

Ausarbeitung und Wirkungsbereich des Repellent "Kik"

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Acta Tropica**

Band (Jahr): **6 (1949)**

Heft 4

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

I. Teil.

Ausarbeitung und Wirkungsbereich des Repellent «Kik».

A. Einleitung.

Unter *Insektenabhaltemitteln* oder *Repellents* versteht man Substanzen, die, auf die Kleider oder die Haut des Menschen aufgetragen, blutsaugende oder sonst lästige Insekten und andere Arthropoden vom Stechen oder auch von der Annäherung abhalten sollen. Das Problem der Insektenabhaltung von Pflanzen, Mensch und Tier ist schon sehr alt. Eine erste, zusammenfassende Arbeit über diesen Gegenstand schrieb HOWARD (1916), in welcher namentlich die ältere Literatur eingehend besprochen wird. Aus neuester Zeit liegt über das gleiche Thema ein zusammenfassendes Werk von DETHIER (1947) vor.

In den zwanziger Jahren suchte man hauptsächlich Repellents, um sich im Freien gegen Mückenstiche zu schützen. Damals wurden die verschiedensten Pflanzenextrakte und ätherischen Oele in ihrer Abhaltewirkung gegen lästige Mücken und Fliegen geprüft. Es ergaben sich recht gute Anfangserfolge, doch war die Wirkung dieser ersten Mittel im allgemeinen nur von kurzer Dauer. Eine ganz neue Bedeutung bekamen die Repellents während des zweiten Weltkrieges, indem versucht wurde, die in den Tropen kämpfenden Truppen vor den Stichen krankheitsübertragender Moskitos zu schützen. Tausende von synthetisch hergestellten Substanzen wurden in Amerika als Mückenrepellents untersucht. Im Zuge dieser Forschungen wurden als Repellents mit recht guter Dauerwirkung gefunden: Indalon, Rutgers 6—12¹, 6—22¹, dann Dimethylphthalat und kurz vor Kriegsende NMRI 448 (oder ZAT)¹ der U.S. Navy.

Diese Produkte haben alle gewisse Nachteile, namentlich kosmetischer Art. Bei den Truppen fällt dies nicht ins Gewicht, dagegen erschwerte es im zivilen Gebrauch ihre breite Anwendung. Dimethylphthalat beispielsweise ist als Lösungsmittel für Kunststoffe diesen sehr abträglich; andererseits brennt es stark auf den Schleimhäuten von Mund und Augen. So stellten Repellents mit der gleichen Wirkungsdauer, aber ohne diese Unannehmlichkeiten ein Bedürfnis dar. Von diesem Gesichtspunkt aus begannen wir in Gemeinschaftsarbeit mit den Chemikern unserer Firma an diesem Problem zu arbeiten, um ein gut wirksames, kosmetisch ein-

¹ Rutgers 6—12 = 2-Ethylhexanediol

6—22 = 2 Teile Rutgers 6—12 + 2 Teile Indalon + 6 Teile Dimethylphthalat

NMRI 448 = 2-Phenylcyclohexanol + 2-Cyclohexylcyclohexanol.

wandfreies Repellent zu finden. Einige ergänzende Testversuche wurden später mit dem von uns ausgearbeiteten, fertigen Handelsprodukt «Kik» im Schweizerischen Tropeninstitut unter Leitung von Herrn Prof. RUD. GEIGY durchgeführt; wir möchten ihm und seinen Mitarbeitern für ihre Bemühungen hier bestens danken, sowie auch für die Erlaubnis, uns im folgenden auf seine Resultate beziehen zu können.

B. Testmethoden.

Bei der Ausarbeitung unserer Testmethoden war in erster Linie der Gedanke wegleitend, in verhältnismäßig kurzer Zeit eine möglichst große Anzahl von Substanzen auf ihre Repellentwirkung zu prüfen. Die amerikanische Art der Prüfung, bei welcher die Substanzen von Anfang an am Menschen gegenüber Stechmücken getestet werden, kam für unsere Verhältnisse nicht in Betracht. Abgesehen von der Forderung einer vorgängigen, langdauernden und kostspieligen toxikologischen Prüfung für jede in den Versuch kommende Substanz, hätten wir auch keine entsprechend große Zahl von Versuchspersonen zur Verfügung gehabt².

