

[Aus dem Regierungs-Laboratorium für Pestforschung in Malang,  
Niederländisch-Ostindien.]

## Zur Frage der Periodizität der Pest auf Java.

Von

Dr. J. J. van Loghem und Dr. N. H. Swellengrebel,  
Amsterdam.

---

### I. Einleitung.

Obwohl die Beulenpest jetzt wohl als eine der epidemiologisch am genauesten bekannten Krankheiten gelten kann, gibt es dabei doch noch einige ungelöste Fragen, die jedem auffallen, der sich mit dem Studium dieser Krankheit beschäftigt. In einer vorhergehenden Arbeit<sup>1</sup> haben wir uns näher mit der Art und Weise der Verbreitung der Pest beschäftigt und haben dabei gezeigt, daß in Java andere Verhältnisse vorliegen, als z. B. in Britisch-Indien, wodurch auch der Verbreitungsmodus der Epidemie bedeutend beeinflußt wird.

In der vorliegenden Arbeit wollen wir ein anderes Thema berühren, nämlich die Ursache der Periodizität der Pest und der regionären Pestimmunität. Es sind dieses zwei ganz verschiedene Fragen, deren Studium aber so oft in die gleiche Richtung führt, daß eine gemeinschaftliche Behandlung nützlich erschien.

Bei vielen während längerer Zeit beobachteten Pestepidemien ist es den Forschern aufgefallen, daß bei ihnen eine deutliche Periodizität auftrat, d. h. daß die Intensität der Epidemie während den verschiedenen Jahreszeiten stark wechselte. Schon in der älteren Pestliteratur findet man darüber unzweideutige Angaben. Später hat Gotschlich (1900, 1903) die Periodizität der Pest in Ägypten aufs genaueste studiert: Im Winterhalbjahr findet man vorwiegend Pestpneumonie; im Sommerhalbjahr Bubonenpest, eine Folge der Rattenpest, die jedes Jahr wieder aufflackert,

---

<sup>1</sup> Diese Zeitschrift. 1914. Bd. LXXVII. S. 460.

nachdem die Ratten Gelegenheit hatten sich stark zu vermehren. Mit der Periodizität der Pestpneumonie, die offenbar durch kalte Witterung gefördert wird, werden wir uns nicht weiter befassen. Wir beschränken uns auf die Bubonenpest.

Die Periodizität der Beulenpest ist in Britisch-Indien einer genauen Analyse unterworfen (1908), und es hat sich herausgestellt, daß die Epidemie in den kühlen und feuchten Jahreszeiten ihren Höhepunkt erreicht, um in den heißen und trocknen Jahreszeiten entweder gänzlich zu verklingen oder doch unbedeutend zu werden.

Bei diesem periodischen Wechsel spielen klimatologische Faktoren, vor allem die relative Feuchtigkeit der Luft eine Rolle. Dieser Einfluß ist aber kein direkter; er wirkt durch Vermittelung der Flöhe. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die Flöhe sich während der kühlen und feuchten Witterung viel schneller und intensiver vermehren und sich folglich in viel größeren Mengen auf den Ratten finden als während der heißen und trocknen Jahresperiode und daß sie in der ersten Jahreszeit viel länger und besser befähigt sind Pestbazillen von Tier zu Tier zu übertragen, als in der zweiten.

Das Einsetzen der heißen Witterung setzt also jedes Jahr der intensiven Vermehrung der Flöhe und dadurch der Weiterentwicklung der Pestepidemie ein Ziel. Man hat aber in den Punjab-Dörfern Kassel und Dhand beobachtet (1908), daß die Epidemie schon vor dem Einsetzen der heißen Witterung endete; hier war auch kein Zusammenhang zwischen Abnahme der Flöhezahl und Abklingen der Epidemie zu sehen. Man hat hier die Erklärung des vorzeitigen Endes der Epidemie gefunden in dem Mangel an Ratten, die während der intensiven, mit der Epidemie einhergehenden Epizootie so sehr an Zahl zurückgingen, daß zuletzt die Infektionsmöglichkeit für den Menschen nicht mehr vorhanden war.

Flöhezahl und Rattenzahl bedingen also das Fortbestehen oder Verschwinden der Epidemie; der erste Faktor steht direkt unter klimatischen Einflüssen, der zweite nicht oder doch nur insofern, als diese Einflüsse größere oder geringere Fertilität der Ratten bedingen.

Übereinstimmende Erfahrungen hat man auch in Formosa (Takaki 1911) gemacht.

Die regionäre Immunität (d. h. die Erscheinung, daß eine Ortschaft viel weniger als die Umgebung von der Epidemie heimgesucht wird) ist bei der Pest eine weniger studierte Erscheinung; sie ist dennoch wohlbekannt, z. B. in Madras, wo man (Lloyd 1909) sie auf den Mangel an *Mus norvegicus* zurückführen will. Es war von Interesse, zu erforschen, ob die Pestepidemie in Java, einem äquatorialen Inselgebiet, in dieser Beziehung neue Gesichtspunkte ergeben würde.

## II. Verlauf der Pestepidemie in Ost-Java.

Die ersten sicheren Pestfälle wurden in Malang im März 1911 konstatiert. Fast zu gleicher Zeit geschah dieses auch in Surabaya, Kediri und Madiun. Die Vermutung liegt also nahe, daß die Hafenstadt Surabaya die Eintrittsstelle der Epidemie war, und daß diese durch den Transport pestinfizierter Ratten der Eisenbahn entlang zu gleicher Zeit nach Malang, Kediri und Madiun verschleppt ist, eine Vermutung, die an Wahrscheinlichkeit gewinnt durch die Befunde größerer Mengen toter Ratten in Surabaya selbst und in den Güterwagen der Eisenbahnen im Februar 1911.

Von Malang, einer Stadt in einer gebirgigen Gegend, etwa 400<sup>m</sup> ü.d.M. mit kühlem Klima, breitete sich die Epidemie schnell über die ganze Abteilung Malang aus. In Kediri, etwa 40<sup>m</sup> ü. d. M., blieb die Epidemie zunächst lokalisiert, doch wurde im November 1911 Tulung-agung angesteckt (durch Bahn mit K. verbunden), im Oktober wurde Paree mit Pest infiziert (durch Straßenbahn mit K. verbunden), im April 1913 Blitar (durch Bahn mit Tulung-agung verbunden) und im August 1913 auch Berbek (Bahn mit Kediri).

Von Madiun aus (etwa so hoch wie Kediri gelegen) verbreitete die Epidemie sich zuerst nach dem nahegelegenen Dorfe Kintjang, im Oktober 1912 wurde auch das nahegelegene Karang-poh in Mitleidenschaft gezogen. Im Juni 1913 wurde Magetan infiziert (Bahn mit Madiun).

Von Surabaya aus (Meereshöhe) wurde im Juni 1913 die Insel Madura infiziert; zuerst Bankalan, gegenüber Surabaya gelegen und durch eine Fähre und sonstigen intensiven Schiffsverkehr mit dieser Stadt verbunden; später (November 1913) auch Pamekasan (Tramway mit Bankalan).

