[Aus den Regierungslaboratorien für Pestforschung in Malang und Kediri,
Java, Niederländisch-Indien.]

Über die Zahl der Flöhe der Ratten Ost-Javas und die Bedeutung des Parallelismus von Flöhe- und Pestkurven.

Von

Dr. N. H. Swellengrebel,
Privat-Dozent an der Universität Amsterdam.

I. Einleitung.

Seitdem durch die umfassende Arbeit der Britisch-Indischen Pestkommission die Bedeutung der Rattenflöhe für die Verbreitung der Pest festgestellt wurde, hat man besonderen Wert gelegt auf die mittlere Zahl der Flöhe, die man auf den Ratten findet und auf die zeitlichen und örtlichen Schwankungen, welchen diese Zahl (die wir im folgenden „Flöhezahl“ nennen werden) unterliegt.

Die obengenannte Kommission hat gezeigt, daß die Flöhezahl während der pestfreien Periode des Jahres (in der heißen und trocknen Jahreszeit) am kleinsten ist und während der Zeit des Höhepunkts der Epidemie (in der kühlen und heißen Jahreszeit) ein Maximum erreicht. Dieser Parallelismus der Flöhekurve und Rattenkurve wird als einer der Beweise angesehen für die Annahme, daß die Pest von Ratten auf Menschen durch Flöhe übertragen wird.

Neuerdings ist von derselben Kommission noch gezeigt worden, daß in Ost-Bengalen die Flöhezahl in den pestfreien Ortschaften niedriger ist (2.3 bis 5.4) als in einer pestverseuchten Stadt (8.1). Auch dieses deutet auf die Beziehungen zwischen Flöhezahl und Pest hin.

Während der seit November 1910 in Ost-Java ununterbrochen herrschenden Pestepidemie (Näheres darüber vgl. van Loghem und Swellengrebel 1914b) habe ich mich besonders bemüht, nähere Auskunft

über diesen Gegenstand zu gewinnen. Dabei habe ich mich nicht auf die pestverseuchten Ortschaften beschränkt, sondern fast alle Teile Javas einer näheren Betrachtung unterzogen. Freilich konnte diese Untersuchung nicht überall gleich lange fortgesetzt werden: an einigen Orten dauerte die Zeit der Beobachtungen nur 1 bis 3 Monate, an andern Stellen mehr als ein Jahr.¹

II. Untersuchungsmethoden.

Die Insel Java zerfällt in 15 Provinzen (Residenzen). Jede Provinz ist eingeteilt in Abteilungen, diese letzteren wiederum in Distrikte. In jedem Distrikte befinden sich eine gewisse Anzahl Dörfer (Desas). In den zu untersuchenden Bezirken wurden in den Dörfern Rattenfallen ausgesetzt, deren Inhalt jeden Tag untersucht wurde, zu welchem Zwecke die Fallen, in Leinwandsäcke eingepackt, an das Untersuchungslaboratorium eingeliefert wurden. Dort wurden die Ratten mittels Chloroform narkotisiert und sodann mit einem Haarkamme von den (natürlich ebenfalls narkotisierten) Flöhen befreit; auch die Leinwandsäcke wurden dabei auf Flöhe untersucht. Die auf jeder Ratte gefundenen Flöhe wurden gezählt, und das Resultat der Untersuchung in einem Journal eingetragen. Für jeden Monat wurde die Flöhezahl und zwar zunächst für jedes Dorf und daraus für jeden Distrikt berechnet.

Es kamen die echte Hausratte (*Mus rattus* griseiventer Bonhote und *Mus concolor* Blyth), weiter die Feldratte (*Mus rattus* diardii Jentink) und an einigen Orten die seltenere *Mus norvegicus* L. zur Untersuchung. Die gefangenen Flöhe gehörten meistens zu der Art *Xenopsylla cheopis*, weit seltener wurde *Pygiopsylla ahalae* gefunden.

III. Die zeitlichen Schwankungen der Flöhezahl in Verbindung mit dem Verlauf der Pestepidemie.

Unter zeitlichen Schwankungen der Flöhezahl will ich jene Änderungen verstehen, welche diese Zahl in einem Distrikte während der verschiedenen Monate des Jahres erfährt. Ich habe diese Schwankungen sowohl in pestfreien als in pestverseuchten Distrikten untersucht, in den letzteren habe ich besonders auf einen event. existierenden Parallelismus von Pest- und Flöhekurven gefahndet. Ob dieser Parallelismus wirklich besteht, wird man aus folgenden Kurven (Figg. 1 bis 6) und Tabellen (I bis VI) ersehen können.

¹ Die Angaben für Kediri verdanke ich zum Teil Hrn. Hoesen, der mir auch die Flöhezahlen der nicht von Pest heimgesuchten Teile Javas zur Verfügung stellte. Das Material aus Surabaya wurde von Hrn. Pyl gesammelt, das Material aus Bantam von Hrn. Dr. Flu. Allen diesen Herren spreche ich meinen aufrichtigen Dank aus für ihre freundliche Hilfe.

Fig. 1. (Sengguruh.)

———— Pestfälle. - - - - - Flöhezahl. Trypanosomenzahl.

Tabelle I.
Distrikt Sengguruh. (Abteilung Malang.)
Pestverseucht.

