehr oder weniger durch Gasentwicklung gelockert und von der Muskulatur abgehoben; in der Axilla ziehen einige Bindegewebsfäden (Blutgefäße) frei durch die weite Höhle. Die Pektoralmuskeln sehen wie gekocht aus. Stellenweise, besonders an den Seiten, zeigt sich ein blutiges Oedem. Im Bereich des Bauches bestehen auch Nekrosen der Subkutis (grau verfärbte Stellen). Auf den blutig tingierten Oedemsäftlachen schwimmen Fetttropfen, vom eingeschmolzenen Unterhautzellgewebe herrührend, kurz es ergibt sich ganz das Bild einer Infektion mit dem *Fränkelschen Gasbrandbazillus*. Damit stimmt auch überein das morphologische Verhalten der aus dem Unterhautzellgewebe stammenden grampositiven, etwa $1\text{ }\mu$ breiten Stäbe. Neben kurzen, zum Teil sehr gedrungenen, gestutzten Formen kommen allerdings auch kurze Fäden vor; neben Einzelindividuen zeigen sich solche in Diplostellung, Ketten wurden nicht gefunden. Es besteht *Unbeweglichkeit*, keine Blähformen, *keine Sporen*. Von den übrigen Befunden sei noch erwähnt starke entzündliche Rötung des Peritoneum jedoch ohne Exsudat, Milzvergrößerung?, Leberstauung?.

Da es uns hier nicht auf die nähere Charakterisierung dieses voraussichtlich obligat anaërobem Verhalten aufweisenden Mikroorganismus ankam, wurden die Kulturen, wo er sich allein zeigte, nicht weiter untersucht. Das war der Fall bei *pasteurisierten Agarschüttelkulturen aus dem Oedemsäft*, wo sich im Originalröhren eine einzige tiefliegende, flockige Kolonie ergab. Hier muss ein zum mindesten fakultativ, wahrscheinlicher aber streng anaërober Sporenbildner vorgelegen haben, wie er beispielsweise aus Meerschweinchen Nr. 7 isoliert wurde. Auch dort überlebte nach Pasteurisierung von Agarschüttelkulturen aus dem Oedemsäft ein streng Anaërober, der nach seinem ganzen, später mitzuteilenden Verhalten wie bereits angegeben als *Fränkelscher Gasbrandbazillus* anzusprechen ist. Weder dort noch hier konnten direkt mikroskopisch im Kadaver Sporen gefunden werden, was soweit gut mit den Angaben von *Lehmann* und *Neumann* (Atlas und Grundriss der Bakteriologie, 1912) übereinstimmt, dass der *Fränkelsche Bazillus* im Tierkörper nie Sporen bilde. Wie müssen wir uns also zu den positiv ausgefallenen Pasteurisierungsversuchen stellen? Einerseits ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass injiziertes Sporenmaterial als solches an Ort und Stelle liegen blieb, andererseits berichten *Weinberg* und *Séguin1)* von dem allerdings nicht häufigen Vorkommen von Sporen dieses Organismus in «sérosités pathologiques». Wir werden auf die Angaben dieser Forscher noch zurückkommen bei der ausführlichen Besprechung des obligat Anaëroben aus Meerschweinchen Nr. 7.

Schrägagar-, unerhitzte und pasteurisierte Agarschüttelkulturen aus dem Herzblut blieben diesmal steril (48-stündige Bebrütung bei 37° , dann vier Tage bei 22°).

Schrägagarkulturen mit Oedemsäft aus der Subkutis, unerhitzt, ergeben gelbe und weiße Kolonien. Im Agar sind lange spießförmige Kristalle zu beobachten, die für den gelbwachsenden Mikroorganismus charakteristisch sein sollen. Wenn auch die Rolle dieser mehr oder weniger am Orte der Injektion gefundenen, aërob wachsenden Spaltpilze hinsichtlich der Pathogenese vorerst sehr fraglich bleiben musste, so wollten wir hier doch die Gelegenheit zu ihrer Identifizierung in Ergänzung zu den Erhebungen bei Meerschweinchen No. 7 benutzen. Je nach dem Ausfalle dieser Diagnostik

¹⁾ La gangrène gazeuse, Masson, Paris, 1918, S. 66.

konnten weitere Prüfungen ihres pathogenen Vermögens doch wünschenswert werden.

Es werden also von den verschiedenen Kolonien der obigen Schräg-agarkultur Gelatine- und Agarplatten gegossen, was nach erfolgtem Wachstum bei den Gelatineplatten wiederholt wird. Darauf erfolgt die kulturelle Charakterisierung. Was die gelben Kolonien anlangt, so verweisen wir auf den 2. Abschnitt (Stamm « b »). Die grauen Kolonien zeigen sowohl auf Agar als auch auf Gelatine 2 verschieden gestaltete Typen, die leicht isoliert werden können:

Gelatineplatten: Nach 5 Tagen 1. zonig-terrassenförmig erhabene, grauweisse Kolonien mit Perlmutterglanz, bis jetzt nicht deutlich verflüssigend. 2. schalenförmig verflüssigende, graue Kolonien.

Agarplatten: Nach 24 Stunden Aufenthalt bei 37° 1. runde, glattrandige, gewölzte, spiegelglatte, saftig glänzende Kolonien; 60/1 glattrandig, fein punktiert. 2. rundliche, unscharfrandige, ziemlich flache Kolonien mit gekörntem Relief, matt glänzend; 60/1 Rand in Locken und Haarknäuel aufgelöst, Inneres fleckig.

Die weitere morphologisch-kulturelle Prüfung ergibt, dass die beiden Nr. 1 und Nr. 2 identisch sind:

Nr. 1: *Gelatineplatten*. Kolonien nach 2 Tagen bläulichgrau, rund oder rundlich (der Weinblattform nahekommen), leicht erhaben, terrassiert, saftig glänzend, Rand oft wellig-buchtig. 61/1 Fein punktiert oder flammig, glattrandig. Nach 6 Tagen ist die Färbung mehr weisslich, die Kolonien nähern sich der runden Form, mit zonalen Ringen. Bis zu dieser Zeit keine Verflüssigungserscheinungen.

Gelatinestrich. Rundliche, grauweisse, erhabene Auflage mit Firnisglanz; Stich fadenförmig, von gleichmässiger Dicke, glatt. *Erst nach 16 Tagen zeigt sich beginnende Verflüssigung unterhalb der Auflage!* Nach 22 Tagen trichterförmige bis zylindrische Verflüssigung, nach 59 Tagen Gelatine total verflüssigt.

Agarstrich. Bei 22 und 37° gutes Wachstum, etwas in die Breite gehend, grauweiss, gewölbt erhaben, saftig glänzend, glattrandig, Kondenswasser getrübt.

Dextroseagarschüttelkultur bei 37°: Sehr reichliche Gasbildung innert 24 Stunden.

Laktoseagarschüttelkultur bei 37°: Kein Gas nach 1, 3 und 7 Tagen.

Bouillon, 37°: Starke diffuse Trübung mit wolkigem, grauweissem Bodensatz, später Ringansatz am Niveau. Nach 7 Tagen zarte Kahmhaut, starke Trübung. Bildung von H₂S (Bleipapier), kein Indol.

Milch, 37°: Am 3. Tag noch ungeronnen, am 7. Tag gallertig geronnen bei stark saurerer Reaktion.

Kartoffel, 22°: Lehmgelbgrauer, auf den Strich beschränkter, wenig erhabener Belag.

Morphologie. Beide Stämme rapid beweglich, 0,6—0,7—0,8 μ × 1^{1/4}—1^{1/2}—3 μ (5 Tage alt auf Agar), gramnegativ (bei 24-stündiger Kultur); einzeln und zu zweien. Keine Sporen (alte, bei 37° gestandene Agarkultur).

Es liegt hier also ein (para-) koliartiger Mikroorganismus vor, der die Eigentümlichkeit hat, Gelatine nach längerer Zeit zu verflüssigen. Auch zeichnet er sich durch seine rasche Beweglichkeit aus. Ein weiteres Merkmal, worin er sich von einem gewöhnlichen Koli unterscheidet, ist, wie später gezeigt werden soll, die Zusammensetzung seiner Zuckervergärungsgase. Ein unsichereres Unterscheidungsmerkmal ist die plumpere Form seiner

Kolonien. Wir werden später im weiteren Zusammenhang auf die diagnostische Bewertung dieses Stäbchens zurückkommen. Es handelt sich um das sog. *Bact. levans Lehmann und Wolffin*, dem später von *Lehmann* und *Levy* eine für das System adäquatere Benennung gegeben wurde.

Nr. 2: Gelatineplatten. Nach zwei Tagen bereits schalenförmig verflüssigend, mit diffuser, grauer Trübung des Schaleninhaltes. 60/1 Haarkranz.

Gelatinestich. Stich fadenförmig, rasch tritt Verflüssigung ein; diese ist anfänglich strumpfförmig und wird rasch zylindrisch, keine Seitenäste. Keine Kahmhautbildung.