In Java selbst wurde von Surabaya aus noch Lamongan infiziert (Tramway).

Nachstehende Karte (Fig. 1) veranschaulicht diese gleichmäßige Ausbreitung der Epidemie.

Einige dieser Orte sind noch zu kurze Zeit verseucht, als daß sich dort nähere Auskunft gewinnen ließe über den Verlauf der Epidemie. In der Abteilung Malang, in Surabaya, Kediri, Madiun und Tulung-agung besteht die Epidemie schon länger als 2 Jahre, und da läßt sich also jetzt etwas über eine eventuell existierende Periodizität aussagen.

Folgende Tabelle I und Kurven (s. Figg. 2, 3, 4, 5 und 6) zeigen den genauen Verlauf der Pestepidemie vom Anfang bis zum Ende des Jahres 1913.

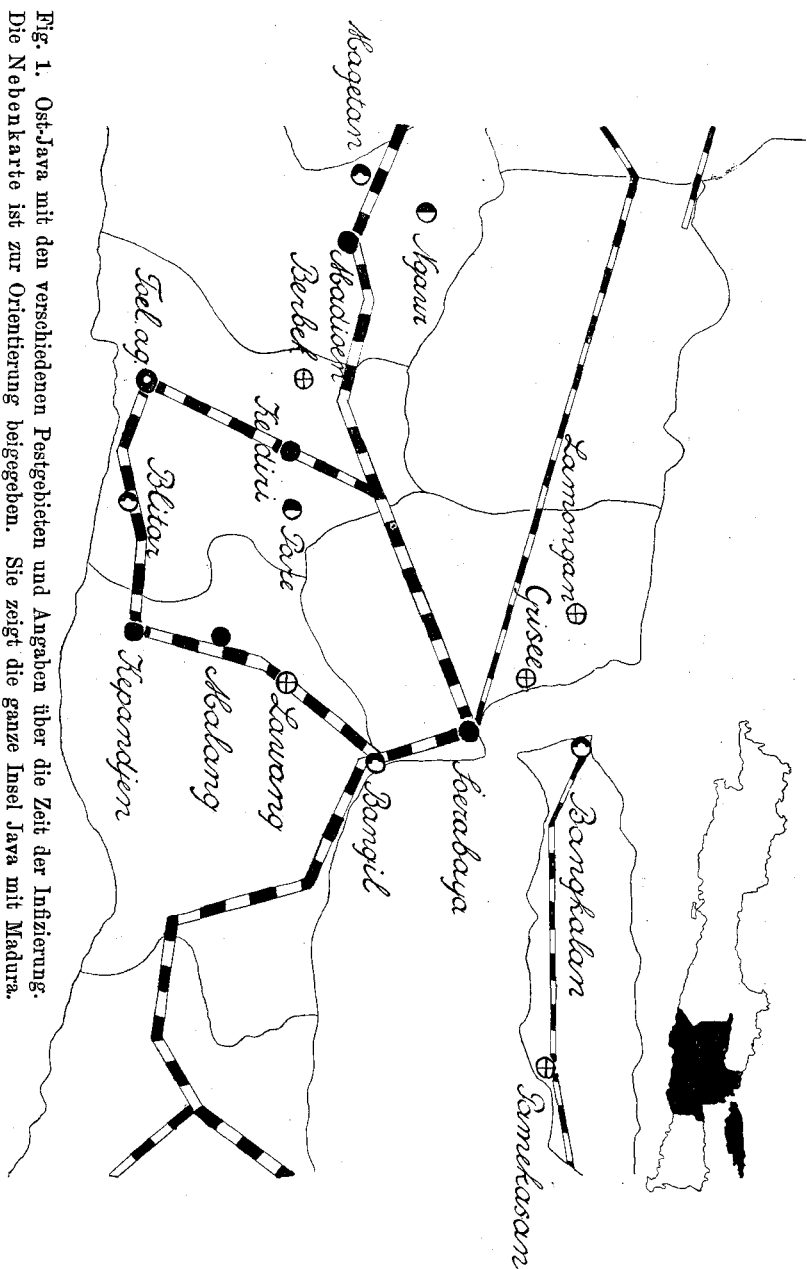


Tabelle I.

Jahr	Zweiwöchentliche Periode endend mit:	Zahl der Pestfälle in:						
		Abteilung Malang	Surabaya	Kediri	Madun	Tulung-agung	Bankalan	Lamongan
1911	18. April . . . . .	138	—	—	—	—	—	—
	2. Mai . . . . .	246	—	7	—	—	—	—
	16. „ . . . . .	326	13	3	2	—	—	—
	30. „ . . . . .	245	7	8	1	—	—	—
	13. Juni . . . . .	109	—	7	—	—	—	—
	27. „ . . . . .	90	—	7	—	—	—	—
	11. Juli . . . . .	51	—	11	—	—	—	—
	25. „ . . . . .	97	1	7	—	—	—	—
	8. August . . . . .	78	1	4	—	—	—	—
	22. „ . . . . .	74	—	2	1	—	—	—
	5. September . . . . .	45	—	4	8	—	—	—
	19. „ . . . . .	31	1	2	3	—	—	—
	3. Oktober . . . . .	25	—	4	1	—	—	—
	24. „ . . . . .	13	—	1	—	—	—	—
	7. November . . . . .	20	—	1	—	—	—	—
	21. „ . . . . .	34	—	2	6	10	—	—
	5. Dezember . . . . .	45	1	6	5	5	—	—
1912	19. „ . . . . .	36	—	—	3	19	—	—
	2. Januar . . . . .	9	—	—	7	10	—	—
	16. „ . . . . .	10	—	—	10	9	—	—
	30. „ . . . . .	13	—	2	2	6	—	—
	13. Februar . . . . .	12	—	1	11	4	—	—
	27. „ . . . . .	30	—	—	3	5	—	—
	12. März . . . . .	7	—	—	9	6	—	—
	26. „ . . . . .	11	1	1	8	1	—	—
	9. April . . . . .	21	—	1	7	2	—	—
	23. „ . . . . .	26	—	1	13	—	—	—
	7. Mai . . . . .	48	—	—	10	—	—	—
	21. „ . . . . .	36	—	—	4	1	—	—
	4. Juni . . . . .	45	—	—	5	1	—	—
	18. „ . . . . .	34	—	1	2	—	—	—
	2. Juli . . . . .	35	—	—	—	—	—	—
	16. „ . . . . .	59	—	—	—	—	—	—
	30. „ . . . . .	29	—	3	1	—	—	—
	13. August . . . . .	81	—	9	7	1	—	—
	27. „ . . . . .	88	—	12	1	—	—	—
	10. September . . . . .	52	—	14	1	—	—	—
	24. „ . . . . .	80	—	46	6	1	—	—

Tabelle I. (Fortsetzung).