	Monat	Flöhezahl der Hausratte	Zahl der Pestfälle	Prozent Trypano- somenträger (Hausratte)
1912	Januar	1.2	19	—
	Februar	1.9	15	42
	März	1.7	10	37
	April	2.4	27	25
	Mai	1.4	26	—
	Juni	2.8	16	21
	Juli	2.6	21	26
	August	4.4	50	—
	September	4.9	63	—
	Oktober	3.7	80	—
	November	3.0	40	—

Fig. 2. (Malang.)

———— Pestfälle. - - - - - Flöhezahl.

Tabelle II.

Distrikt Malang. (Abteilung Malang.)

Pestverseucht.

	Monat	Flöhezahl der Hausratte		Zahl der Pestfälle
		Xenopsylla cheopis	Pygiopsylla ahalae	
1912	Januar	1·2	0·10	3
	Februar. . . .	2·0	0·08	6
	März	1·5	0·20	4
	April	1·2	0·20	9
	Mai	1·1	0·20	18
	Juni	1·8	0·20	12
	Juli	1·0	0·04	11
	August	0·8	0·01	38
	September . .	0·8	0·005	28
	Oktober	0·9	0·0	39

Tabelle III.

Distrikt Ngantang. (Abteilung Malang.)

Nicht pestverseucht.

	Monat	Flöhezahl der Hausratte		Flöhezahl der Feldratte	Prozent Trypano- somenträger (Hausratte)
		Xenopsylla cheopis	Pygiopsylla ahalae		
1912	Januar	0·4	0·04	0·2	—
	Februar	0·6	0·09	0·1	28
	März.	0·7	0·08	0·0	37
	April	0·7	0·10	0·5	27
	Mai	0·4	0·10	0·5	26
	Juni	0·6	0·15	0·3	29
	Juli	0·6	0·10	0·3	24
	August	0·6	0·16	0·6	29
	September. . .	0·7	0·27	0·8	30
	Oktober	0·9	0·27	0·5	30
	November. . .	1·0	—	—	37
1913	Dezember . . .	0·9	—	—	—
	Januar	0·9	—	—	—
	Februar	0·9	—	—	—
	März	0·9	—	—	—
	April	0·9	—	—	—
	Mai	1·0	—	—	—
	Juni	0·7	—	—	—
	Juli	0·7	—	—	—
	August	0·7	—	—	—

Fig. 3. (Ngantang.)

----- Flöhezahl. -.-.-.- Trypanosomenzahl.

Fig. 4. (Kediri u. Modjoroto.)

———— Pestfälle. ----- Flöhezahl. -.-.-.- Trypanosomenzahl.

Fig. 5. (Surabaya.)

———— Pestfälle. ----- Flöhezahl (Hausratte). -.-.-.- Id. M. decumanus.

Tabelle IV.
Distrikt Kediri und Modjoroto (Provinz Kediri).
Pestverseucht.

	Vierwöchentliche Periode endend mit:	Flöhezahl der Hausratte	Zahl der Pestfälle	Prozent Trypano- somenträger (Hausratte)
1911	19. Dezember	1.8	6	—
1912	16. Januar	2.5	0	—
	13. Februar	2.6	3	—
	12. März	2.1	0	—
	9. April	2.2	2	—
	7. Mai	1.3	1	—
	4. Juni	1.9	0	—
	2. Juli	2.1	1	—
	27. August	3.4	24	—
	24. September	2.3	60	—
	22. Oktober	4.4	87	—
	19. November	—	84	—
	17. Dezember	—	109	—
1913	14. Januar	—	85	—
	11. Februar	—	38	—
	11. März	—	63	—
	22. April	3.3	37	41
	20. Mai	2.9	22	37
	17. Juni	3.3	20	26
	15. Juli	5.6	102	34
	12. August	6.2	200	34
	9. September	4.9	328	39

Tabelle V.
Stadt Surabaya (Provinz Surabaya).
Pestverseucht.

	Monat	Flöhezahl des Mus norvegicus	Flöhezahl der Hausratte	Zahl der Pestfälle
1911	Juli	1.6	1.4	2
	August	1.4	1.3	0
	September	1.5	1.2	0
	Oktober	1.9	1.4	0
	November	0.9	1.0	0
	Dezember	1.5	1.5	0
1912	Januar	1.9	1.6	0
	Februar	2.0	1.7	1
	März	1.0	1.3	0
	April	0.9	1.3	0
	Mai	0.8	0.9	0
	Juni	1.1	1.5	0
	Juli	2.6	1.4	0
	August	1.5	1.5	0
	September	1.9	1.4	0
	Oktober	1.4	1.4	9

Fig. 6. (Ngandjuk.)

———— Pestfälle. - - - - - Flöhezahl. - . - . - Trypanosomenzahl.

Tabelle VI.
Distrikt Ngandjuk (Provinz Kediri).
Pestverseucht.