Agarstrich. Bei 22 und 37° gutes Wachstum. Grauweiss, ziemlich starkes Breitenwachstum, ziemlich flach mit etwas erhabener Medianraphe, glattrandig, mattglänzend. (Nach 1½ Monaten nicht dunkelrotbraun verfärbt.)

Dextroseagarschüttelkur bei 37°: Kein Gas nach 3 und 7 Tagen (bei gutem Wachstum an der Oberfläche).

Bouillon, 37°. Diffuse Trübung mit wolkigem Bodensatz, am 3. Tag Kahmhautbildung mit breitem Niveauring, grauweiss. Etwas H₂S-Bildung, später zunehmend, kein Indol (Peptonwasser).

Milch, 37°. Nach 1 Tag breiig geronnen, nach 3 Tagen gallertig geronnen mit beginnender Peptonisierung, Reaktion amphot. Nach 7 Tagen hat die Peptonisierung weitere Fortschritte gemacht, die Kaseingerinnse nehmen nur noch etwa ¼ des ganzen Volums der Kultur ein. Reaktion alkalisch.

Kartoffel, 22°. Grauweisser Belag mit etwas Breitenwachstum, leicht erhaben. Oberfläche matt, doch ohne Faltenbildung innert 11 Tagen. Bei Wiederholung dasselbe, später wird die Farbe olivgrünlichgrau, dann missfarben gelblich bis olivgrünlichgrau. Es findet noch etwas Breitenwachstum statt. Rand etwas buchtig. Die Oberfläche bleibt matt.

Morphologie. Beide Stämme langsam gleitend und wackelnd beweglich, 1,1 bis 1,2 μ × 2—4—6 μ (5 Tage alt auf Agar), grampositiv, auch kettenbildend, sporulierend (Sporen halbmittelständig, oval, das Stäbchen nicht aufreibend).

Es handelt sich hier also um einen streng aëroben (Schüttelkulturen zeigen nur Oberflächenwachstum) Bazillus, der dem *Bac. Megatherium de Bary* nahestehen dürfte. Da er nie in innern Organen gefunden wurde und auch nicht wie *Bact. levans* den im Herzblut von Meerschweinchen nachgewiesenen, gelb wachsenden Stäbchen nahesteht, so konnte er für uns von keinem weiteren Interesse sein.

Liess sich beim Meerschweinchen Nr. 10 also unser früherer Befund der durch ein gelb wachsendes Stäbchen verursachten Bakterämie wiederholen, so zeigt uns anderseits der Versuch mit Meerschweinchen Nr. 11, einem beträchtlich schwereren Tier (Nr. 7 wog 370, Nr. 10 365, Nr. 11 570 g), die Bedeutung der relativen Dosis bei solchen Infektionsversuchen mit Organismen schwächerer Virulenz. Es kommt dabei eine ganze Reihe von Faktoren in Betracht, abgesehen von der hier unberechenbaren Rolle der Mischinfektion durch streng anaërope und sonstige Keime die Eintrittspforte, die Menge und das Giftbildungsvermögen der infektionstüchtigen Mikroorganismen, die individuelle Disposition des Infektionsträgers. Schon unsere ersten Infektionsversuche mit ¼ g Mehl bei 400 g schweren Tieren haben uns bei dem harmlosen, streng lokalisierten Verlauf der Infektion darauf hingewiesen, dass von der Gegenwart eigentlich hochtiervirulenter Keime nicht die Rede sein kann.

Das wird nun insofern durch den Versuch bei Meerschweinchen Nr. 11 bestätigt, als der kulturelle Nachweis einer Bakterämie (Herzblut) versagte. Das Tier scheint lediglich seiner Anaërobeninfektion erlegen zu sein. Die Rolle der begleitenden Aërobier dürfte sich auf eine Unterstützung des Anaëroben an Ort und Stelle der Infektion beschränkt haben. Dieser Befund lässt auch darauf schliessen, dass mit der Infektionsdosis von 1 g Mehl bei einem 370 g schweren Meerschweinchen offenbar der tödliche Schwellenwert nicht sehr weit überschritten worden ist.

Um die Richtigkeit unserer Bewertung der Rolle der relativen Dosis des weiteren festzustellen, brachten wir einem Meerschweinchen von 560 g, Nr. 13, 3 cm³ einer Aufschwemmung von 1½ g von Mehlprobe I in phys. Kochsalzlösung, das Ganze auf 16 cm³ gebracht und gut durchgeschüttelt, nach kurzem Stehenlassen behufs Sedimentierung der grössten Partikel in die Bauchhöhle (entsprechend etwa 0,28 g Mehl) in der Erwartung, dass diese Dosis nicht mehr imstande sei, tödlich zu wirken. Gemäss den Ausführungen von *Kruse* und *Pansini*¹⁾ durfte angenommen werden, dass bei den vorliegenden Virulenzverhältnissen die intraperitoneale Einführung unter Umständen für das Tier günstiger sei als die subkutane. Das Meerschweinchen erkrankte denn auch nicht ersichtlich in den ersten Tagen nach der Infektion, es besteht keine Appetitlosigkeit, doch zeigt sich etwas Druckempfindlichkeit der Bauchdecken. Das Gewicht hält sich auf gleicher Höhe während 17 Tagen; langsam entwickelt sich ein erbsengrosses (am 17. Tag) Infiltrat an der Injektionsstelle. Nachdem sich nie deutliche allgemeine Krankheitserscheinungen gezeigt hatten (?), ging das Tier nach 22 Tagen ein.

Sektionsbefund: Gewicht 375 g. An der Injektionsstelle zeigt sich subkutan käsiger Eiter ohne Reaktionserscheinungen der Umgebung, die Inguinallymphdrüsen sind leicht vergrössert, von sonst normalem Aussehen. Das Peritoneum parietale erscheint diffus leicht gerötet und von leicht höckeriger Oberflächenbeschaffenheit, verdickt. Kein Peritonealexudat. Der Darm ist an einigen Stellen mit dem Peritoneum parietale verwachsen, ferner bestehen Briden zwischen Dickdarmschlingen. Milz von normaler Grösse, Nieren und Leber ohne Verfettung, Retroperitonealdrüsen nicht vergrössert. Ober- und Mittellappen der rechten Lunge zeigen *pneumonische Partien*: Schwimmprobe positiv.

Mit Herzblut beimpfte Agarschüttel- und Agaroberflächenkulturen bleiben ohne Wachstum (4 Tage 37°, 2 Tage 22°). Ausstrichpräparate aus den Lymphdrüsen (Gram-Fuchsin- und Löffler-Methylenblaufärbung) ergeben keine Mikroorganismen. — Der Tod ist also wohl durch die interkurrente Pneumonie eingetreten, wobei allerdings der künstlich gesetzte Infekt begünstigend gewirkt haben möchte.

Weiteres Interesse bot die Frage, ob sich die gelb wachsenden Stäbchen auch schon intra vitam im Herzblut nachweisen liessen, besonders bei nicht sehr hochgradiger Infektion. Wir verimpften deshalb von der soeben angegebenen Mehlauschwemmung 7 cm³ (entsprechend etwa 0,65 g) einem Meerschweinchen Nr. 12 von 380 g unter die Haut und beobachteten folgendes:

¹⁾ l. c.

Vom 2. Tag nach der Injektion an macht sich zunehmende Druckempfindlichkeit an der Injektionsstelle bemerkbar. Es bildet sich ein Infiltrat. Am 2. Tag sickert seröse Flüssigkeit aus der Einstichöffnung, durch welche auch Gase entwichen sein dürften. Am 3. Tag dehnt sich das Infiltrat von der Injektionsstelle in der Unterbauchgegend bis über das Brustbein aus. Das Tier verliert seine Fresslust, kauert sich zusammen, hat gesträubte Haare, zeigt unregelmässige, dyspnoische Atmung und tremorartige Bewegungen. Präparate von der serösen Flüssigkeit an der Einstichstelle ergeben kurze, gramnegative Stäbchen, lange dickere, unvollständig grampositive Stäbchen, ausserdem gramnegative, sehr dünne Stäbchen, die kaum mit den zuvor angeführten gramnegativen Kurzstäbchen identisch sein dürften. Ein Giemsapräparat zeigt, dass nur geringfügige Phagozytose stattgefunden hat.

Wiederum ergeben sich also die klinischen Anzeichen einer ziemlich schweren Infektion durch obligate Anaerobier. Das Tier wird jetzt in leichte Chloroformnarkose gebracht, dann erfolgt sofort die Eröffnung des Thorax und aseptische Herzpunktion.

Nachher wird die Sektion vervollständigt. Das Unterhautzellgewebe der Ventralseite ist gelb verfärbt und infiltriert (nekrotisch?), kein Oedem, kein Gas, keine Hämorrhagien. Innere Organe ohne Befund. Die regionalen Lymphdrüsen der Leiste etwas vergrössert.