Jahr	Zweiwöchentliche Periode endend mit:	Zahl der Pestfälle in:						
		Abteilung Malang	Surabaya	Kediri	Madiun	Tulung-agung	Bankalan	Lanongan
1912	7. Oktober . . . .	94	5	41	4	1	—	—
	22. „ . . . .	89	2	46	10	6	—	—
	5. November . . .	82	5	47	5	2	—	—
	19. „ . . . .	83	6	37	1	1	—	—
	3. Dezember . . .	118	4	37	3	3	—	—
	17. „ . . . .	162	8	72	11	6	—	—
	31. „ . . . .	147	18	42	—	—	—	—
1913	14. Januar . . . .	134	8	43	26	—	—	—
	28. „ . . . .	133	11	29	14	2	—	—
	11. Februar . . . .	188	34	9	16	1	—	—
	25. „ . . . .	172	5	35	13	2	—	—
	11. März . . . .	126	5	28	22	5	—	—
	8. April . . . .	280	5	20	17	3	—	—
	22. „ . . . .	218	13	17	18	2	—	—
	6. Mai . . . .	257	5	9	34	8	—	—
	20. „ . . . .	174	7	13	12	20	—	—
	3. Juni . . . .	250	9	10	11	44	—	—
	17. „ . . . .	273	14	10	7	28	—	—
	1. Juli . . . .	197	9	18	9	22	—	—
	15. „ . . . .	258	5	84	9	21	—	—
	29. „ . . . .	244	10	97	27	12	18	3
	12. August . . . .	235	11	103	10	27	9	—
	26. „ . . . .	401	19	180	20	36	—	—
	9. September . . .	375	15	148	24	20	1	3
	23. „ . . . .	345	10	193	50	22	1	—
	7. Oktober . . . .	361	30	119	27	20	—	—
	21. „ . . . .	341	25	58	36	29	—	—
	4. November . . .	378	37	84	53	8	—	1
	18. „ . . . .	347	31	72	17	10	—	2
	2. Dezember . . .	401	18	68	45	7	—	3
	16. „ . . . .	312	16	44	21	6	—	2
	30. „ . . . .	321	13	17	28	5	—	—
1914	13. Januar . . . .	366	16	33	23	7	—	—
	27. „ . . . .	320	24	41	39	4	—	—
	10. Februar . . . .	345	16	28	62	7	—	—
	24. „ . . . .	341	26	33	46	14	—	—
	10. März . . . .	324	48	29	40	1	—	—
	24. „ . . . .	307	25	51	34	5	—	—

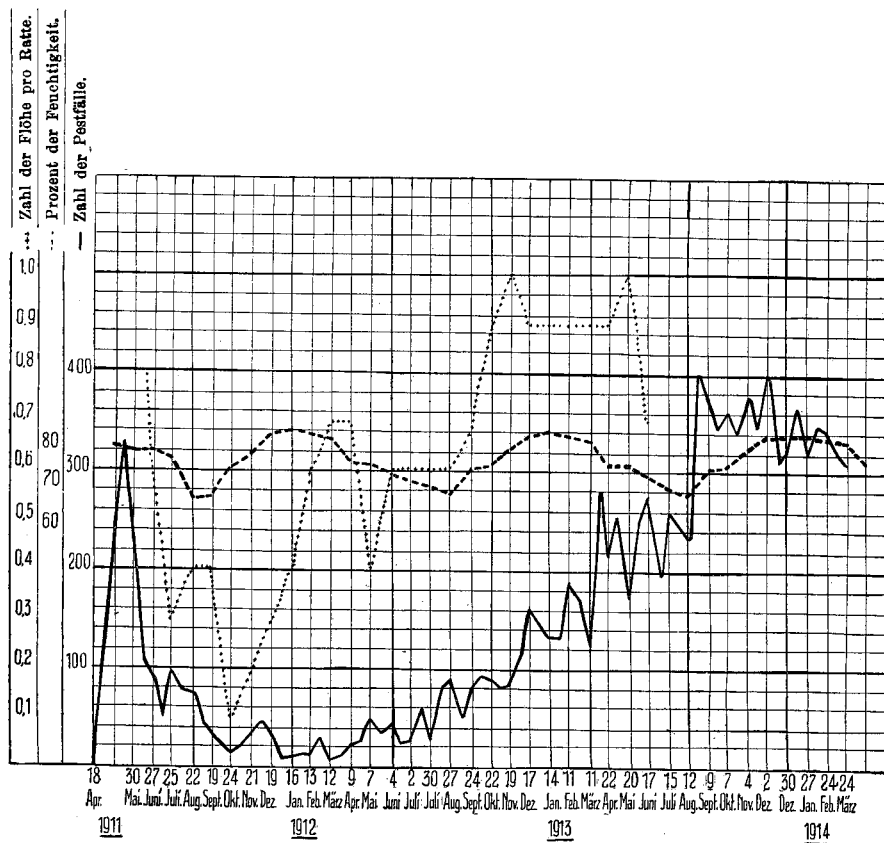


Fig. 2. Pestfälle und relative Feuchtigkeit in der Abteil. Malang;  
Zahl der Flöhe pro Ratte im Distr. Ngantang.

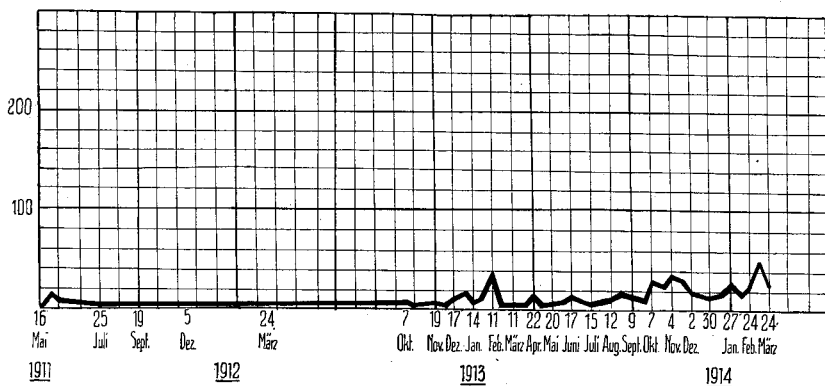


Fig. 3.  
Zahl der Pestfälle in der Stadt Surabaya (1 Quadrat = 20 Fälle).

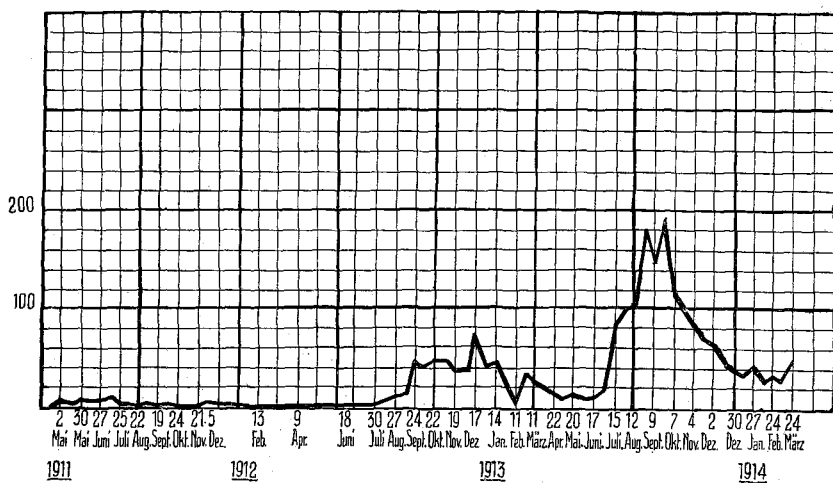


Fig. 4.