	Monat	Flöhezahl der Hausratte	Zahl der Pestfälle	Prozent Trypano- somenträger (Hausratte)
1913	März	3.7	0	44
	April	3.1	0	38
	Mai	1.9	0	37
	Juni	2.2	3	29
	Juli	4.6	8	34
	August	4.0	30	30
	September	3.2	11	32

Bei der Betrachtung dieser Kurven und Tabellen erscheint folgendes beachtenswert:

Die Flöhezahl zeigt gewisse Schwankungen. Am wenigsten sind diese ausgeprägt im anscheinend pestfreien Ngantang¹ (Fig. 3) und in Sura-

¹ Der Distrikt Ngantang wurde vom Juni bis September 1911 von Pest heim-gesucht. Im ganzen traten dort nur 15 Pestfälle auf. Später wurde daselbst keine Pest mehr konstatiert, weder unter den Ratten, noch unter den Menschen. Es wurde regelmäßig eine Untersuchung der Ratten und deren Flöhe vorgenommen, doch wurden niemals verdächtige Ratten aufgefunden. Es ist allerdings möglich, daß dort Rattenpest in „klandestiner“ Form (vgl. Swellengrebel u. Hoesen, *Diese Zeitschrift*. 1915. Bd. LXXIX. S. 436) herrschte. Doch ist dieses unwahrscheinlich, da größere Mengen der dort eingefangenen Flöhe zu Fütterungsversuchen (auch auf

baya (Fig. 5), wo während der Beobachtungsperiode nur sehr wenige Pestfälle unter den Menschen konstatiert wurden, und wo auch später die Epidemie keine große Ausdehnung erreichte. Sehr bedeutende Schwankungen zeigen die Distrikte Kediri und Modjoroto, wo die Epidemie sehr schlimm herrschte (Fig. 4); dasselbe ist der Fall im Distrikt Sengguruh (Fig. 1).

Was die zeitlichen Beziehungen dieser Schwankungen der Flöhezahl der Hausratte anbelangt, so zeigt sich darin eine gewisse wenn auch nicht allzu große Regelmäßigkeit. In den pestverseuchten Gebieten zeigt sich eine Abnahme der Flöhezahl im Mai, welche von einer Zunahme gefolgt wird, die im Juni bis Oktober ein Maximum erreicht. Ein zweites Maximum fällt zu Anfang des Jahres in Februar bis März. Beide Maxima werden von einer zweiten Abnahme am Jahresende getrennt.

Im anscheinend pestfreien Distrikte Ngantang (Fig. 3) zeigt sich eine Steigerung der Flöhezahl im November bis April oder Mai und eine Senkung im Mai oder Juni bis September.

Im allgemeinen fällt in Java die Zeit der größten Lufttrockenheit in Juli bis Oktober, die Zeit der größten Feuchtigkeit in November bis April. Die Temperatur zeigt nur unbedeutende Schwankungen. Eine Beziehung zwischen den Schwankungen der Feuchtigkeit einerseits und der Flöhezahl andererseits ist also in Ngantang nachzuweisen, nicht aber in den pestverseuchten Distrikten.

Betrachten wir die Beziehungen zwischen Flöhe- und Pestkurve, so sehen wir, daß bisweilen zwischen beiden Kurven ein deutlicher Parallelismus existiert, daß letzterer aber auch völlig fehlen kann. In Kediri (Fig. 4) ist dieser Parallelismus sehr deutlich: Zu Anfang des Jahres 1912 erreichte die Flöhezahl einen Maximalwert von 2.6. In der zweiten Hälfte des Jahres, als die Epidemie herrschte, wurden Werte von 3.4 bis 4.4 erreicht. In 1913 stieg die Flöhezahl, als die Epidemie sich von 20 auf 200 Fälle pro Monat ausbreitete, von 3.3 auf 6.2.

Auch in Sengguruh (Fig. 1) war der Parallelismus zwischen Flöhe- und Pestkurve deutlich. Zu Anfang des Jahres 1912 erreichte die Flöhezahl bei einer Epidemie von höchstens 27 Fällen pro Monat ein Maximum von 2.4. Von Mai bis September stieg diese Zahl von 1.4 auf 4.9; von Juni bis Oktober stieg die Zahl der Pestfälle von 16 auf 80 pro Monat. Es ist zu bemerken, daß hier (wie übrigens auch in Kediri) die Schwankungen der Flöhezahl jenen der Epidemie um etwa einen Monat vorangehen.

Menschen) verwendet wurden, und dabei niemals ein Pestfall auftrat. Zweimal wurden Flöhe, welche von Ratten herstammten, deren Flöhezahl mir zu hoch erschien, zerrieben und kutan auf Meerschweinchen verimpft, jedoch ohne Resultat. Ich schließe also, daß dieser Distrikt „anscheinend“ pestfrei war.

Ähnliche Verhältnisse zeigt auch Ngandjuk (Fig. 6), wo die Zahl der Pestfälle von Mai bis August von 0 bis 30 anstieg, während die Flöhezahl von Mai bis Juni von 1.9 bis 4.6 stieg. Auch hier erreichte die Flöhekurve ihr Maximum einen Monat früher als die Pestkurve. Ein sehr lehrreiches Beispiel der zeitlichen Übereinstimmung zwischen Flöhezahl und dem Vorkommen von Pest bieten einige Dörfer dieses Bezirks. In Tabelle VII habe ich drei Dörfer in Betracht gezogen, welche zuerst nicht pestverseucht waren, wo aber während der Untersuchungsperiode Ratten- (und Menschen-) pest auftrat. Deutlich ist es, daß in diesen Dörfern das Auftreten von Rattenpest (durch ein + angegeben) mit einer Steigerung der Flöhezahl zusammenhing.