Aussaaten in Bouillon und auf Schrägagar mit Herzblut, auf Schrägar mit Galle.

Je eine dieser mit Blut geimpften Bouillon- und Schrägagarkulturen werden zu 37° gestellt, je ein zweites Exemplar, ebenso die Agarkultur mit Galle zu 21°. Am folgenden Tag weist die Bouillon bei 37° starke Trübung und Gasentwicklung auf. Im Hängetropfen zeigen sich rapid bewegliche Kurzstäbchen, die zum Teil in Haufen zusammenkleben, wobei die peripherisch liegenden Exemplare noch energisch hin und her schlagen. Es dürfte sich hier um eine Agglutinationserscheinung handeln, da so viel Blut in das 6 cm³ Bouillon enthaltende Röhrchen gebracht worden war, dass die Kuppe mit Blutkörperchen ausgefüllt ist. Die in der Wärme gehaltene Agarkultur, die ungefähr gleich stark wie die vorige Bouillon geimpft worden war, ergibt eine unbewachsene Agaroberfläche, hingegen ist das Kondenswasser getrübt und ein grauer Rasen beginnt aus demselben emporzuwachsen. Auch hier werden rapid bewegliche Kurzstäbchen festgestellt.

Es werden nun aus diesen beiden Kulturen Gelatineplattenkulturen angelegt, die nach 14 Tagen in beiden Fällen ausschliesslich gelbe, peptonisierende Kolonien ergeben. Nach nochmaliger Gelatineplattenpassage wird auf Agar abgestochen.

Die Bouillon- und Schrägagarkulturen bei 21° bleiben steril, auch nach nachträglichem Aufenthalt bei 37°. Die Schrägagarkultur mit Galle wurde nach 24 Stunden zu 37° gebracht, worauf aus dem Kondenswasser ein grauer Rasen emporwächst. Auch hier ergeben sich rasch bewegliche Stäbchen. Nach mehrtägigem Aufenthalt bei Zimmertemperatur zeigt der Belag gelbe Farbe. Davon Gelatineplatten, die nach 13 Tagen gelbe, verflüssigende Kolonien aufweisen. Fortzüchtung auf Agar.

Aus den Kulturbefunden ergibt sich, dass die Menge der gelb wachsenden Stäbchen im Blute nicht sehr gross gewesen sein konnte. Bemerkenswert ist das Vorhandensein der Stäbchen in der Galle. Von einer eigentlichen Bakterienseptikämie zu sprechen wäre jedenfalls verfrüht, indem man darunter Mikroorganismenvermehrung im Blute selber versteht, während es sich hier um einfachen Transport in der Blutbahn handeln kann. «*Die neueren Untersuchungen und das tiefere Eindringen in die Infektionsprozesse des Menschen haben uns gelehrt, dass in den meisten Fällen von Infektion die Verbreitung der Infektionserreger im Organismus eine grössere ist als man in einer gewissen Epoche der Bakteriologie, besonders unter dem Einflusse der ersten Befunde über die von den Bakterien abgesonderten Gifte, angenommen hat.*

Besonders bei Lues kommen, wie *Neisser* bei Affen nachgewiesen hat, die Spirochäten im Blut viel häufiger und früher vor als man glaubte. Eine Zeitlang galt es auch als feststehend, dass bei der Diphtherie sich die Diphtheriebazillen auf die Orte lokalisieren, wo es zur Bildung von Pseudomembranen kommt, dass in inneren Organen und im Blute Diphtheriebazillen aber nicht oder doch nur sehr selten vorkommen. So stellten *Babes*, *Kolisko* und *Paltauf* und *Spronk* das Vorkommen von Diphtheriebazillen in Milz und Blut noch als sehr selten dar, bis dann *Frosch* bei den Untersuchungen von 14 Fällen von Diphtherie bei 10 die Diphtheriebazillen in Blut und inneren Organen nachwies, also die doch sehr häufige Verbreitung des Diphtheriebazillus im Körper zeigte. Aehnlich war es bei anderen Infektionen, so bei der durch die Pneumokokken hervorgerufenen croupösen Pneumonie sowie dem Typhus, wo man ebenfalls früher eine weitere Ausbreitung von Bakterien im Organismus in die vom primären Sitz entfernten Organe als etwas sehr selenes und prognostisch durchaus infaustes auffasste. Besonders der Uebergang der spezifischen Mikroorganismen ins Blut der Kranken und ihr Nachweis darin wurden als prognostisch durchaus schlecht angesehen. Auch in dieser Beziehung haben uns die neueren sorgfältigen Untersuchungen und die verbesserte Untersuchungstechnik gelehrt, dass bei allen möglichen Infektionen das *zeitweilige* Vorkommen von Infektionserregern im Blute der Kranken durchaus nicht selten, z. B. bei Typhus in gewissen Stadien der Fieberperiode sogar fast regelmässig zu bezeichnen ist, und dass dieser Vorgang in keiner Weise eine so schlechte Prognose bedeutet»¹⁾. Es sei in dieser Beziehung auch auf eine Arbeit von *Klose*²⁾ hingewiesen, der durch Versenkung des Blutkuchens von steril entnommenem Blut in 3%igen hochgeschichteten Agar den Nachweis der betreffenden Anaëroben im Blut intra vitam viel häufiger positiv gestaltet als es nach der alten Methodik der Fall war, nämlich bei 60% bei 80 Blutproben. Das Blutserum erwies sich meistens als steril. Er stellte ausserdem fest, dass beim Tier wie beim Menschen hinsichtlich der Schnelligkeit

¹⁾ *Wassermann* und *Keysser*, l. c. S. 572.

²⁾ Zur Frage der Blutinfektion mit Gasödem-Bazillen bei der Gasödemkrankung. Z. f. Hyg., 85, 223 (1918).

und Neigung des Uebertritts der Gasödembazillen in die Blutbahn zwischen ihren einzelnen Gruppen Unterschiede bestehen: Während bei intramuskulärer Injektion von Meerschweinchen mit Stämmen der Putrifokus- und Rauschbrandbazillengruppe (3. und 2. Gruppe der Gasödembazillen) schon 3 Stunden nach der Infektion die Bakterien kulturell im Karotisblute festzustellen waren, glückte dieser Nachweis im strömenden Blute bei Infektionen mit dem *Welch-Fränel'schen* Gasbazillus verhältnismässig erst bedeutend später, meist erst in der Agone. Das erkläre wohl auch die Tatsache, dass selbst auf der Höhe der durch den *Welch-Fränel'schen* Gasbrandbazillus erzeugten Erkrankung die Tiere durch einen Scherenschlag, der dem toxin- und bakterienreichen Exsudat Abfluss verschafft und den Krankheitsprozess freilegt, vor dem Tode zu retten seien.

Fassen wir die bisherigen *Ergebnisse unserer Meerschweincheninfektionsversuche mit Dari-Mehl* zusammen, so ergibt sich als wesentlichste Tatsache *der wiederholt gelungene Nachweis von auf den gewöhnlichen Nährmedien gut fortkommenden, gelben Farbstoff bildenden Kurzstäbchen im Herzblut bei regelmässig sich einstellender Anaërobieninfektion*. Letztere dokumentierte sich pathologisch-anatomisch am Orte der Infektion und per contiguitatem davon fortschreitend. Im Herzblut liessen sich mittels unerhitzter und pasteurisierter Agarschüttelkultur die obligaten Anaërobier nie nachweisen.

II.

Die Identifizierung einiger aus dem mit Mehl infizierten Meerschweinchen stammender Mehlikoli-Organismen unter Zugrundelegung der durch die Arbeiten von Wilhelm Holliger und Fritz Levy für diese Bakteriengruppe bereits geschaffenen Systematik.

Die beiden gelb wachsenden Kurzstäbchen, die aus dem Herzblut der Meerschweinchen Nr. 7 und Nr. 10 isoliert worden waren, wurden nun so gleich nach zweimaliger Gelatineplattenpassage einer kulturellen Prüfung unterzogen. Dabei ergab sich folgendes:

Gelbstäbchen aus Meerschweinchen Nr. 7 = Bact. «a».

Gelatineplattenkultur: Oberflächenkolonien nach 2 Tagen von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mm Durchmesser, dann bis zum 9. Tage 3—4 mm Durchmesser erreichend. Anfänglich strohgelb, am 3. Tag hellockergelb (eigelb), rundlich (bei Wiederholung nach fast 2 Jahre langer Fortzüchtung auf Nähragar protokollierten wir: 4 Tage alt «wenn nicht über 3 mm Durchmesser haltend kreisrund», 6 Tage alt «Kolonien fast ausnahmslos kreisrund, auch die grossen»). Anfänglich gewölbt oder flach kegelförmig erhaben, Kegelform manchmal gestutzt, saftig glänzend, glattrandig, etwas schleimig, schleierig-schmierig, am 3. Tag mit unebener, runzeliger Oberfläche. Am 9. Tag sind die Kolonien flach geworden oder bereits etwas in die Gelatine eingesunken, mit radiärfurchiger Oberfläche oder radiär gestellten Falten in einer Randzone und kraterförmig einsinkendem Zentrum, in der Mitte oft mit knopfartiger Erhabenheit, die bei vorhandenem Krater im Grunde desselben liegt. Rand gekerbt, Konsistenz häufig. 15. Tag: Die Kolonien liegen in weiten Verflüssigungshöfen als gelbe Häutchen. Bei Vergrösserung 60/1 sind anfänglich die Oberflächenkolonien fein punktiert, die Tiefenkolonien grob punktiert, zentral-

wärts dunkel werdend. Später am 3. Tag zeigt sich bei den Oberflächenkolonien flammige Struktur am Rande, zentralwärts grösser werdende Flecken, das Zentrum ist dunkel; noch später sind die Kolonien undurchsichtig.