Zahl der Pestfälle in der Abteilung Kediri (1 Quadrat = 20 Fälle).

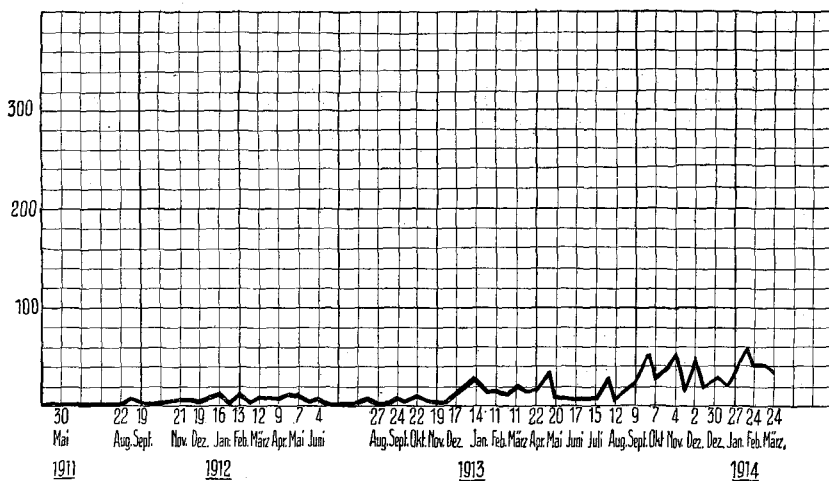


Fig. 5.

Zahl der Pestfälle in der Abteilung Madiun (1 Quadrat = 20 Fälle).



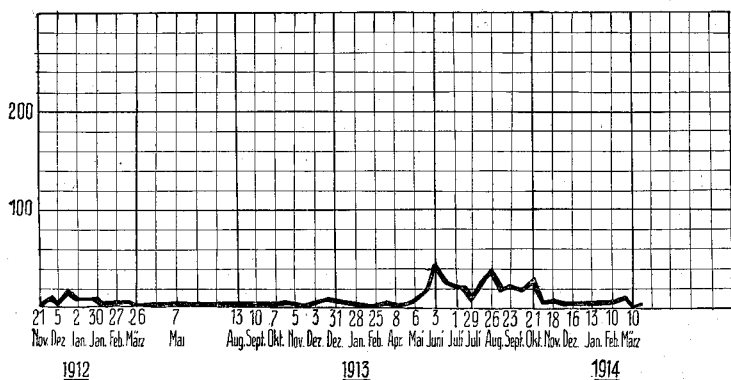


Fig. 6.

Zahl der Pestfälle in der Abteilung Tulung-agung (1 Quadrat = 20 Fälle).

Wir ersehen aus Tabelle I, daß die Epidemie in den verschiedenen Ortschaften ungleich schwer verläuft. Die Abteilung Malang mit etwa 800 000 Einwohnern zeigt (auch relativ) viel mehr Pestfälle als Surabaya (mit fast 200 000 Einwohnern). Kediri, Madiun und Tulung-agung, alle drei Ortschaften mit weniger als 25 000 Einwohnern, zeigen ebenfalls viel mehr Pestfälle als Surabaya. Von diesen drei Ortschaften hat Kediri die meisten.

In Surabaya finden wir also ein Beispiel regionärer Immunität. Späterhin werden wir noch Gelegenheit haben, auf diese merkwürdige Erscheinung zurückzukommen.

Betrachten wir den Verlauf der Epidemie in jedem Ort oder jeder Abteilung für sich, so zeigt sich folgendes:

In der Abteilung Malang (s. Fig. 2) hatte die Epidemie in 1911 die größte Ausdehnung im Mai, um in den folgenden Monaten schnell abzunehmen. Im Anfang des Jahres 1912 wurden nur wenige Pestfälle verzeichnet. Die Zahl dieser Fälle fing im Mai bis Juni an zu wachsen und vergrößerte sich zuerst allmählich und im Dezember viel schneller. Im Jahre 1913 nahm die Zahl der Pestfälle stufenweise zu, wobei besonders im April und August eine jähe Steigung zu beobachten war. Es ist noch zu bemerken, daß die Epidemie im Jahre 1913 viel schwerer war als im Jahre 1911.

In Kediri (s. Fig. 4) zeigten sich von Mai bis Dezember 1911 regelmäßig wenige Pestfälle. Die Menschenpest verschwand dann fast völlig bis Ende Juli 1912. Dann begann eine viel schwerere Epidemie, die ihren Höhepunkt im Dezember erreichte und, nach geringer Abnahme

der Intensität im Mai 1913, übergang in die schwerste bis jetzt in Kediri beobachtete Epidemie (Höhepunkt im September 1913).

In Madiun (s. Fig. 5) zeigten sich im Mai und September 1911 wenige Pestfälle. Im November 1911 fing eine kontinuierliche, wenn auch nur unbedeutende Epidemie an, die sich, mit einer Unterbrechung im Juni, über das ganze Jahr 1912 erstreckte. Ende 1912 bis April 1913 wurde die Epidemie etwas schwerer, dann folgte, nach einer Remission im Mai bis Juni, wiederum eine Exazerbation.

In Tulung-agung (s. Fig. 6) zeigten sich zwei kleine Epidemien von November 1911 bis März 1912 und von Oktober bis Dezember 1912. Dann folgte im Juni 1913 eine viel schwerere Epidemie mit drei Höhepunkten im Juni, August und Oktober.

In Surabaya (s. Fig. 3) zeigten sich wenige Pestfälle im Mai 1911. Dann begann die Epidemie aufs neue im Oktober 1912, erreichte einen Höhepunkt im Dezember 1912 und nach verschiedenen Remissionen einen zweiten im Dezember 1913.

Fassen wir diese Daten zusammen, so ersehen wir, daß in den verschiedenen Ortschaften zu ganz verschiedenen Jahreszeiten eine Exazerbation der Epidemie zu verzeichnen war. In Malang geschah dieses im Februar, April, Mai, Juni, August und Dezember; in Kediri im April, Juni, August bis September, Dezember; in Madiun im April, September, Oktober, November, Dezember; in Tulung-agung im Juni, August, Oktober, November, Dezember; in Surabaya im Mai, November, Dezember. Es ist unmöglich eine Jahreszeit anzugeben, die besonders für eine Pestepidemie geeignet erscheint. Der Verlauf der Epidemie ist grundverschieden von jenem, der in Britisch-Indien beobachtet wurde.