Tabelle VII.

Beziehung zwischen Flöhezahl und Rattenpest in einigen Dörfern des Distrikts Ngandjuk (Provinz Kediri).

	Monat	Sukomoro		Putren		Pesurut	
		Flöhe- zahl	Ratten- pest	Flöhe- zahl	Ratten- pest	Flöhe- zahl	Ratten- pest
1913	März . . .	2.9	—	4.2	—	2.2	—
	April . . .	3.3	—	3.8	—	1.7	—
	Mai . . .	1.6	—	1.9	—	2.0	—
	Juni . . .	3.0	—	1.9	—	1.9	—
	Juli . . .	4.2	+	4.3	+	4.8	+
	August . . .	4.7	—	4.1	+	3.5	—
	September . .	3.5	—	3.3	—	3.4	—

Daß übrigens dieser Parallelismus der Ratten- und Flöhekurven nicht immer besteht, zeigen die Verhältnisse im Distrikt Malang (Fig. 3), wo zwischen beiden Kurven geradezu ein Antagonismus existiert; indem von Juni bis Oktober 1912 die Flöhezahl von 1.8 auf 0.9 fällt, während die Zahl der Pestfälle von 12 auf 39 pro Monat steigt.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß die Flöhezahl zeitliche Schwankungen aufweist, die in den anscheinend pestfreien Distrikten im allgemeinen weniger ausgeprägt erscheinen als in den pestverseuchten, daß diese Schwankungen nur in den pestfreien Bezirken gewisse Beziehungen zu den klimatischen Verhältnissen zeigen und daß sie in den pestverseuchten Distrikten oft (aber nicht immer) parallel verlaufen mit den Schwankungen der Pestepidemie.

IV. Die örtlichen Schwankungen der Flöhezahl in Verbindung mit der Verbreitung der Pestepidemie.

Unter örtlichen Schwankungen der Flöhezahl will ich verstehen die Unterschiede, welche diese Zahl in den verschiedenen in Java untersuchten Bezirken aufweisen.

Folgende Tabelle (VIII) und Karte (Fig. 7) gibt das Resultat dieser Untersuchungen an.

Zur richtigen Würdigung der in dieser Tabelle niedergelegten Ergebnisse ist vor allem zu bemerken, daß in den verschiedenen Ortschaften die Beobachtung nicht immer zu denselben Jahreszeiten vorgenommen werden konnte: In den pestfreien Provinzen standen nur ein bis wenige Monate (November bis Januar) für die Beobachtung zur Verfügung. Wir haben nun aber im vorigen Abschnitte gesehen, daß in dem anscheinend pestfreien Distrikte Ngantang (mit welchem die hier zu betrachtenden Distrikte zu vergleichen sind) das Maximum der Flöhezahl in November bis Mai fällt und das Minimum in Juni bis September. Ich komme also zu dem Schlusse, daß die Zahlen, welche in Tabelle VIII für Malang, Surabaya und Kediri angegeben sind (welche die mittlere Zahl für eine Periode sowohl maximaler als minimaler Flöhezahl darstellen), und jene Zahlen, welche für die übrigen Teile Javas verzeichnet wurden (welche die Flöhezahl einer Periode angibt, worin erfahrungsgemäß ein größerer Wert derselben zu erwarten ist), nur dann zu vergleichen sind, wenn man dabei bedenkt, daß die ersteren Zahlen im Vergleich zu den letzteren relativ etwas zu niedrig sind.

Abgesehen von dieser Fehlerquelle können wir sagen, daß die Flöhezahl in den verschiedenen Ortschaften Javas sehr wechselt, und daß ein deutlicher Zusammenhang mit dem Vorkommen von Pest nicht festzustellen ist. Es sind zwar innerhalb der pestverseuchten Bezirke hohe Flöhezahlen zu verzeichnen, wie z. B. in der Provinz Kediri, doch fehlen solche hohe Zahlen in den pestfreien Bezirken keineswegs (Magelang und Temanggung in der Provinz Kedu), und es kommen andererseits in den pestverseuchten Provinzen weit niedrigere Zahlen vor, wie z. B. in der Abteilung Malang und in Surabaya.

Man könnte geneigt sein, diese Differenzen der Flöhezahlen auf klimatologische Unterschiede zurückzuführen, indem man annimmt, daß die höher gelegenen kühleren Bezirke den Flöhen günstigere Lebensbedingungen schaffen als die heißen Regionen der Ebene. Hiermit in Übereinstimmung wären die hohen Zahlen der Bergstädte Malang und Temanggung. Gegen diese Auffassung sprechen aber aufs entschiedenste die niedrigeren Zahlen der ebenfalls hoch gelegenen Distrikte Garut, Suka-

bumi und Tjandjur und die Tatsache, daß ich die niedrigsten Zahlen in den Berggegenden von Ngantang und Pakis fand. Klimatologische Faktoren an sich bedingen offenbar nicht die Differenzen der Flöhezahlen.

Beschränken wir unsere Betrachtungen auf die pestverseuchten Provinzen Malang, Surabaya und Kediri, so sehen wir, daß zwischen Flöhezahl und Intensität der Epidemie oft, aber nicht immer, eine gewisse Übereinstimmung herrscht.