Gelatinestichkultur: Stich fadenförmig, oben rauh, gleichmässiges Wachstum bis unten; am 2. Tag kleine, noch grau erscheinende Auflage, die am 3. Tag bereits graugelb und 4 mm Durchmesser haltend, rundlich, etwas erhaben geworden ist. Sie hat matte Oberfläche. Am 5. Tag sind noch keine Anzeichen von Verflüssigung bemerkbar, am 7. Tag liegen die ersten Anfänge schlauchförmiger Verflüssigung vor; am 9. Tag strumpfförmige Verflüssigung.

Agarplattenkultur (22°): Die Kolonien unterscheiden sich anfänglich gar nicht wesentlich von denen der Gelatine, bei $60/1$ tritt bald Lichtundurchlässigkeit ein, die äusserstem Randpartieen sind fein punktiert. Die Kolonien haben ein schleimiges Aussehen mit spiegelnder Oberfläche. Das Zentrum ist knopfartig erhaben. Am 9. Tag sind die Oberflächenkolonien ockergelb, jetzt gleichmässig kuppig erhaben, glattrandig und immer von schleimigem Aussehen.

Agarstrichkultur, 37° : Freudiges Wachstum, nach 20 Stunden Breitenwachstum, Belag ohne Färbung, grau (doch lässt sich beim Zusammenscheuern der Belagmasse mit der Oese bereits die gelbe Färbung konstatieren), ziemlich erhaben, saftig (schleimig) glänzend, Kondenswasser getrübt, nicht fadenziehend. 22° : Dasselbe bei etwas langsamerer Entwicklung, Färbung nach 2 Tagen schmutzig ockergelb, am 3. Tag rein ockergelb. Von schleimigem Aussehen, stark erhaben mit hochglänzender Oberfläche.

2%ige Dextroseagarschüttelkultur, 37° : Nach 20 Stunden Gasbildung ohne Zerreissung des Agarzyinders, nach 24 Stunden sehr starke Gasbildung, so dass das oberste Agarstück an den Wattepropf gestossen wird. 22° : Nach 1 und 2 Tagen keine Gasbildung zu sehen, nach 8 Tagen reichlich Gas.

2%ige Maltoseagarschüttelkultur, 37° : Gasbildung nach 24 Stunden (Agarzyylinder in Stücke zerrissen), nach 2 Tagen keine wesentliche Zunahme, im Ganzen etwas weniger Gas als bei der vorigen Kultur. 22° : Nach 24 Stunden keine Gasbildung zu konstatieren, nach 8 Tagen Gärung, doch weniger Gas als bei Dextrose und Saccharose bei dieser Temperatur.

2%ige Laktoseagarschüttelkultur, 37° : Kein Gas nach 24 Stunden bei gutem Wachstum, ebenso nach 2 Tagen. 22° : Nach 1, 2 und 8 Tagen kein Gas.

2%ige Saccharoseagarschüttelkultur, 37° : Gasbildung nach 24 Stunden (Agarzyylinder in Stücke zerrissen), die nach weiteren 24 Stunden zunimmt (oberstes Agarstück jetzt in den Wattepropf getrieben). 22° : Nach 1 Tag keine sichtbare Gasbildung nach 2 Tagen dagegen wohl. Hat nach weiteren 6 Tagen noch zugenommen.

Bouillonkultur (1 Tag bei 37° , dann bei 22°). Das Wachstum beginnt mit diffuser Trübung der Flüssigkeit, innerhalb der nächsten Tage entwickelt sich einerseits aus einem anfänglichen weisslichen Kahmhautring an der Glaswand eine ockergelbe Kahmhaut (11. Tag), andererseits ein Sediment, das anfänglich wolzig ist, später bröckelig und schliesslich schleimig wird. Fortschreitende H_2S Entwicklung (Nachweis mittels über der Kultur hängenden Bleiazetatpapierstreifens). Keine Indolbildung in 2%igem Peptonwasser (37°) bei 11 Tage langer Beobachtung (Nachweis nach der Methode von Morelli).

Milchkultur (erste 2 Tage 37° , dann 22°), 2. Tag: Keine sichtbare Veränderung; 3. Tag: Beginnt soeben zu gerinnen, Reaktion schwach sauer, Farbstoffbildung ist nicht zu beobachten; 11. Tag: Geronnen bei Abscheidung von Molke, keine deutliche Gelbfärbung, Reaktion stärker sauer geworden.

Kartoffelkultur (22° , alkaliert und schwach sauer): Der nach 2 Tagen blassockergelbe, matte Oberflächenbeschaffenheit zeigende, flache, schmale Belag-

streifen ist nach 3 Tagen bereits leuchtend ockergelb, wird noch etwas erhabener ohne bedeutendes Breitenwachstum.

Morphologie: Agarkultur, 2 Tage 21°: $1\frac{1}{2}-2-2\frac{1}{2} \mu$ lang, $\pm \frac{3}{4} \mu$ breit; mit abgerundeten Polen; unbeweglich; einzeln, hauptsächlich aber in Pseudokettenverbänden, dadurch gebildet, dass die Einzelglieder rings von Schleim (Kapseln?) umgeben sind; nur dieser hängt zusammen, wobei die Pole benachbarter Stäbchen meist nebeneinander seitlich verschoben sind; Pseudoketten bis 10-gliedrig. Gramnegativ. Keine Sporen (7 Tage bei 37° gestandene Agarkulturen).

Bouillonkultur, 2 Tage 36°: $1\frac{1}{2}-4 \mu$ lang, $0,7-0,8-0,9 \mu$ breit. Etwa $\frac{1}{3}$ der Bakterien ist *beweglich*, zum Teil *rapid* (rascheste Vorwärtsgleiten, wobei eine gewisse Vorliebe zur Beschreibung weiter Kurven nicht zu leugnen ist).

Von einer bei 21° gewachsenen Schrägagarkultur im Alter von 18 und 23 Stunden werden Präparate nach der Geisselfärbungsmethode von *Casares-Gil*¹⁾ angefertigt, welche *peritrichie Begeisselung* ergeben.

Ein gewisses Interesse bietet die Bildung dieser durch Bakterienschleim bedingten Pseudoketten, sowie der Umstand, dass in einer 2 Tage alten, bei 21° gewachsenen Agarkultur nur unbewegliche Exemplare gefunden werden konnten, bei einem Organismus, der wie sich aus Literatur und weiteren eigenen Erhebungen ergibt, eine so grosse Neigung zur Lokomotion und zwar von besonderer Intensität an den Tag legt. Beides dürfte durch die vor kurzem erfolgte Meerschweinchengangpassage bedingt sein: Die Verstärkung der Schleimproduktion (solche Pseudoketten wurden später nicht mehr beobachtet), welch letztere Fähigkeit ihm allerdings bis zu einem gewissen Grade schon ohnehin eignet, als Schutzmittel oder Involutionserscheinung oder Ausdruck der Variabilität im allgemeinen, die Unbeweglichkeit als Folge der Schädigung durch den Tierkörper. (Diese Beobachtung konnte später in noch eindeutigerer Weise wiederholt werden, siehe unten.)

Gelbstäbchen aus Meerschweinchchen Nr. 10 = Bact. «c».

Gelatineplattenkultur: Oberflächenkolonien haben nach 3 Tagen 3—4 mm Durchmesser; von jetzt an nicht mehr wesentlich weiter wachsend, am 3. Tag schon ockergelb, rund, in flacher Wölbung etwas erhaben, saftig glänzend, glattrandig. Am 7. Tag leuchtend tief ockergelb («goldgelb»), immer noch gewölbt erhaben, aber im ganzen etwas in die Gelatine eingesenken, von schleimig-fadenziehender Konsistenz, von milchig weissem Trübungshof umgeben. Am 9. Tag liegen die kompakt gebliebenen Kolonien in weiten Verflüssigungsschalen. Bei 60/1 sind die Kolonien im Anfang im Innern grob punktiert, auch flammig, werden aber bald undurchsichtig. Der Trübungshof erscheint als dichte Konkrementanhäufung, die den Kolonierand überlagert, so dass dieser nur undeutlich als glatt erkennbar ist.