Ebensowenig ist der Anfang einer Epidemie an eine bestimmte Jahreszeit gebunden: Die Epidemien fangen an im April, Mai, Juni, September, Oktober und Dezember.

### **III. Analyse der Faktoren, die den Verlauf der Epidemie beeinflussen können.**

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir gesehen, daß der Verlauf der javanischen Pestepidemie bis jetzt ein sehr unregelmäßiger ist und stark von jenem abweicht, welchen man z. B. in Britisch-Indien und Formosa beobachtete.

Betrachten wir jetzt nacheinander die Faktoren: 1. welche zeitlich oder örtlich die Intensität einer schon existierenden Epidemie beeinflussen können; 2. welche die Ausbreitung der Epidemie (wobei also neue Pestherde entstehen) begünstigen können.

Diese Faktoren sind:

- a) die klimatischen Verhältnisse,
- b) die Zahl der Rattenflöhe,
- c) die Zahl der Ratten,
- d) menschliche Verhältnisse (Ausbesserung der Wohnungen, Bevölkerungsschichten usw.).

### 1. Klimatische Verhältnisse.

Die Insel Java ist etwas südlich vom Äquator gelegen (zwischen 6° und 9° südl. Breite). Sie hat ein äquatoriales Meeresklima, d. h. es gibt eine trockne Periode (Ost-Monsun) vom Mai bis September und eine Regenperiode (West-Monsun) vom November bis März, welche durch Übergangsperioden getrennt sind; selbst in der trocknen Periode regnet

Tabelle II.

Jahr	Monat	Malang		Passuruan	
		Temperatur (Grad C)	Relative Feuchtigkeit in Prozenten	Temperatur (Grad C)	Relative Feuchtigkeit in Prozenten
1911	Januar . . . . .	23.8	83	26.3	79
	Februar . . . . .	24.7	74	26.5	76
	März . . . . .	25.1	77	27.5	73
	April . . . . .	24.3	81	27.2	75
	Mai . . . . .	24.7	80	26.8	74
	Juni . . . . .	24.0	80	26.5	76
	Juli . . . . .	23.3	77	25.9	72
	August . . . . .	23.5	68	25.6	66
	September . . . .	24.1	69	26.5	64
	Oktober . . . . .	24.4	76	27.8	64
	November . . . . .	24.8	79	28.2	69
	Dezember . . . . .	24.2	84	27.4	74
1912	Januar . . . . .	24.0	85	26.4	81
	Februar . . . . .	24.3	84	26.7	80
	März . . . . .	24.5	83	26.7	81
	April . . . . .	25.3	77	27.6	73
	Mai . . . . .	24.7	77	27.4	71
	Juni . . . . .	24.1	74	27.1	68
	Juli . . . . .	23.8	71	26.2	64
	August . . . . .	23.6	69	26.4	63
	September . . . .	23.7	76	27.8	61
	Oktober . . . . .	24.8	77	28.5	62
	November . . . . .	—	81	28.04	69

Anmerkung: Zeitpunkt der Beobachtung: 6 Uhr vormittags, 12 Uhr vormittags und 5 Uhr nachmittags.

es nicht selten, und die relative Feuchtigkeit ist noch immer hoch (60 bis 70 Prozent). Die Temperatur zeigt das ganze Jahr hindurch nur ganz unerhebliche Schwankungen; in den Gebirgsgegenden sinkt die mittlere Temperatur um  $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  um jede 100<sup>m</sup>, die man hinansteigt.

Von den fünf Pestzentren, die wir hier betrachten, ist eines im Gebirge gelegen auf 400<sup>m</sup> ü. d. M. (Malang), eines auf Meereshöhe an der Küste (Surabaya), die drei anderen (Kediri, Tulung-agung und Madiun) in der Ebene auf einer Höhe von 40 bis 80<sup>m</sup> ü. d. M.

In Tabelle II (s. auch Fig. 2)<sub>§</sub> sind die Zahlen für die relative Feuchtigkeit und Temperatur zusammengestellt für Malang und für Passuruan (letztere Stadt zeigt ungefähr dieselben klimatischen Verhältnisse wie Surabaya, Madiun; Kediri und Tulung-agung nehmen zwischen beiden Extremen eine Mittelstellung ein).

Wir ersehen aus Tabelle II, daß Malang etwa 2 bis 3<sup>o</sup> kühler und ungefähr 6 bis 10 Prozent feuchter ist als die übrigen Orte.

Die Schwankungen der mittleren Monatstemperatur sind überall 2 bis 3<sup>o</sup>, die Schwankungen der relativen Feuchtigkeit sind etwas größer (17 Prozent), aber immerhin unbedeutend, wenn man sie z. B. mit den Schwankungen in Britisch-Indien vergleicht (in Poona betragen diese z. B. 46 Prozent). Die Zeit der geringsten Feuchtigkeit (unter 70 Prozent) fällt in August bis September (Malang) und in Juli bis November (übrigen Orte).

Obwohl die Schwankungen der relativen Feuchtigkeit gering sind (die Temperaturschwankungen kommen überhaupt nicht in Betracht), kann man doch von vornherein nicht wissen, ob sie keinen Einfluß haben auf die Flöhe oder auf die Ratten, durch deren Vermittelung das Klima auf den Verlauf der Pestepidemie Einfluß üben könnte. Doch können wir wohl schon jetzt sagen, daß dieser Einfluß kein bedeutender ist. In Malang gab es in den feuchtesten Monaten des Jahres 1912 nur sehr wenige Pestfälle; die Epidemie war im August (dem trockensten Monat des Jahres) viel schwerer. Im Jahre 1913 erreichte die Epidemie im August ihren Höhepunkt. Ähnliches sehen wir auch in Madiun, Kediri, Surabaya und Tulung-agung.

Auch auf die örtlichen Unterschiede in der Intensität der Epidemie hat das Klima nur geringen Einfluß. Zwar hat Surabaya viel weniger Pestfälle als Malang, aber Kediri hat deren relativ viel mehr.

## 2. Zahl der Rattenflöhe.

In Britisch-Indien vergrößert sich die Zahl der Rattenflöhe in den feuchten, kühlen Monaten und wird kleiner in der heißen, trocknen Jahreszeit. Es ist eine Steigung und Senkung, die mit der Pestkurve parallel geht.

Wir haben beobachtet, daß in einer Stadt oder einem Dorf, wo Rattenpest herrscht, die Flöhezahl steigt, unabhängig davon, ob es in der trocknen oder feuchten Jahreszeit geschieht. Dieses kommt davon her, daß durch das herrschende Rattensterben die Flöhe auf eine immer kleiner werdende Zahl von Ratten zusammenkommen, wodurch die Zahl der Flöhe pro Ratte natürlich steigt.