Innerhalb der Abteilung Malang haben die Bezirke Ngantang und Pakis die kleinsten Flöhezahlen und wurden während der Beobachtungsperiode nicht oder doch kaum von Pest heimgesucht; die übrigen pestverseuchten Distrikte dieser Abteilung haben fast alle höhere Flöhezahlen, nur die Stadt Malang selbst macht von dieser Regel eine Ausnahme.

In der Provinz Kediri war die Intensität der Epidemie eine viel größere als in der Abteilung Malang, zumal in den Distrikten Stadt-Kediri und in Modjoroto. Ganz in Übereinstimmung damit ist es, daß auch die Flöhezahl hier viel höher ist als in Malang. Aber auch in Kertosono, wo nur Rattenpest (klandestin auftretend) gefunden wurde, war die Flöhezahl besonders hoch.

In Surabaya, wo die Intensität der Menschenpest immer eine geringe war, war auch die Flöhezahl niedrig.

Fassen wir diese Übersicht zusammen, so sehen wir, daß die Flöhezahl der Insel Java von 1 bis 6 wechselt, daß Zahlen über 4 zu den

selteneren gehören, welche sich meistens (aber keineswegs ausnahmslos) in den pestverseuchten Provinzen vorfinden, und daß, wenn man die pestverseuchten Provinzen jede für sich betrachtet, jene Distrikte derselben, wo weder Menschen- und Rattenpest aufgefunden wurde, meistens die kleinsten Flöhezahlen aufweisen (z. B. Ngantang und Pakis in Malang, Trenggalek in Kediri). Irgendwelcher Zusammenhang zwischen Flöhezahl und Meereshöhe wurde nicht aufgefunden.

V. Die Bedeutung des Parallelismus der Flöhe- und Pestkurve.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir dargetan, daß bis zu einer gewissen Grenze eine zeitliche sowohl als örtliche Beziehung besteht zwischen dem Vorkommen von Ratten- bzw. Menschenpest und hohen Flöhezahlen, obwohl ich wiederholt darauf hingewiesen habe, daß diese Übereinstimmung vollständig fehlen kann.

Es ist nun die Frage zu beantworten, welche Erscheinung die primäre ist: die Erhöhung der Flöhezahl oder das Vorkommen der Pest. Beides ist möglich: Einerseits kann man sich denken (wie es auch die Britisch-Indische-Pestkommission tut), daß durch äußere Umstände, die nichts mit der Pestepidemie selbst zu tun haben (klimatologische Faktoren), die Flöhezahl erhöht wird, wodurch sich die Übertragungsmöglichkeit vergrößert, und die Zahl der Pestfälle zunimmt. Andererseits ist es denkbar, daß durch Rattensterben infolge der Pest, die ursprünglich vorhandenen Flöhe auf eine immer kleiner werdende Zahl von Ratten zusammengedrängt werden. Diese Erscheinung (von van Loghem und Swellengrebel, 1914 b, mit dem Namen „sekundäre Konzentration“ belegt) wird offenbar eine Erhöhung der Flöhezahl zur Folge haben.

Wir haben gesehen, daß in anscheinend pestfreien Bezirken (wie dem Distrikte Ngantang in Malang) die Flöhezahl nur unbedeutenden Schwankungen unterliegt, die im allgemeinen mit jenen der relativen Feuchtigkeit parallel gehen. Es liegt also nahe, diese geringen Schwankungen auf natürliche (klimatologische) Verhältnisse zurückzuführen. Weiter haben wir gesehen, daß in den pestverseuchten Gebieten die Flöhezahlen weit erheblicheren Schwankungen unterworfen sind und daß sie nicht mit der Kurve der relativen Feuchtigkeit parallel gehen, so daß nicht selten Maxima in der allertrockensten Jahreszeit erreicht werden, in welcher man geradezu Minima der Flöhezahl zu erwarten berechtigt wäre.

Wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir in diesen Fällen (vgl. Figg. 1, 4, 6), in denen die Flöhekurve in einer für die Flöhe ungünstigen Jahreszeit eine Steigerung erfährt, die parallel verläuft mit der Pestkurve, die Annahme, daß die Steigerung der Flöhezahl die Exazerbation der

Tabelle VIII.
Örtliche Schwankungen der Flöhezahl in Java.

Abteilung bzw. Provinz	Nummer korrespondierend mit jenen auf der Karte	Distrikt	Zeit der Untersuchung	Meereshöhe in Meter	Zahl der Pestfälle während der Untersuchungsperiode		Angabe über das Vor- kommen von Rattenpest: + = Rattenpest kommt vor - = R. P. kommt nicht vor	Mittlere Flöhezahl der Hausratte während der Unter- suchungs- periode
					absolut	pro 1000 Einwohner und pro Jahr		
Abteil. Malang . .	1	Ngantang	Januar—November 1912	620	0	0	—	0·7
	2	Pakis	März—November 1912	600	0	0	—	1·1
	3	Malang	Januar—November 1912	446	207	3·7	+	1·2
	4	Penanggungan . .	Januar—Oktober 1912	877	34	0·7	+	1·3
	5	Sengguruh	Januar—November 1912	332	377	2·7	+	2·9
	6	Karanglo	Januar—Juni 1912	500	163	3·4	+	2·6
	7	Gondanglegi . . .	Januar—Oktober 1912	330	10	0·08	+	2·2
	8	Turen	März—Juli 1912	350	36	0·4	+	1·6
	9	Surabaya	Januar—Dezember 1912	0	40	0·2	+	1·5
	10	Kediri u. Modjoroto	April—September 1913	60	709	7·4	+	4·4
	11	Ngandjok	März—September 1913	62	52		+	3·2
	12	Berbek	August—September 1913	65	74		+	5·3
	13	Blitar	desgl.	160	0	0	+	3·4
Abteil. Surabaya . .								
Prov. Kediri . .								