So trafen wir unsere erste Auswahl mit Hilfe von Versuchstieren (weißen Mäusen) als Repellentträger und Stomoxys (Stechfliegen) als Blutsauger. Erst bei der engeren Auswahl der Repellents wurden menschliche Versuchspersonen zugezogen und gegenüber *Aedes aegypti* getestet.

Bei dieser Art der Prüfungsfolge setzten wir voraus, daß die getesteten Repellents nicht artspezifisch sind, sondern sich gegenüber Stomoxys und *Aedes* ähnlich verhalten. Diese von uns ursprünglich rein hypothetisch angenommene Voraussetzung erwies sich später in vielfachen Versuchen als zu Recht bestehend.

Zum Testen der Repellentsubstanzen wurde der Unterarm einer Versuchsperson in einen mit *Aedes* bevölkerten Kasten gehalten und die stichfreien Zeiten bestimmt. Dabei mußte berücksichtigt werden, daß die Armunterseite stets rascher ausfiel als die Armoberseite. Wie in Kapitel D näher ausgeführt wird, beruht dies auf der unterschiedlichen Hautresorption von Armunter- und -oberseite. Ferner zeigte sich, daß bei verschiedenen Versuchspersonen oft beträchtliche Zeitunterschiede in der Wirkungsdauer der

² Wir möchten nicht versäumen an dieser Stelle Fräulein *Mundwiler*, Fräulein *Huber* und Herrn *Wyniger* für ihre wertvolle Hilfe bei der Durchführung einer großen Zahl von Versuchen herzlich zu danken. Auch den vielen anderen, die sich uns als Versuchspersonen gelegentlich zur Verfügung gestellt haben, sei unser aufrichtiger Dank ausgesprochen.

Repellents-Substanzen bestehen; auch dies ist wohl in erster Linie auf die individuelle Hautbeschaffenheit zurückzuführen (Kap. D). Da wir aber immer dieselben Versuchspersonen zur Mithilfe herangezogen und die wichtigsten Prüfungen stets von derselben Person durchgeführt wurden, kamen wir trotz dieser Unregelmäßigkeiten zu einer genügend gesicherten Auswahl unserer Substanzen.

C. Freilandversuche mit dem Repellent «Kik».

Die letzte Entscheidung, ob ein Repellent seine im Laborversuche gezeigte gute Wirkung auch in der Praxis beibehält, kann erst der Freilandversuch erbringen. Nur so kann der Einfluß von Sonne, Schweiß usw. auf den Belag auf der Menschenhaut erkannt und völlige Sicherheit über die Güte des Repellent erhalten werden. Dies war der Grund, warum wir die Schlußentwicklung unseres neuen Repellent ins Freiland verlegten.

Vorgängig wurden noch einmal alle Repellents-Substanzen, die sich im Laborversuche als gut erwiesen hatten, ausgewählt und gesichtet. Abgesehen von kaufmännisch-technischen Ueberlegungen wurden nur solche Substanzen in die letzte Wahl genommen, die farblos und praktisch geruchlos waren. Ferner mußte der Belag auf der Haut unsichtbar sein und durfte weder als ölig noch schmierig empfunden werden. Eingehend untersucht wurde auch das Verhalten der Repellents gegenüber verschiedenen Kunststoffen und Kunstfasern, wie Nylon, Gurit, Viscose und Azetatseide u. a. Nur solche, die sich diesen Stoffen gegenüber als indifferent erwiesen, wurden in die letzte Auswahl genommen.

Aus der großen Zahl der im Labor geprüften Reinsubstanzen ergab sich anfangs 1948 schließlich eine Gruppe von 14 Produkten, die im definitiven Freilandversuch getestet werden sollten.

1. Die Entstehungsgeschichte des Kik. Freilandversuche in Argentinien.

Die Prüfung dieser 14 Substanzen erfolgte in Argentinien vom 30. Januar bis 21. Februar 1948 als Gemeinschaftsarbeit der Herren Dr. A. Buxtorf, ing. agr. A. Meyer und Dr. R. Wiesmann. Als Versuchsort wurde uns die Quinta «La Selva» am Brazo Largo im Delta des Parana, Provinz Enter Rios, ca. 100 km NW von Buenos Aires, zugewiesen. Die bewaldete Gegend weist eine reichhaltige Mückenfauna auf, in der die Aediden und Culiciden dominieren. Bei den Anopheliden handelt es sich durchgehend um zoophile Arten.