Gelatinestichkultur: Stich fadenförmig, glatt, mit gleichmässigem Wachstum bis unten. Am 3. Tag bereits eine Auflage von 7 mm im Durchmesser, von tiefockergelber Farbe. Am 6. Tag beginnt diese schon einzusinken. Auch hier ist ein Trübungshof ausgebildet. Der Stich weist schlauchförmige Verflüssigung auf (7. Tag). Am 9. Tag trichterförmige Verflüssigung, die Oberfläche des noch festen Gelatinesaumes zeigt Perlmutterglanz. 27 Tage: Vollständige Verflüssigung mit tiefockergelbem Sediment.

Agarstrichkultur: Bei 37° freudiges Wachstum. 22°: Nach 3 Tagen tief ockergelb, etwas erhaben, saftig glänzend, Rand glatt und gewellt, wenig Breitenwachstum. Kondenswasser trüb. Am 7. Tag Streichbreite 2 mm.

¹⁾ *Galli-Valerio*, La méthode de Casares Gil pour la coloration des cils des bactéries. C. f. B. I. Abt. O., 76, 233 (1915).

2%ige Dextroseagarschüttelkultur: 37°: Nach 24 Stunden etwas Gasbildung (1 Gasblase), die bei weiterer Bebrütung nicht zunimmt. (Der Befund wird zweimal in übereinstimmender Weise erhoben. 22°: Kein Gas (nach 1 und 5 Tagen beobachtet).

2%ige Maltoseagarschüttelkultur 37 und 22°: Kein Gas bei gutem Wachstum.

2%ige Laktoseagarschüttelkultur 37 und 22°: Kein Gas bei gutem Wachstum. (Bei Laktose 37° gleicher Befund zum 2. Mal erhoben.)

2%ige Saccharoseagarschüttelkur 37° und 22°: Kein Gas bei gutem Wachstum.

Bouillonkultur 1 Tag bei 37, 1 Tag bei 31, dann bei 22°: Diffus getrübt, mit wolkigem Bodensatz. Etwas H₂S-Entwicklung, die am 7. Tag andauert. Jetzt auch gelber Kahmhautring, tief ockergelber Bodensatz. Indolbildung in Spuren (2%iges Peptonwasser, Oxalsäurefiltrerpapierstreifen nach Morelli sehr schwach rosa). Bouillon schleimig, von deutlich erhöhter Viskosität, doch ohne Fadenziehen.

Milchkultur 4 Tage bei 37, dann bei 22°: Am 3. Tag noch nicht geronnen, am 4. Tag gallertig geronnen bei saurer Reaktion. Keine Verfärbung. Am 7. Tag Niveau gelblich gefärbt. Nach 27 Tagen ist die Oberfläche helllockergelb geworden.

Kartoffelkultur (22°, alkalisiert und schwach sauer): Der nach 4 Tagen ockergelbe, ziemlich flache, saftig glänzende, glattrandige Belag wird später dunkelockergelb und wächst noch in die Breite.

Morphologie (siehe auch Mikrophotogramm): Agarkultur, 24 Stunden 37°: 1,2—2,0 μ lang \pm 0,7 μ breit; mit abgerundeten Polen; gut bis intensiv *beweglich*, viele Individuen zeichnen sich durch heftige Seitenausschläge aus; einzelne und zu 2 gelagerte Zellen, keine Ketten; gramnegativ; keine Sporen (7 Tage bei 37° gestandene Agarkulturen). *Peritrache Begeisselung* (Färbung nach der oben angegebenen Methotik; 16 stündige, bei 23° gewachsene Schrägagarkultur).

Bei der Gegenüberstellung der beiden Beschreibungen der Stämme Bact. «a» und «c» ergibt sich bei aller Verwandtschaft ein deutlich differierendes Verhalten dieser Organismen. Sie legen ein qualitativ und quantitativ verschiedenes Gärungsvermögen gegenüber 4 verschiedenen Zuckerarten an den Tag, das Farbstoffbildungsvermögen ist beim Stamme «c» weiter ausgebildet, ebenso die Fähigkeit der Gelatinepeptonisierung: Der Stamm «c» bildet etwas früher Farbstoff und wächst immer in einem deutlich dunkleren, satteren Ockergelb, die Gelatineverflüssigung setzt um 1—2 Tage früher ein.

In einer weiteren Kulturenserie werden nun die Stämme «c» und «d» (aus Galle Meerschweinchen Nr. 12), sowie «c» nach nochmaliger Meerschweinchenpassage (siehe unten) verglichen. Dabei ergibt sich, dass sich «d» wie «a» verhält: Punktoschnelligkeit der Gelatineverflüssigung steht dieser Stamm 3—4 Tage hinter «c» zurück, welch letzterer diesmal schon am 3. Tage auf Gelatine zu peptonisieren beginnt; auch die Farbstoffbildung tritt bei «c» auf Gelatine und Agar (bei letzterem auch bei 37°) schon am 2., ja schon am 1. Tage auf, während «d» am 2. Tage gelbgrau, erst am 3. Tag ockergelb erscheint. Schnelligkeit der Farbstoffbildung und der Peptonisierung bei «c» sind hier gegenüber der vorigen Kulturserie noch gesteigert, was auf nicht eruierbaren Einflüssen beruht (Angewöhnung an die künstlichen Nährmedien, etwas andere Qualitäten der Nährsubstrate: Zwischen 1. und 2. Kulturserie liegt ein Zeitraum von etwa 2 Monaten). Während bei «c» im Agar sich nur kurze (rhombische?) Kristalle gebildet haben, zeigen sich bei «d» (wie auch früher bei «a») außerdem lange spießförmige. «c» bildet diesmal nicht nur aus Maltose, Laktose und Saccharose kein Gas, sondern auch nicht aus Dextrose trotz freudigem, zuoberst ockergelben Wachstum. (In der Dextroseagarschüttelkultur treten eigentümliche Trübungszenen auf im oberen Drittel der Agarsäule, die wohl auf Säurebildung beruhen.) «d» vergärt Dextrose sehr energisch

(bei 37° Wattepropf durch oberstes Agarteilstück herausgestossen), Maltose wird ebenfalls gut vergoren, Laktose nur schwach angegriffen (Bildung einiger Gasblasen), Saccharose dagegen wieder sehr energisch.

Zu erwähnen ist noch eine Abart der Koloniebildung auf Gelatineplatten bei «d»: Runde Kolonien mit gekerbtem Rand und mit grobhöckeriger Oberfläche (maulbeerförmiger Habitus). Während die glatten Kolonien bei 60/1 fein punktiert erscheinen, sind die maulbeerförmigen schuppig.

Endlich konnte in einer 3. Kulturenserie, auf die wir später zurückkommen werden, im Anschluss an ein ungewolltes, jedoch in heuristischer Beziehung nicht unerwünschtes Vorkommnis bei einem Intoxikationsversuche mit filtrierter Kulturflüssigkeit, die morphologisch-kulturelle Identität des Stammes «f» aus dem Herzblut von Meerschweinchen Nr. 12 herrührend, mit Stamm «a» bzw. «d» festgestellt werden. Besonders hervorzuheben ist das Vergärungsvermögen dieser drei Stämme gegenüber den erwähnten 4 Zuckerarten; es ist so übereinstimmend, wie sich bei allen 4 Stämmen aus dem Schüttelkulturbild ableiten liess, dass die Vergärung von Dextrose und Saccharose am intensivsten, jene von Maltose etwas weniger intensiv vor sich geht, während Laktose in dieser Beziehung nur in geringem Grade angegriffen wird. «a» führte wie erwähnt vorerst mit Laktose überhaupt nicht zu sichtbarer Gasbildung, später nach längerer Fortzüchtung auf unserem gewöhnlichen Fleischagar kam es aber auch bei diesen Stamm zu träger Vergärung. Indolbildung konnte bei Züchtung in 2%igem Peptonwasser nach der *Morelli'schen* Methode bei keinem dieser Stämme nachgewiesen werden bei positiver Kontrolle mit *Bact. coli* (*commune*). Seine Kultur lässt den Oxalsäurestreifen nach zweitägigem Aufenthalt bei 37° bei durchfallendem Licht rosa erscheinen, nach 12 Tagen im durch- und auffallenden Licht himbeerfarben bis dunkelfleischrot. Die Milcherinnung setzt bei allen diesen Stämmen am 3.—4. Tage bei saurer Reaktion ein, und zwar ohne Unterschied bei 37 und 22°. Das Gerinnsel kontrahiert sich etwas in den folgenden Tagen. Alle Stämme haben ein schleimiges Aussehen auf Gelatine und Agar, dessen ungeachtet lässt sich eigentliches Fadenziehen im Kondenswasser oder in der Bouillonkultur mittelst der Oese in der Regel nicht in typischer Weise konstatieren.