14	Trenggalek . . .	Juli—September 1913	126	0	0	—	2.9
15	Kertosono . . .	September 1913	40	0	0	+	5.0
16	Djogjakarta . . .	November 1913	115	0	0	—	4.1
18	Purworedjo . . .	desgl.	62	0	0	—	3.4
19	Magelang . . .	"	350	0	0	—	5.5
	Temanggung . . .	"	584	0	0	—	4.9
20	Banjumas . . .	"	18	0	0	—	3.2
21	Bandjarnegara . . .	"	290	0	0	—	3.6
22	Pekalongan . . .	"	0	0	0	—	1.9
23	Tegal . . .	"	0	0	0	—	1.9
24	Cheribon . . .	"	0	0	0	—	3.3
25	Madjalenka . . .	"	144	0	0	—	3.5
26	Purwakarta . . .	"	76	0	0	—	1.2
27	Garut . . .	"	710	0	0	—	3.5
28	Sukabumi . . .	"	602	0	0	—	3.9
	Tjiandjur . . .	"	459	0	0	—	2.4
29	Pandeglang . . .	November 1913 — Januar 1914	252	0	0	—	2.1
30	Menes . . .	desgl.	88	0	0	—	1.3
31	Tjionas . . .	Januar 1914	290	0	0	—	1.2
32	Tjimanuk . . .	Dezember 1913 — Januar 1914	50	0	0	—	1.5
33	Koletet . . .	Januar 1914	15	0	0	—	1.2
34	Labuan . . .	desgl.	0	0	0	—	0.5

Epidemie verursachte, als unrichtig zurückweisen und die Erklärung dieser Steigerung in der sekundären Konzentration suchen.

Ich will nun hiermit keineswegs behaupten, daß jede Steigerung der Flöhezahl außerhalb der günstigen Jahreszeit auf sekundärer Konzentration beruhen muß. Es kann ja vorkommen, daß an bestimmten Orten, z. B. in Scheunen, wo Reis gespeichert wird, und wo sich viele Ratten und deren Flöhe unter möglichst günstigen, von äußeren klimatologischen Faktoren unabhängigen Bedingungen vorfinden, eine starke Vermehrung der Flöhe eintritt auch in der trocknen Jahreszeit. Wir haben im vorhergehenden nur zeigen wollen, daß man einen ausgesprochenen Parallelismus zwischen Flöhekurve und Pestkurve finden kann, ohne daß daraus zu schließen ist, daß die Steigerung der Zahl der Pestfälle auf eine Steigerung der Flöhezahl zurückgeführt werden muß.

VI. Schwankungen der Zahl der Trypanosomenträger unter den Hausratten in Beziehung zur Flöhezahl.

Obwohl dieser Gegenstand mit der Pest anscheinend nichts zu tun hat, werde ich ihn hier doch kurz erwähnen, weil ich zwischen den Zahlen der Trypanosomenträger unter den Hausratten und der Existenz der Pest gewisse Beziehungen aufgefunden habe, deren Allgemeingültigkeit zwar noch keineswegs feststeht, die aber doch bemerkenswert genug sind, um ihre Erwähnung zu rechtfertigen.

Von van Loghem und Swellengrebel (1914 a) ist gezeigt worden, daß die Zahl der Trypanosomenträger unter den Hausratten viel größer ist als unter den Feldratten, eine Erscheinung, welche dadurch zu erklären ist, daß die Überträger dieser Blutparasiten (die Flöhe) bei den Feldratten sehr selten sind. Es ist weiter von Petrie und Avari (1910) nachgewiesen worden, daß die Zahl der Trypanosomenträger unter den Hausratten Schwankungen zeigt, welche parallel verlaufen mit den Schwankungen der Flöhezahl. Es war nun von Interesse, zu erforschen, ob dieses auch in Java der Fall war.

Auch hier können wir unterscheiden zeitliche und örtliche Schwankungen des Prozentsatzes der jungen Trypanosomen tragenden Hausratten (hier kurz als „Trypzahl“ bezeichnet).

Die zeitlichen Schwankungen der Trypzahl am selben Orte. — Im anscheinend pestfreien Ngantang gehen die Kurven der Flöhe- und Trypzahl ungefähr parallel; wie aus Fig. 3 und Tabelle III ersichtlich. Mit gewissen Beschränkungen kann man wohl sagen, daß die Trypzahl mit der Flöhezahl steigt und fällt.