Nach der vorläufigen Bestimmung³ der in großer Zahl auf den Versuchspersonen gefangenen Mücken waren damals in La Selva folgende Arten vertreten:

Mansonia	2—3 Spezies
Psorophora ferox	
„ bruchi	
„ vacipes	
Culex	2 Spezies.

Während der ganzen Versuchszeit war die Mückenpopulation im Walde, in dem wir uns exponierten, eine recht ansehnliche. Die Mücken verhielten sich in der Regel sehr angrifflig, wie die folgenden, an unbehandelten Versuchspersonen erhaltenen Stichfrequenzen zeigen:

J. B. erhielt am 1. 2. 48 um 15 Uhr innert 10 Minuten 38 Stiche
 A. M. erhielt am 12. 2. 48 um 15 Uhr innert 1 Minute 10 Stiche.

Das uns zugewiesene Gebiet eignete sich folglich sehr gut zum Austesten von Repellents gegen Mücken aus der Aediden- und Culicidengruppe. Da das Versuchsgebiet sehr feucht und heiß war, konnte auch der Einfluß von Schweiß und Sonne untersucht werden.

Methodik des Freilandtestes.

Zu den Versuchen standen uns 8 bis 9 Versuchspersonen, vom hellblonden bis zum dunkelhäutigen Typ, zur Verfügung, nämlich 3 Frauen und 5 bis 6 Männer.

Arme, Beine und Gesicht wurden mit den zu prüfenden Substanzen bestrichen, und zwar so, daß jede Versuchsperson jeweils nur ein Produkt auf ihrer Haut trug. Als Normalanstrich galt folgendes:

pro Arm	2 cm ³
pro Bein bis Mitte Oberschenkel	4 cm ³
pro Kopf und Hals	2 cm ³

Wir führten auch Halbnormalanstriche aus, bei denen die Halbwerte verwendet wurden. Ferner Bedarfs- oder Individualanstriche, bei denen soviel Substanz appliziert wurde, wie die betr. Versuchsperson für notwendig erachtete, um einen gleichmäßigen Belag auf der Haut zu erzielen. Der letztere benötigte ein wenig mehr als ein Halbnormalanstrich, wobei die Hautbeschaffenheit und die Behaarung und andererseits die Viscosität der Repellentflüssigkeit die Werte nicht unwesentlich beeinflußten.

Nach dem Anstrich exponierten sich die Versuchspersonen im Walde, jeweils halbstundenweise in Intervallen von zwei Stunden, wobei die erhaltenen Stiche gezählt wurden.

³ Herrn Dr. *Del Ponte* sei hierfür bestens gedankt.

Als Ergebnis der Versuche, bei denen die 14 Substanzen zuerst einzeln, dann untereinander kombiniert, systematisch auf ihre mückenabhaltende Wirkung geprüft wurden, kristallisierte sich allmählich die definitive Kombination, die heute unter dem Namen «Kik-Geigy» im Handel ist, heraus. Sie besteht aus dem Lösungsmittel und zwei (ursprünglich drei) Wirksubstanzen. Die Entscheidung für die beste Kombination war nicht ganz leicht, da einige Substanzen in ihrer Wirkung einander ebenbürtig waren. Schließlich gab der kosmetische Aspekt den Ausschlag (beste Verträglichkeit auf der Haut, namentlich der Schleimhäute von Mund und Augen, geruchloser, unsichtbarer Belag).

Es würde zu weit führen, auf alle diese Prüfungen im einzelnen einzugehen. In den 22 Tagen wurden insgesamt 336 Versuche ausgeführt. Es seien nur die Ergebnisse angeführt, die das ausgearbeitete Kik betreffen (Tab. I).

Zu den erhaltenen Resultaten können wir folgendes bemerken:

a) Die besten stichfreien Zeiten gegen die Aediden und Culiciden erhielten wir bei einem Normalanstrich. Nur wenig schlechter waren die Zeiten bei einem Bedarfsanstrich, während die Resultate bei einem Halbnormalanstrich deutlich abfielen. Mit dem letzten war es in vielen Fällen nicht möglich, auf der Haut einen lückenlosen Belag zu erzielen, da die Flüssigkeitsmenge dazu nicht ausreichte. Da das Kik, wie auch die andern bis anhin bekannten Repellents, nur während einer gewissen Zeit eine ausgesprochene Distanzwirkung aufweist, finden später die hungrigen Mücken sehr bald diejenigen Stellen auf der Haut, die zu wenig oder kein Repellent erhalten haben; infolgedessen treten bei einem ungenügenden Belage mit der Zeit in steigendem Maße Stiche auf. Der Repellentbelag muß daher auf den zu schützenden Hautstellen möglichst gleichmäßig und lückenlos aufgetragen sein.