Es blieb uns noch der Stamm «b» aus Meerschweinchen Nr. 11 zur Identifizierung übrig. Vorläufige Erhebungen an Gelatineplattenkulturen liessen seine Identität mit «a», «d» und «f» vermuten, was durch spätere Vergleichsserien auf verschiedenen Kulturmedien, auf die wir noch zu sprechen kommen, zur Gewissheit wurde. Bei diesem Organismus stellten wir auch mittelst der *Casares-Gil'schen* Methodik peritrichre Begeisselung fest. Der Stamm «e» stammt wie «f» aus dem Herzblut von Meerschweinchen Nr. 12. Er erwies sich, was zum voraus sehr wahrscheinlich war, auch mit diesem als identisch.

Halten wir Umschau in der Literatur, die die Mikrobiologie der Getreidemehle und der Brotteiggärung zum Gegenstand hat, so muss uns die bereits eingangs erwähnte, unter *Burris* Leitung von *Holliger*¹⁾ im landwirtschaftlich-bakteriologischen Laboratorium des Eidg. Polytechnikums in Zürich ausgeführte Arbeit beschäftigen, der bereits im Jahr 1902 das Wesen der spontanen Teiggärung in umfassender und grundlegender Weise klarlegte. Er fand 2 gasbildende Backterienarten als verantwortlich für das Aufgehen des lediglich aus Mehl und Wasser ohne «Ferment»-Zusatz bereiteten Teiges. Die eine wächst in farblosen Kolonien und war bereits damals bekannt als *Bact. levans Lehmann* und *Wolfson*, die andere hingegen bildet gelben

¹⁾ l. c.

Farbstoff und war bis anhin nicht beschrieben. Weiterhin hat sich dann 1904 Levy auf Veranlassung Lehmanns im Würzburger Hygiene-Institut in eingehender Weise mit diesen beiden Kleinwesen befasst.¹⁾

Wir wollen im folgenden die Ergebnisse dieser beiden Forscher unter Bezugnahme auf unsere eigenen bisherigen Befunde zur Erörterung bringen. Was zunächst die Tatsache des Vorliegens nur zweier, auch aërob wachsender Stäbchen im Mehlteig betrifft, so sei auf die Angabe Holligers hingewiesen, dass mehrfach auch Buttersäuregärung bei Teigen festgestellt werden konnte, wie das bei der steten Gegenwart von Buttersäurebazillen in solchem Material eigentlich a priori zu erwarten war. Unsere Meerschweinchenversuche demonstrieren ja zur Genüge das Vorhandensein von mit pathogenen Eigenschaften ausgerüsteten obligat Anaëroben bei unserer Darimehlprobe. Doch bildet das Auftreten der Buttersäuregärung nicht einen regelmässigen Bestandteil der bei der spontanen Teiggärung sich zeigenden Erscheinungen.

Der aus Meerschweinchen Nr. 11 isolierte, oben beschriebene und als *Bact. levans* angesprochene Mikroorganismus deckt sich in seinen morphologisch-kulturellen Eigenschaften im grossen Ganzen mit dem sog. *weissen Gasbildner Holligers*. Dieser unterscheidet sich nach diesem Autor von *Bact. coli*, abgesehen von unwesentlichen und unscharfen Verschiedenheiten im Aussehen der Plattenkolonie durch die rapide Beweglichkeit, die Verflüssigung der Gelatine und die Zusammensetzung des aus Traubenzucker gebildeten Gases. Alle diese Merkmale sind bei unserem Organismus vorhanden (auf das zuletzt angeführte kommen wir später zurück). Andererseits bestehen einige Differenzen: *Holligers* Bakterie vergärt Laktose und bildet Indol. Beides ist bei unserem Stamm nicht der Fall.

Die Umschreibung dieses Organismus erfährt dann bei Levy einige Modifikationen. Erstens fand er die Gasbildung aus Laktose als inkonstant: Von 17 Levansstämmen bildeten nur 7 (ca. 40%) in unzweideutiger Weise Gas. Die Art der Eigenbewegung kann er nicht als sicheres Differenzierungsmerkmal anerkennen, weil zu viel Uebergänge bestehen. Aber auch die Gelatineverflüssigung wird von 17 untersuchten Stämmen nach $2\frac{1}{2}$ und 7 Monaten vermisst bei mehr als der Hälfte. Bei den übrigen setzt sie 2–5 Wochen nach der Impfung ein.

Von den 17 Stämmen koagulieren 16 die Milch, allerdings innerhalb sehr verschieden grossen Zeiträumen (36 Stunden bis 10 Tage), nur der alte von Wolffin beschriebene Stamm versagt. Damit stimmt überein sein Unvermögen der Säurebildung aus Laktose in Bouillon, während die übrigen Stämme sich darin im allgemeinen nicht wesentlich von *Bact. coli* unterscheiden. Der Indolnachweis gelang Levy bei sämtlichen Stämmen.

Betreffend die Zusammensetzung des aus Dextrose gebildeten Gases aus einem durch Alkalilauge absorbierbaren Teil und einem nicht absorbierbaren fanden die Autoren übereinstimmende Verhältnisse. Sie bedienten

¹⁾ l. c.

sich dabei meist einer einfachen und etwas rohen Methodik: Zur Anwendung kamen die Smithschen Gärkölbchen, die mit Traubenzuckerbouillon gefüllt waren. Nach beendeter Gärung wird der im kugelförmigen Teil über der Flüssigkeit frei gebliebene Raum des Gärkölbchens vollständig mit 10%iger Alkalilauge gefüllt, hierauf das Ganze kräftig umgeschüttelt und die Flüssigkeit durch entsprechende Neigung des Kölbchens wieder so in die Kugel gebracht, dass zwischen dem verschliessenden Finger und der Flüssigkeit keine Gasblase bleibt. Nach Entfernung des letzteren steigt die Flüssigkeit in der Röhre je nach dem Grade der stattgefundenen Absorption. Das nicht absorbierte Gasvolum, der Hauptsache nach aus Wasserstoff bestehend, konnte direkt abgelesen und mit dem ursprünglichen Gasvolum verglichen werden. In einfachen Zahlen ergaben sich folgende Verhältnisse von CO_2 zu H_2 :

Nach *Wolffin* (der auch die genaue *Hempelsche Gasanalyse* ausführte¹⁾

Bact. levans 3 : 1 bis 2 : 1

Bact. coli 1 : 3

Nach *Holliger* Bact. levans 2 : 1

Bact. coli 1 : 2

Während nach *Levy* bei seinen Kolistämmen das Gasverhältnis dem in der Literatur angegebenen entsprach, war es bei *Bact. levans* inkonstant, indem das Verhältnis $\text{CO}_2 : \text{H}_2$ fünfmal etwa gleich 1 : 1, fünfmal grösser, siebenmal kleiner als 1 war. *Levy* stellt fest, dass Koli und nichtgelatineverflüssigende Levansstämme das Gasverhältnis $\text{CO}_2 : \text{H}_2$ wie 1 : 1 bis 1 : 3 oder CO_2 unter der Hälfte der Gesamtgasmenge, die verflüssigenden Levansstämme dagegen 1 : 1 bis 2 : 1 oder CO_2 über der Hälfte der Gesamtgasmenge aufweisen. Es gebe Formen, welche verflüssigen und dasselbe mittlere Gasverhältnis (1 : 1) wie nicht verflüssigende haben.

Lehmann und *Levy* schlagen vor, die nicht verflüssigenden Formen aus Mehl und Teig mit dem Gasverhältnis 1 : 3 bis 1 : 1 *Bact. coli*, die langsam verflüssigenden, weisswachsenden Formen aus Mehl und Teig mit dem Gasverhältnis 1 : 1 bis 2 : 1 *Bact. coli var. albidoliquefaciens*. *Lehmann* und *Levy* zu bezeichnen.

Das von uns isolierte «*Bact. levans*» wäre also nach der neuen Nomenklatur ein *Bact. coli var. albidoliquefaciens*, dem die Fähigkeit der Vergärung der Laktose und der Indolbildung abgeht. Es könnte daher auch als *Parakoli* mit den entsprechenden Epitheta bezeichnet werden. Wir werden dem Stamm später wieder begegnen und sehen, dass er im Laufe einer 3½-monatigen Weiterzüchtung auf gewöhnlichen Nähragar die Fähigkeit der Laktosevergärung erworben hat, eine Variabilitätserscheinung, die nicht näher analysiert worden ist und nur auffällt, weil die zur Fortzüchtung verwendete Kultur unseres Wissens nie in Berührung mit Laktose gekommen

¹⁾ Bakteriologische und chemische Untersuchungen über Sauerteiggärung. Dissertation, Würzburg, 1894; zit. nach *Holliger* und *Levy*.

war. Es darf aber nicht vergessen werden, dass der Stamm bei seiner ersten kulturellen Charakteristik unlängst einen Aufenthalt im Tierkörper durchgemacht hatte, durch den er möglicherweise seines angestammten Laktosevergärungsvermögens vorübergehend beraubt worden ist. Auch das Fehlen der Indolbildung könnte mit diesem Umstand im Zusammenhang stehen. Ganz gleiches gilt in dieser Beziehung vielleicht für die oben beschriebenen, gelb wachsenden Stämme. Ein Parallelismus besteht ferner darin, dass auch der gelbe Stamm «a» kurz nach der Isolierung aus dem Tierkörper Laktose nicht vergor, was er unter gleichen Umständen wie unser «Albidoliquefaciens» später «wieder» gelernt hatte.