Wir belegen diese Erscheinung mit dem Namen „Sekundäre Konzentration.“

Um die normale Flöhezahl und die normalen Schwankungen derselben während den trocknen und heißen Jahreszeiten zu kennen, soll man deshalb einen Ort beobachten, wo keine Pest herrscht. Einen solchen Ort fanden wir in dem Distrikte Ngantang, einem isolierten Distrikt der Abteilung Malang, wo nur im Juni bis Oktober 1911 wenige (im ganzen 15) Pestfälle beobachtet, und wo später auch keine Pestratten gefunden wurden.

Tabelle III (vgl. auch Fig. 2) zeigt die mittlere Zahl der Flöhe pro Ratte in dem Distrikte Ngantang:

Tabelle III.  
Anzahl Flöhe pro Hausratte in Ngantang.

Jahr	Monat	Anzahl Flöhe
1911	Mai/Juni . . . . .	0.8
	Juli . . . . .	0.3
	August . . . . .	0.4
	September . . . . .	0.4
	Oktober . . . . .	0.1
	November . . . . .	—
	Dezember . . . . .	—
1912	Januar . . . . .	0.4
	Februar . . . . .	0.6
	März . . . . .	0.7
	April . . . . .	0.7
	Mai . . . . .	0.4
	Juni . . . . .	0.6
	Juli . . . . .	0.6
	August . . . . .	0.6
	September . . . . .	0.7
	Oktober . . . . .	0.9
	November . . . . .	1.0
	Dezember . . . . .	0.9
1913	Januar . . . . .	0.9
	Februar . . . . .	0.9
	März . . . . .	0.9
	April . . . . .	0.9
	Mai . . . . .	1.0
	Juni . . . . .	0.7

Die Zahl der Flöhe ist sehr gering, und die Schwankungen sind nicht bedeutend. Man findet Senkungen der Zahl im Mai bis Juni und Steigung im September bis Januar. Die Kurve der Flöhezahl folgt ziemlich genau der Kurve der relativen Feuchtigkeit, nur steigt und fällt die zweite immer etwas später als die erste. Kurve I (s. Fig 2) veranschaulicht dieses Verhältnis.

Es ist diese Beeinflussung der Flöhezahl durch die relative Feuchtigkeit ganz verständlich. Wir haben ja beobachtet,

daß Kulturen von Flöhen bei höherer Luftfeuchtigkeit besser angehen als bei niedriger: es schlüpfen mehr Larven aus den Eiern, und es entwickeln sich mehr Larven zu Imagines. Es haben dabei schon geringe Schwankungen der relativen Feuchtigkeit merkbaren Einfluß (für weitere Details vgl. Literatur Swellengrebel von 1913).

Wir sehen also eine Steigung der Flöhezahl im Mai 1911, März und April 1912, Oktober bis Dezember 1912 und April bis Mai 1913. Von diesen Steigungen korrespondiert die erste mit einem Gipfel der Pestkurve; die zweite fällt gerade in eine pestarme Zeit; die dritte geht der Vermehrung der Pestfälle im Dezember 1912 voran, die vierte

folgt der Exazerbation der Epidemie im April 1913. Es gibt also keinen deutlichen Zusammenhang zwischen den Schwankungen der Pest und der Flöhezahlen; offenbar sind die letzteren zu gering, um die ersteren hervorzurufen.

Wie gesagt, haben wir hier die Flöhezahlen der Pestdistrikte (die bedeutend höher sind) außer acht gelassen. Wie wertlos diese sind für die Bewertung der normalen Schwankungen der Flöhezahlen zeigt vor-

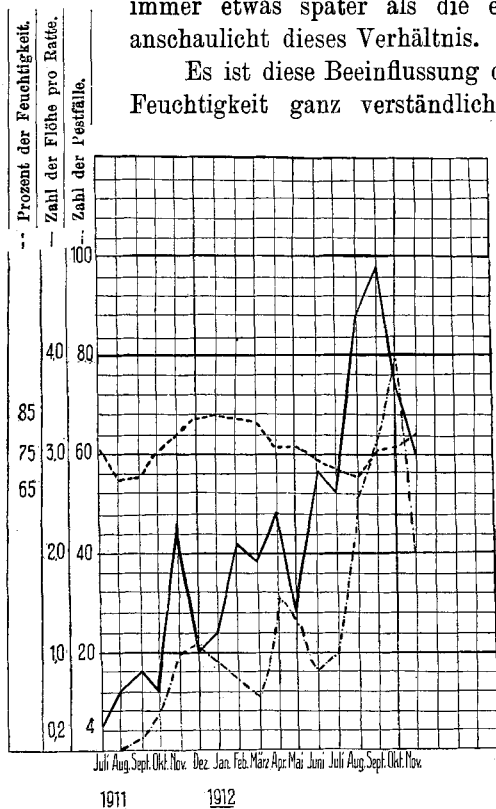


Fig. 7.

Zahl der Pestfälle, Zahl der Flöhe pro Ratte, relative Feuchtigkeit im Distrikte Sengguruh (Abt. Malang).

stehende Kurve (s. Fig. 7), welche die Flöhezahlen, Pestfälle und relative Feuchtigkeit in Sengguruh veranschaulicht.

Die Flöhezahl fängt dort im Mai 1912 stark zu steigen an und fährt damit während der trocknen Periode fort, um im August und September ein Maximum zu erreichen. Ein Vergleich mit Kurve I (s. Fig. 2) zeigt, daß die normale Flöhezahl erst im September steigt.

Wir schließen also, daß kein merkbarer Zusammenhang besteht zwischen den Schwankungen der Pest und der normalen Flöhezahlen.

Eine andere Frage ist die, ob die regionäre Immunität Surabayas auf Unterschiede der Flöhezahlen zurückzuführen sei, (vgl. Tabelle IV, wo die Flöhezahlen verschiedener Pestgebiete zusammengestellt sind).

Tabelle IV.

Jahr	Monat	Zahl der Flöhe pro Hausratte in:		
		Malang Abt. Sengguruh	Surabaya	Kediri
1911	November . . .	2.3	1.0	—
	Dezember . . .	1.0	1.5	1.8
1912	Januar . . . .	1.2	1.6	2.5
	Februar . . . .	1.9	1.7	2.6
	März . . . . .	1.7	1.3	2.1
	April . . . . .	2.4	1.3	2.2
	Mai . . . . .	1.4	0.9	1.3
	Juni . . . . .	2.8	1.5	1.9
	Juli . . . . .	2.6	1.4	2.1
	August . . . .	4.4	1.5	3.4
	September . . .	4.9	1.4	2.3
	Oktober . . . .	3.7	1.4	4.4
	November . . .	3.0	—	—

Tatsächlich hat Surabaya weniger Flöhe pro Ratte (Hausratte) als Malang und Kediri, und dieses gilt nicht nur (was Malang anbelangt) für das schwerverseuchte Sengguruh, sondern auch für die anderen Distrikte dieser Abteilung. Daß dieser Unterschied der Flöhezahlen zwischen Surabaya einerseits und Malang und Kediri andererseits kaum auf klimatische Verhältnisse zurückzuführen ist, wird deutlich, wenn man sich den geringen Unterschied des Klimas in Kediri und Surabaya gegenwärtigt.