Ganz anders ist es in den pestverseuchten Distrikten Sengguruh (Fig. 1), Kediri—Modjoroto (Fig. 4) und Ngandjuk (Fig. 6). In Sengguruh ist die Trypzahl zu Anfang zwar höher als in Ngantang (was mit der höheren Flöhezahl übereinstimmt), später aber fällt die erstere Zahl, während die zweite steigt; es zeigen beide Kurven einen direkten Antagonismus. Ähnliches sehen wir auch in Ngandjuk und, obzwar weniger scharf ausgeprägt, auch in Kediri.

Tabelle IX.
Örtliche Schwankungen der Trypanosomenzahl.

	O r t e	Juli—Aug.—Sept.		Nov.—Dez.—Jan.	
		Trypzahl	Flöhezahl	Trypzahl	Flöhezahl
Pestverseucht. Nicht pestverseucht.	Labuan	—	—	30	0.5
	Kolelet	—	—	31	1.2
	Tjimanuk	—	—	30	1.5
	Tjiamis	—	—	24	1.2
	Menes	—	—	28	1.3
	Pandeglang	—	—	31	2.1
	Garut	—	—	42	3.5
	Trenggalek	43	2.9	—	—
	Ngantang	28	0.6	37	1.0
	Blitar	29	3.4	—	—
	Kertosono	32	5.0	—	—
	Berbek	36	5.3	—	—
	Ngandjuk	32	3.9	—	—
	Kediri und Modjoroto	36	5.6	—	—
	Sengguruh	26	2.6	—	—

Die örtlichen Schwankungen der Trypzahl. — Diese sind in Tabelle IX zusammengestellt. In den pestfreien Bezirken zeigen jene mit den höchsten Flöhezahlen auch die höchsten Trypzahlen (Garut und Trenggalek). Flöhezahlen unter 2.5 stimmen meistens mit Trypzahlen von 25 bis 37 überein, Flöhezahlen über 2.8 mit Trypzahlen über 40. In den pestverseuchten Bezirken mit den viel höheren Flöhezahlen sind die Trypzahlen weit geringer, als man beim Vergleich mit den Zahlen der pestfreien Gebiete erwarten dürfte. Bei Flöhezahlen von 2 bis 2.8 findet man noch durchweg Trypzahlen unter 30, bei Flöhezahlen von 4 bis 6 Trypzahlen unter 40.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß in den pestverseuchten Bezirken ein Mißverhältnis existiert zwischen Flöhe- und Trypzahl, indem die letztere durchweg niedriger ist als man bei dem hohen Wert der ersteren erwarten könnte.

Es fragt sich nun, ob diese Erscheinung direkt mit der Existenz der Pest in den betreffenden Gebieten in Verbindung zu bringen ist. Ich glaube diese Frage bejahen zu können und erkläre mir diesen Zusammenhang folgenderweise: Die Flöhe übertragen sowohl die Trypanosomen als die Pestbazillen von Ratte zu Ratte; ich habe bei der Untersuchung des Darminhalts der Flöhe nicht selten Trypanosomen und Pestbazillen zusammen angetroffen. Bei der Übertragung der Trypanosomen verlaufen 7 bis 10 Tage zwischen dem infizierenden Stiche des Flohs und dem Auftreten der Flagellaten im peripheren Blute. Bei der Übertragung der Pestbazillen erfolgt meistens der Tod der Ratte 3 bis 5 Tage nach dem Stiche. Im allgemeinen werden also die Flöhe, die neben Trypanosomen auch Pestbazillen im Darne beherbergen, nicht zur Verbreitung der Trypanosomen beitragen können. Wir wissen dazu noch durch die Untersuchungen von Bacot und Martin (1914), daß die Flöhe, welche Pestbazillenhaltendes Blut saugen, oft eine Obliteration des Darmtractus durch Anhäufung von Pestbazillen im Proventrikel aufweisen. Die Pestbazillen können sich daselbst vermehren, die Trypanosomen aber brauchen zu ihrer vollständigen Entwicklung das Rectum, wo, nach den Untersuchungen von Swellengrebel und Strickland (1910), die „kleinen Trypanosomen“, die Endstadien der Entwicklung des *Trypanosoma lewisi*, in dem Flöhedarm entstehen. Obengenannte Verstopfung im Proventrikel wird also diese Trypanosomen in ihrer Entwicklung hemmen, und die betreffenden Flöhe werden dadurch unfähig, die Trypanosomiasis zu übertragen.

VII. Schwankungen der Flöhezahl nach der Art des Wirtstieres und der Flöhe.

Bekanntlich zerfallen die in Java am häufigsten in der Nähe der menschlichen Wohnstätten zu findenden Ratten in drei Typen: die Hausratte (*Mus griseiventer* Bonhote und *Mus concolor* Blyth), die Feldratte (*Mus diardii* Jentink) und die Wanderratte (*Mus norvegicus* L.). Die Hausratte (der beiden Typen *griseiventer* und *concolor*) ist ubiquitär, die Feldratte findet sich nur in den Dörfern und kleineren Städten, *M. norvegicus* kommt (in den untersuchten Bezirken) nur in Surabaya häufig vor (vgl. van Loghem und Swellengrebel 1914 a).