«In spontan gärenden Teigen ist als Gärungserreger neben dem koliähnlichen *Bact. levans* regelmässig und meist in grösserer Menge als letzteres ein die Gelatine verflüssigendes, fakultativ anaërobos, nicht sporenbildendes, in ausgesprochen gelben Kolonien wachsendes, Trauben- und Milchzucker vergärendes Kurzstäbchen tätig», in diese Worte fasst *Holliger* die Umschreibung seiner Mehlteigbakterien zusammen. Man erkennt unschwer die Uebereinstimmung mit unseren gelb wachsenden Stämmen «a», «b», «d», «e» und «f», die alle aus dem Meerschweinchen und zwar grösseren Teils aus dem Herzblut isoliert worden sind. Verfolgt man nun die einzelnen Kulturbeschreibungen, die der Forscher von seinen Organismen gibt, so zeigt sich die Identität noch evidenter. 2 seiner Stämme wachsen auf Gelatineplatten nach 3 Tagen als «*kreisrunde*, etwas gewölbte, glänzende Scheibchen von ausgeprägt gelber Farbe, Randzonen etwas weisslich», bei Stäbchen aus 4 Tage alten Platten ist die Bewegung «bei einem grossen Teil meist lebhaft, zum Teil sogar pfeilgeschwind, so dass das Auge kaum folgen kann»; auch die von uns öfters beobachtete Neigung zu heftigen seitlichen Ausschlägen bei der raschesten Vorwärtsbewegung wird erwähnt bei 16 Stunden alten, bei 30° gehaltenen Dextroseagarstichkulturen: «Beweglich unter schlagender Bewegung des hinteren Endes, aber auch ohne eine solche, ähnlich einem abgeschossenen Pfeil». Mit letzterem Bilde wird auch die Neigung der Stäbchen Kurven zu beschreiben zum Ausdruck gebracht, was wir ebenso mehrfach beobachteten. Auch *Holliger* fand bei Geisselfärbung die 2 erwähnten seiner gelb wachsenden Stämme peritrich begeisselt. Seine «Gelbstämme» verflüssigen die Gelatine bei 30 und 36° nach 5 Tagen, wobei sich schon vorher Anzeichen der Peptonisierung durch verlangsamtes Wiedererstarren bei der Temperatur fliessenden Wassers bemerkbar machten. Bei 18—20° setzte die Verflüssigung ein nach 9 (vielleicht schon ein wenig vorher) bis 12 Tagen. Milch wird nach verschieden langer Zeitdauer zur Gerinnung gebracht. Auch bezüglich der Kartoffelkultur zeigt sich beste Uebereinstimmung, ebenso bezüglich der Gasbildung aus Traubenzucker und Milchzucker, sowie, was später noch zur Besprechung kommen wird, hinsichtlich der Zusammensetzung der gebildeten Gase. Die Indolreaktion fand *Holliger* ausnahmslos positiv, wir mit einer Ausnahme negativ, auch bei dieser letzteren war die Reaktion sehr schwach. Der Grund kann nicht an

der Methodik liegen (*Morelliprobe*), indem die* immer angefertigten Koli-kontrollkulturen jeweilen stark positive Reaktionen ergaben. Nach etwa 1½ Jahren vorgenommene Erhebungen mit der Probe nach *Ehrlich-Böhme* ergaben übrigens ganz sich deckende Befunde, indem wiederum alle gelb wachsenden Stämme kein Indol gebildet hatten mit derselben, hier zweifelhaften Ausnahme (Stamm «c»); es ist darauf noch zurückzukommen.

Levy hebt nun expressis verbis hervor, was bei aufmerksamer Lektüre sich übrigens auch schon unzweifelhaft aus der Arbeit von *Holliger* ergibt, dass es neben den gelb wachsenden, Zucker vergärenden Stämmen auch solche gibt, denen die letztere Fähigkeit abgeht. Doch bilden sie Säure aus (Trauben-) Zucker. *Levy* bezeichnet diesen Organismus als «gelben Säurebildner» im Gegensatz zum «gelben Gasbildner» von *Holliger*. Es wird sich aus den folgenden Daten die grosse Verwandschaft dieses «gelben Säurebildners» mit unserem Stamm «c» ergeben. Auf Differenzen werden wir am Schlusse der Besprechung der Differenzialdiagnose zurückkommen.

Worin dokumentiert sich der «gelbe Säurebildner» bei *Holliger*? Während die vorhin erwähnten beiden «Gelbstämme» auf Gelatineplatten nach 3 Tagen kreisrunde Kolonien bilden, zeigt der Säurebildner zu diesem Zeitpunkt «im Umriss ganz unregelmässige, an verlaufende Flüssigkeitstropfen erinnernde Kolonien, flach gewölbt, von dünnenschmieriger Konsistenz». Auffallend ist die grosse Amplitude im Verhalten der Breitendimensionen: «Von $\frac{1}{3}$ — 1μ , vereinzelt ganz plumpe, über 1μ dicke Formen». Der «gelbe Säurebildner» zeigt in Gelatinestichkulturen bei 18—20° nach 9 Tagen «deutliche starke Verflüssigung», während die beiden anderen «Gelbstämme» erst «Anzeichen beginnender Verflüssigung» oder nicht einmal das aufwiesen. Milch bringt er zur Gerinnung wie seine gasbildenden Verwandten. Auf Kartoffel wächst er lebhafter gelb und zeichnet sich durch saftigen Glanz aus gegenüber dem stumpferen oder fehlenden Glanz der beiden anderen «Gelbstämme», ein Charakterzug, den wir bei unseren eigenen Stämmen in deutlicher Weise wieder erkennen konnten (vergl. «c» und «a» usw.). Auch das «scheinbar verflossene» Wachstum gegenüber dem mehr auf den Impfstrich beschränkten der beiden anderen Stämme fanden wir beim Stamm «c» wieder. Während *Holligers* gelber Stamm I aus Traubenzucker viel Gas entwickelt, tut das Stamm II in geringerer Menge und langsamer, Stamm III (der Säurebildner) gar nicht. Indol wird gebildet, wenn auch am schwächsten beim Säurebildner; wir konnten umgekehrt gerade bei unserm Stamm «c» noch Spuren von Indol nachweisen, während die Gasbildner allesamt versagten.

Die Arbeit von *Holliger* enthält zwei in diesem Zusammenhang interessante Stellen. Gelegentlich der Herstellung von Anreicherungskulturen aus gärendem Sauerteig in 2%iger Traubenzuckerbouillon bei Zimmertemperatur, aus der dann Gelatineplattenkulturen angelegt wurden, zeigten sich einmal «neben einer grossen Menge von Hefenkolonien ziemlich viele gelbe Kolonien, welche leicht mit den bekannten gelben Gasbildnern verwechselt werden könnten. Sie enthielten ebenfalls Kurzstäbchen, die aber die Gelatine leicht verflüssigen

und noch aus anderen Gründen unschwer vom gelben Gasbildner zu unterscheiden sind» (S. 412). Wir gehen wohl nicht fehl mit der Vermutung, dass hier der Säurebildner vorgelegen hat, der sich nach Holligers eigenen Angaben, Levys und unseren Beobachtungen (siehe auch unten), gegenüber dem Gasbildner durch rascheres Peptonisierungsvermögen auszeichnet. — Bei der Untersuchung der im Verlaufe der Gärung des Sauerteigs auftretenden Pilzflora durch direkte Aussaat von Sauerteigmateriale in Gelatineplatten wurde beobachtet, dass ausser der Kolonien der Milchsäurebakterien nicht viel andere Bakterienkolonien auf den Plan traten, die ausserdem an Zahl rasch abnahmen. Immerhin war folgendes bemerkenswert (S. 415): «Während des ersten Stadiums der Gärung traten einige Kolonien auf, welche grosse Aehnlichkeit mit denen des gelben Gasbildners hatten und auch bewegliche Kurzstäbchen derselben Dimensionen enthielten. Sie konnten aber Zucker nicht vergären und erwiesen sich bei näherer Prüfung als identisch mit jener Bakterienart, die *Burri*¹⁾ kürzlich etwas näher charakterisierte und die ein regelmässiger Bewohner oberflächlicher Pflanzenteile der verschiedensten Art sein soll». Nach dem bisher Mitgeteilten könnte man versucht sein zu der Annahme, dass der gelbe Säurebildner Levy vorliege; es handelt sich aber um *Bact. herbicola Burri* und *Düggeli*, das allerdings dem gelben Säurebildner sehr nahesteht, sich jedoch von ihm vornehmlich durch die Bildung scharf begrenzter Zoogloeeen unterscheidet. Wir sind im Verlaufe unserer Erhebungen auch auf Vertreter dieser Art gestossen und begnügen uns hier daher mit diesem Hinweis.