Man soll hierbei nicht die Möglichkeit außer acht lassen, daß die höheren Flöhezahlen in den stärker verseuchten Bezirken auf sekundäre Konzentration zurückzuführen sind, obwohl diese Konzentration in Surabaya doch auch bestehen muß; denn auch dort herrscht Rattenpest in nicht unerheblichem Maße.

### 3. Die Zahl der Ratten.

Es ist schon in der Einleitung bemerkt worden, daß für das Fortbestehen einer Pestepidemie eine genügende Anzahl Ratten vorhanden sein muß, und daß unter im übrigen günstigen Verhältnissen eine Epidemie ausstirbt, wenn diese Anzahl zu klein wird.

Da nun in Java der Einfluß der klimatischen Verhältnisse und der Flöhezahl gar nicht oder doch nur in unbedeutendem Maße in Betracht kommt, war es von besonderem Interesse, dort den Einfluß der Ratten zu studieren. Leider ist dieses mit zu großen Schwierigkeiten verknüpft, als daß man einwandfreie Zahlen gewinnen könnte; man kann nämlich nicht (auch nicht annähernd) die Zahl der Hausratten in einem gewissen Bezirke bestimmen. Man kann zwar in bestimmten Lokalitäten Rattenfallen aufstellen und dann versuchen, durch den Wechsel der Zahl der Ratten, pro Falle gefangen, einen Einblick in die Schwankungen der Rattenbevölkerung zu gewinnen, aber diese Zahlen haben keinen großen Wert. Es hat sich dieses schon in Poona gezeigt, wo man diese Methode benutzte, um einen Anhaltspunkt über die Schwankungen der Zahl der Ratten zu gewinnen. Man fing in gewissen Jahreszeiten in den Häusern bedeutend weniger Ratten als sonst. Dieses ließ sich aber ungezwungen dadurch erklären, daß die Ratten zu dieser Zeit die Häuser zeitweise verließen, um an anderen Orten Nahrung zu suchen.

Etwas zuverlässigere Resultate gibt das Studium des Prozentsatzes schwangerer Weibchen in den verschiedenen Jahreszeiten; denn es ist wahrscheinlich, daß bei einem starken Wechsel dieses Prozentsatzes die Zahl der Jungen während den verschiedenen Abschnitten des Jahres ebenfalls wechseln muß, was jedenfalls zeitweise eine Änderung der Dichte der Rattenbevölkerung zur Folge haben muß.

Folgende Tabelle gibt den Prozentsatz schwangerer Weibchen der Hausratten in Malang, Kediri und Surabaya an. Dabei ist zu bemerken, daß die Zahlen untereinander nicht ganz vergleichbar sind, da in Malang eine Ratte schon als schwanger bezeichnet wurde, wenn deutliche kleine Knötchen im Uterus zu sehen waren, während in Kediri und Surabaya nur Ratten mit gut entwickelten Föten als schwanger registriert wurden. Die Zahlen dieser letzteren Orte sind also durchweg kleiner als in Malang. Bei Malang ist überdies noch angegeben, wie groß der Prozentsatz junger Ratten (Körperlänge unter 106 mm) war.

Aus Tabelle V ergibt sich, daß der Prozentsatz schwangerer Hausratten nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen ist, und daß der Prozentsatz junger Ratten diesen Schwankungen ziemlich genau folgt.



Tabelle V.

Jahr	Monat	Malang		Kediri Schwangere Weibchen in Prozenten	Surabaya Schwangere Weibchen in Prozenten
		Schwangere Weibchen in Prozenten	Junge Ratten in Prozenten		
1911	Juni . . . . .	46	—	—	—
	Juli . . . . .	56	—	—	—
	August . . . . .	31	—	12	—
	September . . . . .	33	—	13	15
	Oktober . . . . .	24	12	20	7
	November . . . . .	29	4	18	9
	Dezember . . . . .	44	10	24	4
1912	Januar . . . . .	41	23	14	6
	Februar . . . . .	31	15	14	10
	März . . . . .	42	7	14	16
	April . . . . .	60	10	3	20
	Mai . . . . .	60	17	7	25
	Juni . . . . .	42	11	6	25
	Juli . . . . .	33	5	1	19
	August . . . . .	32	3	5	22
	September . . . . .	34	3	3	21
	Oktober . . . . .	31	3	15	19
	November . . . . .	57	5	12	—
	Dezember . . . . .	41	—	—	—
	Januar . . . . .	44	—	—	—
1913	Februar . . . . .	42	—	—	—
	März . . . . .	46	—	—	—
	April . . . . .	42	—	—	—
	Mai . . . . .	36	—	—	—
	Juni . . . . .	37	—	—	—

In Malang (wo die Dauer der Beobachtung die längste war) sind diese Schwankungen sehr unregelmäßig: 1911 werden Maxima erreicht im Juli und Dezember, 1912 im April bis Mai und November, 1913 im März.

In Kediri fallen diese Maxima in den Dezember (1911) und den Oktober (1912). In Surabaya findet man sie im September (1911) und Mai bis Juni (1912).

Ein Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit der Zu- oder Abnahme der Pestepidemie ist nicht zu beobachten.

Ist die regionäre Immunität Surabayas auf eine andere Konstitution der Rattenbevölkerung zurückzuführen?

In Malang gibt es nur Ratten vom Typus *Mus rattus*, ebenso in Madiun. In Kediri und Tulung-agung gibt es auch vereinzelt *M. norvegicus*, die in Surabaya viel häufiger sind. Surabaya unterscheidet sich

dadurch scharf von den übrigen Pestorten. Inwieweit dies aber etwas mit der geringen Bedeutung der Epidemie in dieser Stadt zu tun hat, wissen wir nicht. Man soll aber nicht außer Acht lassen, daß der viel größere und stärkere *Mus norvegicus*, zumal wenn er in großer Zahl vorhanden ist, den kleineren *Mus rattus* in irgend einer Weise belästigen könnte; daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß letzterer unter günstigen Bedingungen existiert, wenn sein größerer Genusgenosse nicht da ist, und daß folglich die Existenzbedingungen für die Hausratten in Surabaya sich vielleicht ungünstiger gestalten als in den anderen Pestbezirken, wo *M. norvegicus* nicht oder doch nur vereinzelt vorkommt. Ob diese Vermutung richtig ist, und ob dadurch das Auftreten der Pestepidemie beeinträchtigt werden kann, muß zurzeit dahingestellt bleiben.