b) Ganz ähnlich wie dies in den Labor-Testversuchen festgestellt wurde, bestanden auch hier zwischen den einzelnen Versuchspersonen in der Dauer der Repellentwirkung oft beträchtliche Unterschiede. Im allgemeinen hielt der Schutz bei den männlichen Versuchspersonen länger an als bei den weiblichen. Auch bei dem von uns gleichzeitig geprüften amerikanischen Repellent 6—22 traten solche Unterschiede auf.

c) In der Regel konnten beim Kik schon während der ersten Stunden einige vereinzelte Stiche festgestellt werden. Mit fortschreitender Zeit erfolgten sie etwas häufiger, und die stichfreien Intervalle wurden zusehends kleiner. Dann setzte ganz plötzlich das Ausfallen mit vielen Stichen ein.

TABELLE I.

Versuchsergebnisse mit der Kik-Kombination und dem amerikanischen Repellent 6—22.

Art des Anstriches	Zahl der Stiche nach						Geschlecht der Versuchsperson
	2 h	4 h	6 h	9 h	11 h	13 h	
<i>Kik</i> Normal- anstrich	0	0	0	3	0	3	m (männl.)
	0	0	0	0	0	9	m
<i>Kik</i> Halbnormal- anstrich	0	4	1	2	8	—	w (weibl.)
	0	0	0	0	2	12	m
	0	1	1	2	1	17	m
	0	0	1	2	3	17	m
	1	0	4	16	—	—	m
	0	1	2	7	20	—	w
	0	0	3	8	14	—	m
	0	1	4	5	7	—	m
<i>Kik</i> Bedarfs- anstrich	0	0	0	6	17	—	m
	0	0	0	0	6	15	w
	0	0	0	1	1	15	w
	0	0	1	0	15	—	m
6-22 Normal- anstrich	0	0	0	11	—	—	m
6-22 Bedarfs- anstrich	0	2	2	9	20	—	m
	1	0	3	15	—	—	m
	0	2	2	8	15	—	w

Ein Beispiel aus vielen: Die Versuchsperson Ws. exponierte sich den Mücken ohne Unterbruch und registrierte die Zeit, in der die einzelnen Stiche erfolgten:

Bis 5 Stunden	30'	keine Stiche
6	» 10'	1 Stich
7	» 40'	1 »
8	» 15'	3 Stiche
8	» 20'	16 »

Ein Kik-Anstrich ist somit nach dem ersten Stich noch lange nicht ausgefallen und wertlos geworden. Es kann oft noch mehrere Stunden dauern, bis es zu einer wirklichen Belästigung durch die Mücken kommt. Die gleiche Beobachtung konnten wir auch bei allen anderen von uns geprüften, gut wirksamen Repellents machen.

d) Die Kik-Anstriche erwiesen sich als sehr schweißbeständig. Zeitweise schwitzten die Versuchspersonen, besonders in den Zwi-

schenzeiten, stark, und trotzdem ging die Wirkung bei der nächsten Exposition nicht zurück.

e) Vergleichen wir die mit dem Kik erhaltenen Abhaltezeiten mit denen des besten amerikanischen Repellent 6—22, so können wir feststellen, daß das Kik mindestens ebenso gute Zeiten ergibt. Außerdem hat es gegenüber 6—22 noch einige Vorteile, unter denen wir zwei anführen möchten. Während der Hautanstrich mit 6—22 lange Zeit klebrig und ölig bleibt und sich unangenehm anfühlt, ist ein Kik-Belag innert ganz kurzer Zeit trocken; man kann mit den bestrichenen Händen ohne weiteres Papier anrühren, ohne unschöne Fettflecke zu hinterlassen. 6—22 reizt die Schleimhäute der Augen stark, Kik nur minim.

2. Kik-Versuche mit Stechmücken in den Neudörfler Sümpfen im Elsaß.

Nachdem das Kik in Argentinien in seinen Grundprinzipien entwickelt worden war, machten wir im Verlaufe des Sommers 1948 noch mehrere Freilandversuche in verschiedenen anderen Mücken-gegenden.