Verfolgt man nun die Charakteristik von Levy, so ergibt sich, dass sie sich punkto Form der Gelatineplattenkolonie mit den Angaben Holligers deckt und zwar für den gelben Gasbildner wie für den Säurebildner. Während beim Gasbildner die Gelbfärbung der Kolonien am 3. bis 4. Tage beginnt, am 5. gut ausgeprägt ist, erscheinen die Kolonien des Säurebildners von Anfang an deutlich gelb und werden rasch goldgelb. «Am intensivsten war die Farbstoffbildung beim gelben Gasbildner auf der Kartoffelkultur; langsamer war sie auf der Gelatine, am langsamsten und schwächsten auf Agar. Der gelbe Säurebildner verhielt sich auf Kartoffel gleich, auf der Gelatine übertraf er den Gasbildner an Schnelligkeit, auf Agar an Schnelligkeit und Intensität der Pigmentbildung. Hier gelangt der Gasbildner, im Anfang von Albidoliquefaciens nicht recht zu unterscheiden, erst nach ca. 3 Wochen allmählig zu einem deutlichen, stumpfen, immer noch hellen Gelb, aber überhaupt nicht (Beobachtung 2½ Monate) zu der tiefen Nuance des «gold-gelb», welche der sofort deutlich gelb wachsende «gelbe Säurebildner» schon nach ca. 1 Woche erreicht.» Bezüglich der Schnelligkeit der Milchgerinnung ergibt sich kein Unterschied zwischen beiden Typen, nur setzt beim Säurebildner die Farbstoffbildung am Niveau in der Regel zugleich mit der Gerinnung ein, beim Gasbildner 4 bis 5 Tage später. «Es ver-

¹⁾ Die Stickstoffernährung der Leguminosen und die Knöllchenbakterien. Schweiz. landw Centralbl., 1902 (Zit.).

flüssigt» (die Gelatine) — wie dies auch *Holliger* konstatiert — «der gelbe Gasbildner stets schneller als *Coli albidoliquefaciens*; der gelbe Säurebildner wiederum rascher als der gelbe Gasbildner». Beim Wachstum in gewöhnlicher Bouillon trübt der gelbe Gasbildner weniger stark als *Bact. coli var. albidoliquefaciens* und bildet einen *gelb* gefärbten Bodensatz. Der Säurebildner seinerseits soll sich wieder vom Gasbildner durch noch geringfügigere Trübung und Bodensatz unterscheiden. «Der gelbe Gasbildner unterscheidet sich in bezug auf die gebildete Säuremenge» — in 1%iger Dextrose- resp. Laktosebouillon — «nicht von *Coli var. typica* und *var. albidoliquefaciens*». «Der «Säurebildner» verdient diesen Namen nur in bezug auf Dextrosevergärung; auch die hierbei erhaltenen Säuremengen sind kleiner als der Durchschnitt bei den anderen untersuchten Arten. Säurebildung aus Milchzucker findet nicht statt».

Ueber die Zusammensetzung des aus Dextrose vom gelben Gasbildner gebildeten Gases im Sinne der obigen Ausführungen sprechen sich *Holliger* und *Levy* in nicht ganz übereinstimmender Weise aus. Während ersterer ganz entsprechend seinen Befunden mit *Bact. levans* das Verhältnis von $\text{CO}_2 : \text{H}_2$ regelmässig wie 2:1 fand, ergaben sich *Levy* unregelmässige Befunde: Von fünf Stämmen war nur bei dreien das Verhältnis 2:1, bei den andern beiden 1:2 und 1:5. Bei einer späteren Nachprüfung nach längerer Fortzüchtung ergab sich aber eine bedeutende Einbusse des Gärvermögens, was bei den Levans-Koli-Stämmen nie beobachtet wurde. *Levy* hält daher die Gärfähigkeit des gelben Gasbildners für eine labile Funktion.

Levy kommt zur Schlussfolgerung: «Der gelbe Gasbildner unterscheidet sich vom *Bact. coli albidoliquefaciens* lediglich durch Abweichungen in der Bouillonkultur und dem Bau der Plattenkolonien, durch die Fähigkeit der Farbstoffbildung auf den verschiedenen Nährböden und raschere Gelatineverflüssigung.» Sein gelber Säurebildner andererseits ist vom gelben Gasbildner getrennt «durch das Unvermögen der Gasbildung aus Dextrose und Laktose, sowie der Säurebildung aus Laktose»¹⁾. Die Eigenschaften des gelben Gasbildners, die letzteren vom *Albidoliquefaciens* unterscheiden, kommen ihm jedoch in gesteigertem Masse zu: Farbstoffbildung, Gelatineverflüssigungsvermögen sowie geringere Trübung der Bouillonkultur.

Levy gibt am Schlusse seiner differenzialdiagnostischen Ausführungen der Voraussicht Ausdruck und belegt sie bereits mit 2 Beispielen, dass sich Uebergänge finden werden, die zwischen den 4 Unterarten *Bact. coli var. typica*, *Bact. coli var. albidoliquefaciens*, *Bact. coli var. luteoliquefaciens* (*Leh-*

¹⁾ *Prell* (Zur Kenntnis einiger defektiven Coli-Formen, C. f. B., I. Abt. O., 80, 225) spricht auch von *Bact. coli* (mutable), welches Traubenzucker zwar zu säuern, nicht aber zu vergären vermochte. Also Koli ohne Dextrosevergärungsvermögen! Unter Parakoli versteht er Koli, welche ihr Milchzuckerspaltungs- (Säuerungs- und Vergärungs-) Vermögen dauernd verloren haben. Daraus ergibt sich für die Nomenklatur des «gelben Säurebildners» die Bezeichnung: *Bact. paracoli var. luteoliquefaciens*.

Offen bleibt dabei die Frage, wieso dennoch der gelbe Säurebildner die Milch im gleichen Zeitintervall wie der Gasbildner zur Gerinnung bringt.

mann und Levy, gelber Gasbildner) und dem «gelben Säurebildner» vermitteln. Die seither erstandene, grosse Literatur über Variabilitätserscheinungen bei den Schizomyzeten lässt dies als beinahe sicher erscheinen; bereits liegen diesbezügliche Versuche von *Ph. Eisenberg* vor, über die im folgenden Abschnitt III kurz berichtet werden wird.

Einen solchen Uebergangstypus stellt auch unser Stamm «c» dar: Wie wir sahen, bildete er aus Dextrose geringe Mengen Gas, während er Maltose, Laktose und Saccharose überhaupt nicht vergor. Betrachten wir aber sein Verhalten gegenüber Dextrose zu verschiedenen Zeitpunkten, so sehen wir, dass das Gärvermögen auch gegenüber dieser Zuckerart zeitweilig (scheinbar?) verloren geht:

Am 15. II. 1919: 2 %ige Dextrose - Fleischextraktagschüttelkultur,
21° kein Gas; 37° 1 Gasblase (Befund zweimal erhoben).

Am 30. IV. 1919: 2 %ige Dextrose - Fleischextraktagschüttelkultur,
37° kein Gas, Trübungszone (Säurebildung).

Am 16. VII. 1920: 2 %ige Dextrose - Fleischextraktagschüttelkultur,
37° mehrere Gasblasen.

Am 4. XI. 1920: 2 %ige Dextrose - Fleischextraktbouillon (in *Smith-Kölbchen*), 32° kein Gas; 37° kein Gas.

Säure bildet er in *Barsiekow*-Nährflüssigkeit (siehe unten) aus Dextrose, Laktose, Saccharose und Mannit, während der gelbe Säurebildner *Levys* dies wohl bei Traubenzucker, nicht aber bei Laktose tut (die beiden andern Stoffe wurden nicht geprüft). Der Stamm «c» steht also zwischen den Typen des gelben Gasbildners und des gelben Säurebildners.

Geologische Beschreibung und Beurteilung des Quellgebietes von Reutenen bei Zäziwil (Kt. Bern).

Mit geologischer Kartenskizze und Profil.

Von HANS MOLLET, Geologe des Eidg. Gesundheitsamtes.

Die grosse hygienische Bedeutung, welche der Auswahl von einwandfreien Quellen bei der Erstellung neuer Wasserversorgungen oder bei der Erweiterung schon bestehender Anlagen zukommt, hat dazu geführt, diese Vorstudien möglichst eingehend zu gestalten und neben der üblichen chemischen und bakteriologischen Prüfung des Wassers auch die geologische Beurteilung der in Frage stehenden Einzugsgebiete zu Rate zu ziehen.¹⁾

¹⁾ Vergl. 1. Dr. R. Schider: Bericht über die geologischen Trinkwasseruntersuchungen der Armee während der Kriegsmobilmachung; Bulletin des Eidg. Gesundheitamtes, Nr. 18 des Jahrg. 1919, S. 190. 2. Schweizer. Lebensmittelbuch, III. Aufl. 1917, S. 175.