In Britisch-Indien ist die Flöhezahl des *M. norvegicus* größer als jene der Hausratte. In Surabaya ist das nicht der Fall, wie aus Tabelle und Fig. 5 hervorgeht; jedenfalls sind die Unterschiede (ausgenommen im Juli 1912, als die erstere Zahl fast zweimal größer war als die zweite) unbedeutend. Die zeitlichen Schwankungen der Flöhezahl des *M. norvegicus* stimmen genau mit jenen der Hausratte überein.

Die Flöhezahl der Feldratte ist, selbst im Vergleich mit den niedrigen Flöhezahlen der Hausratte des Distrikts Ngantang, als klein zu bezeichnen (vgl. Tabelle III).

In Übereinstimmung mit diesen Befunden ist es, daß die Frequenz der Pest unter *M. norvegicus* nicht größer, vielmehr kleiner, ist als unter den Hausratten (in Gegensatz zu Britisch-Indien, wo die Verhältnisse gerade umgekehrt sind), und daß unter den Feldratten noch niemals Pest konstatiert wurde.

An dieser Stelle ist noch ein Wort über das Vorkommen anderer Floharten am Platze; denn bis jetzt war nur von *Xenopsylla cheopis* die Rede. Von jenen ist nur zu nennen *Pygiopsylla ahalae*; denn andere Flöhearten (zumal *C. tenocephalus canis* und *C. felis*, die in Java auf Hunden, Katzen und Menschen gar nicht selten sind) wurden auf Ratten nicht gefunden.

In Kediri wurde *P. ahalae* nicht gefunden, ebensowenig in Surabaya. Über ihr quantitatives Vorkommen in der Abteilung Malang geben Tabelle II und III nähere Auskunft. Daß die Art viel seltener ist als *X. cheopis*, braucht dabei wohl nicht näher betont zu werden. Bei dergleichen kleinen Zahlen kann man von zeitlichen Schwankungen kaum reden; die Differenzen sind (absolut genommen) so gering, daß zufällige Umstände dabei eine zu große Rolle spielen können. In Malang beobachtet man eine deutliche Verminderung der Flöhezahl in der trocknen Jahreszeit (Tabelle III), in Ngantang ist diese Abnahme aber nicht zu beobachten.

VIII. Zusammenfassung.

Es ist immer sehr gefährlich, Schlüsse, welche auf Grund epidemiologischer Untersuchungen in einem bestimmten Gebiete gezogen wurden, auf andere Gebiete, in einem anderen Weltteile gelegen, wo vielleicht ganz andere Verhältnisse obwalten, zu übertragen. Ich will hier darum den Schluß der Britisch-Indischen Pestkommission, daß das jährliche Auftreten der Pestepizootie (und dadurch auch der Pestepidemie) bedingt wird durch die periodische Zunahme der Flöhezahl, in keiner Weise kritisieren. Nur will ich betonen, daß auch in Java ein solcher Zusammenhang oft (aber nicht immer) zu beobachten war, daß aber manches darauf hindeutete, daß die Steigerung der Flöhezahl nicht die Ursache, sondern die Folge der Epizootie war, bedingt durch die sekundäre Konzentration.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß, ganz unabhängig von der Verbreitung der Pestepizootie, die normale (d. h. nicht durch sekundäre Konzentration erhöhte) Flöhezahl auf Java an verschiedenen Orten sehr ungleich ist. Vielleicht ist darin der Grund zu suchen, daß verschiedene Bezirke so ungleich schwer von Pest befallen werden. Ich verweise dabei auf das Flöhe-arme Surabaya, wo die Pest immer unbedeutend war, obwohl sie dort schon seit 1911 herrschte, auf den Flöhereichum des schwer befallenen Kediri und auf den pestfreien Distrikt Ngantang in der übrigens stark verseuchten Abteilung Malang, wo die Pest im Juni 1911 zwar eingeschleppt wurde, aber nur wenige Opfer forderte (im ganzen 15) und im November 1911 wiederum verschwand. Ich bin zwar überzeugt, daß die normale Flöhezahl nicht der einzige Faktor ist, welcher die größere oder geringere Intensität der Pest bedingt, glaube ihm aber doch Bedeutung beimessen zu müssen.

Literatur-Verzeichnis.

Bacot and Martin: Observations on the mechanism of the transmission of plague by fleas. *Journal of hygiene*. 1913. 3^a plague supplement.

van Loghem u. Swellengrebel, Kontinuierliche und metastatische Pestverbreitung. *Diese Zeitschrift*. 1914. Bd. LXXVII. S. 460.

Dieselben, Zur Frage der Periodizität der Pest auf Java. *Ebenda*. 1914. Bd. LXXVIII. S. 131.

Petrie and Avari, On the seasonal prevalence of *Trypanosoma lewisi* in *Mus rattus* and *Mus decumanus*. *Parasitology*. 1910. Vol. II. p. 305.

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

Dasselbe, Plague in eastern Bengal and Assam. *Ebenda*. 1912. Plague supplement, Nr. 1. p. 157.

Swellengrebel u. Hoesen, Über das Vorkommen von Rattenpest ohne Menschenpest usw. *Diese Zeitschrift*. 1915. Bd. LXXIX. S. 436.

Swellengrebel and Strickland, The development of *Trypanosoma lewisi* outside the vertebrate host. *Parasitology*. 1910. Vol. III. p. 360.