Als Beispiel seien die Ergebnisse aus dem Elsaß angeführt. In den Auenwäldern und Büschen der Neudörfler Sümpfe hielten sich große Mengen Aediden und Culiciden auf, die ungeschützte Personen in Schwärmen anfielen. Die Versuche wurden mit 5—6 Versuchspersonen ausgeführt. (Anstrich: Bein 3 cm³, Arm 1,5 cm³, Gesicht und Nacken 1 cm³, also etwas mehr als ein Halbnormalanstrich.)

Die *absolut stichfreien Zeiten*, die in den Versuchen erhalten worden sind, waren an 5—6 Versuchspersonen als Mittelwerte berechnet, folgende:

	unterster Wert	oberster Wert	Mittel
1. Versuch Kik	5 h 5'	7 h 30'	6 h 25'
2. » »	4 h 15'	4 h 45'	4 h 30'
3. » »	4 h 30'	7 h	6 h 10'
4. » »	5 h 10'	7 h 10'	6 h 33'
5. » »	4 h 15'	5 h 00'	4 h 42'
6. » »	4 h 30'	7 h	6 h 00'
30%iges Dimethylphthalat	1. Stich nach 5', völlig ausgefallen nach 20'		
	1. Stich nach 8', völlig ausgefallen nach 30'		

Die Dauer der stichfreien Zeit beim Kik war auch in diesen Versuchen abhängig vom Individuum.

Die Abhaltezeit von 30%igem Dimethylphthalat (das in der Schweiz als Handelsprodukt vertrieben wird), war gegenüber den im Versuchsgebiete vorhandenen Mücken praktisch ungenügend, eine Bestätigung der Ergebnisse von Versuchen in Schmerikon am Zürichsee.

3. *Verschiedene Meldungen aus der Praxis.*

Im Sommer 1948 hatten wir mehrmals Gelegenheit, Kik an verschiedene Personen abzugeben, damit dasselbe unter normalen Praxisverhältnissen ausprobiert würde. Von zuverlässigen Versuchsanstellern sind uns einige Berichte zugegangen, die hier auszugsweise wiedergegeben seien.

Frl. Dr. M., Tierärztin, Basel.

Sie erprobte das Kik anlässlich einer Paddelboot-Ferienreise in der Gegend von Avignon, rhoneabwärts bis zum Meer.

«Das ganze Gebiet der Rhone von oberhalb Lyon bis ans Meer, besonders aber der Teil von Avignon abwärts, ist als stark mit Mücken verseuchtes Gelände bekannt. Auch dieses Jahr (1948) waren die Mücken sehr aufsässig. Sobald man vom Paddelboot an Land stieg, wurde man von großen Schwärmen angefallen und war in wenigen Minuten am ganzen Körper verstoßen. Wir verwendeten Kik regelmäßig bei der Landung. Die Wirkung war ausgezeichnet. Die Mücken setzten sich wohl hie und da noch auf die Haut, stachen aber nicht mehr. Der Schutz betraf jedoch nur die mit Kik direkt behandelten Hautstellen. Bei unsorgfältiger Behandlung freigelassene Körperstellen wurden von den Mücken schnell gefunden und verstoßen.»

Herren K. und U., Basel.

«In den Oasen von Biskra, Touggourt und Ouargla kamen wir hauptsächlich mit Stechmücken in Berührung. Das Kik erwies sich zum Abhalten der Mücken als sehr zuverlässig. Abends einmal eingestrichen, genügte der Anstrich, um während der ganzen Nacht vor Stichen verschont zu bleiben. Probeweise nicht behandelt, zählte ich eines Morgens an einem Arm, der unbedeckt war, genau 30 Stiche.»

Prof. B., Faculté de Médecine de Paris, Laborat. d'Histologie, Paris.

Prof. B. hat während eines Aufenthaltes in Banyuls s. Mer und Canargie in Afrika, vom 31. August bis 4. September 1948 unser Kik gegen Mücken ausprobiert und dabei folgendes gefunden:

«Il résulte que la durée d'action du Kik est limitée à 5 ou 6 heures», eine Beobachtung, die mit unseren Resultaten gut übereinstimmt.

4. Biologische Freilandbeobachtungen über das Verhalten der Mücken gegenüber einem Kik-Belag auf der Haut.

a) Vergrämung der Mücken.