#### 4. Menschliche Verhältnisse.

In einer vorigen Arbeit haben wir schon dargetan, daß der Bau der Wohnungen für die Epidemiologie der Pest von großer Bedeutung ist. Gibt es auch Unterschiede in der Konstruktion der Wohnungen in Surabaya und den anderen Pestbezirken, welche die regionäre Immunität dieser Stadt erklären könnten? Wir haben hierüber nur gelegentlich Beobachtungen anstellen können und haben dabei keine sonderlichen Differenzen aufgefunden. Doch wäre es voreilig daraus Schlüsse ziehen zu wollen; es ist nötig, daß eine systematisch vergleichende Untersuchung angestellt wird der Wohnungen in Malang und Kediri einerseits und in Surabaya andererseits; dabei muß auf das Material (Holz oder Bambus, Dachbedeckung usw.) und auf die Konstruktionseigentümlichkeiten geachtet werden. Nur auf diese Weise können auch kleinere Differenzen der Wohnungsverhältnisse aufgedeckt werden. Solange dies noch nicht geschehen ist, kann man über den Einfluß dieser Faktoren auf die Verbreitung der regionären Immunität nichts sicheres aussagen.

Die Bevölkerungsdichte der verschiedenen Pestbezirke ist fast überall dieselbe. Sie ist in der

Provinz Surabaya . . . .	22161	Einwohner pro geogr. Quadratmeile,
„ Kediri . . . .	13814	„ „ „ „
„ Madiun . . . .	12573	„ „ „ „
„ Passuruan (Malang)	12557	„ „ „ „

Nur die Provinz Surabaya hat größere Bevölkerungsdichte; dieses rührt natürlich von der Stadt Surabaya mit 152000 Einwohnern her. Es läßt sich über den Einfluß der Bevölkerungsdichte auf die Intensität der Epidemie aus diesen Daten nichts sicheres ableiten.

Die Zusammensetzung der Bevölkerung in den Pestzentren ist folgende:

Ort	Europäer	Eingeborene	Chinesen	Araber usw.
Abteilung Malang . . .	2168	709 154	3870	—
„ Tulung-agung .	343	348 876	2332	—
„ Kediri . . . .	699	325 002	3869	—
„ Madiun . . . .	1326	926 026	3861	—
Stadt Surabaya . . . .	8880	124 709	14564	2934

Wir sehen also, daß in Surabaya relativ mehr Chinesen und andere fremde Asiaten wohnen als in den übrigen Pestbezirken. Auch diese Erscheinung muß einer näheren Untersuchung unterzogen werden, bevor man sie zur Erklärung der regionären Immunität Surabayas heranziehen kann; im allgemeinen sind es ja besonders die chinesischen Stadtviertel, die von Pest heimgesucht wurden.

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, daß diese regionäre Immunität eine rein zufällige sein kann, abhängig von ebenso zufälligen Schwankungen in der Intensität der Rattenpest. Ebenso wie eine mit einer Fettschicht überzogene und nachher mit Wasser berieselte Oberfläche Stellen aufweist, die während längerer Zeit trocken bleiben und am Ende doch inundiert werden, ebenso kann es mit der Verbreitung der Pest sein. In diesem Falle wäre die relative Immunität eine Erscheinung, die auf einmal, ohne nachweisbaren Grund, verschwinden kann. Die Zukunft muß uns darüber belehren, inwieweit die regionäre Immunität Surabayas nur eine zufällige ist oder einen festen Grund hat.

#### IV. Zusammenfassung.

Im vorhergehenden haben wir darzulegen versucht, wie die Pest-epidemie in Java in ihrer zeitlichen Verbreitung große und höchst unregelmäßige Schwankungen zeigt. Diese Unregelmäßigkeit ist dadurch zu erklären, daß das Klima, welches an anderen Orten (Britisch-Indien, Formosa) der Epidemie jedes Jahr ein Ziel setzt, hier so gleichmäßig und so günstig ist, daß es zu jeder Jahreszeit die Exazerbation einer Epidemie zuläßt.

Somit wird der Verlauf der Epidemie in Java durch andere Faktoren beeinflusst, deren Natur teilweise völlig unklar ist, teilweise nur vermutet werden kann (Zahl und Verbreitung der Ratten).

Auch die Ursachen der regionären Immunität Surabayas haben wir nicht nachweisen können. Einige Faktoren (Flöhezahl) könnten vielleicht einen gewissen Einfluß ausüben. Von anderen (Wohnungsverhältnisse) wissen wir noch zu wenig.

Welcher Art diese Faktoren auch sein mögen, sie verursachen sehr unregelmäßige Schwankungen im Verlaufe der Epidemie, so daß z. B. zwischen den Pestjahren 1911 und 1913 das pestarme Jahr 1912 liegt, in dem — selbst in der Abteilung Malang — nur durch die allerstrengste Kontrolle wenige Pestfälle ausfindig zu machen waren.

In Surabaya gab es während 15 Monaten nur 5 Fälle (Mai 1911 bis Oktober 1912); während dieser pestfreien Zeit wurden aber immer (wenn auch nur wenige) Peststratten gefunden. Das Verschwinden der Epidemie 1911 hat man auf die energischen Maßregeln zur Bekämpfung der Ratten zurückführen wollen, die damals durchgeführt wurden. Doch haben dieselben Maßregeln Ende 1912 und 1913 keinen Nutzen getan, und an anderen Orten (Lamongan und Bangkalan 1913, s. Tabelle I) ist die Epidemie auch ohne diese Maßregel erloschen.

Ähnliches ersieht man bei einem Vergleich von Kediri und Tulungagung. Beide Orte zeigen eine pestfreie Periode von 1912. In Kediri wurde die Assanierung der Häuser und die Rattenvertilgung kräftig durchgeführt, in Tulungagung wurde fast nichts getan, das Resultat war aber ungefähr dasselbe.

Man hüte sich also, zumal in jenen Gebieten, wo das Klima nicht zu gewissen Zeiten der Epidemie ein Ziel setzt, und die Schwankungen der Intensität folglich unregelmäßig und unberechenbar sind, wie in Ost-Java (und wohl in allen äquatorialen Gegenden), den veranstalteten Bekämpfungsmaßregeln Erfolge zuzuschreiben, denen tatsächlich ganz andere Ursachen zugrunde liegen.

## Literatur-Verzeichnis.

Gotschlich, Die Pestepidemie in Alexandrien. *Diese Zeitschrift*. 1900. Bd. XXXV.

Derselbe, Neue epidemiologische Erfahrungen über die Pest in Ägypten. *Festschrift für Robert Koch* 1903.

Lloyd, The races of Indian rats. *Records Indian Museum*. 1909. Vol. III. part. 1. p. 1.

van Loghem, De Rattenbevolking van Nederl.-Indië. II. *Ned. Tydschr. v. Geneesk.* Deel LIV. p. 1798.

Reports on plague investigation in India. Observations on rat and human plague in Poona. *Journ. of hygiene*. 1910. Vol. X. p. 483.

Reports on plague investigation in India. On the seasonal prevalence of plague in India. *Ebenda*. 1908. Vol. VIII. p. 266.

Swellengrebel, Over de biologie van ratten en vlooiën etc. *Meded. Burg. Geneesk. Dienst*. 1913. Bd. II. p. 1.

Takaki, *Die hygienischen Verhältnisse der Insel Formosa*. Dresden 1911.