An den verschiedenen Versuchsorten konnten wir immer wieder folgende Beobachtung machen: Begab man sich in das stark mit Mücken besetzte Gebiet (Wald, Auenwald, Gebüsch), dann schreckte man die auf den Gräsern und Büschen sitzenden Mücken links und rechts vom Wege auf eine Distanz von 1,5—2 m auf. Die Weibchen fliegen zielgerichtet gegen die sich bewegende Person zu. Geht man langsam weiter, so wird man kurze Zeit verfolgt, dann lassen sich die Mücken aber meist wieder in das Gras oder auf die Blätter von Sträuchern nieder. Bleibt man stehen, dann wird man von den Mücken sofort wieder in mehr oder weniger großer Zahl umschwärmt. Liegt kein Repellentanstrich vor, so fallen einen die Mücken unverzüglich an und stechen. Trägt man dagegen einen frischen oder bis zu mehrere Stunden alten Kik-Belag, dann wird man von den Mücken in der ersten Zeit wohl stark umschwärmt, doch vermindert sich ihre Zahl zusehends. Aus vielen solchen Beobachtungen sei eine besonders charakteristische aus den Versuchen von Schmerikon herausgegriffen.

Anstrich: 9 Uhr.

- 10 h 10 in den Wald gegangen, sofort von sehr vielen Mücken umschwärmt;
- 10 h 20 der Schwarm hat sich ganz bedeutend gelichtet;
- 10 h 25 nur noch vereinzelt Mücken vorhanden;
- 10 h 28 keine die Versuchspersonen umschwärmenden Mücken zu sehen;
- bis 11 h am selben Ort verblieben. Hie und da fliegt eine einzelne Mücke heran und schwärmt um die Versuchsperson. Nach 30'' bis 1' verläßt sie dieselbe aber wieder und setzt sich in der Nähe auf ein Blatt oder ähnliches nieder.

So darf man wohl mit Recht schließen, daß der Duftbereich des Menschen durch den Kik-Anstrich irgendwie verändert wird, was eine Vergrämung der Mücken zur Folge hat. Die Mücken werden zwar durch die beim Gehen hervorgerufene Erschütterung und möglicherweise auch durch die Bewegung, evtl. durch Wärmereize, zum Menschen gelockt. Durch den Repellentanstrich werden sie dann aber von direkten Angriffen abgehalten, indem der Mensch nach einigem Umschwärmen durch die Mücken seine normal vorhandenen attraktiven Eigenschaften verliert und die Mücken sich in die nähere Umgebung verziehen. Begibt man sich nun einige Meter weiter, dann beginnt das Spiel von neuem wie am ersten

Standorte, bis der Schwarm nach kurzer Zeit wiederum verschwindet. Beim Austesten der Repellents im Freilandversuche mußte dieses Verhalten berücksichtigt werden, indem man sich von Zeit zu Zeit jeweils an einem neuen Orte zur Exposition aufstellte.

b) *Distanzwirkung des Kik.*

Noch ein 4 oder 5 Stunden alter Kik-Belag auf der Menschenhaut besitzt für die angreifenden Mücken eine ausgesprochene Distanzwirkung und wird von ihnen nur in Entfernungen von 10—20 cm umschwärmt. Nur in ganz seltenen Fällen fliegt eine Mücke auf die Haut. Bei älteren Belägen wird der Anflug häufiger. Man ist also mit dem Kik-Anstrich, auch wenn man sich in großen Mückenschwärmen befindet, lange Zeit praktisch nicht belästigt, was besonders im Gesichte sehr angenehm empfunden wird. Es scheint um die mit Kik bestrichenen Glieder eine Dunstatmosphäre zu herrschen, die zu durchfliegen den Mücken unangenehm ist. Bei einem frischen Anstrich reicht sie verhältnismäßig weit und nimmt dann im Verlaufe der Zeit langsam ab. Später fliegen die Mücken die Haut an, mit den Extremitäten den Belag berührend, um dann aber meistens fluchtartig wieder davonzufiegen. Wir hatten vielfach Gelegenheit, solche Mücken, insbesondere *Culex pipiens* und *Aedes vexans*, nach diesem tuschierenden Anflug zu beobachten. Nach der Berührung und dem fluchtartigen Rückflug setzten sich die Mücken irgendwo auf Gräser oder Blätter nieder. Hier putzten sie sich die Beine, vielfach auch den Rüssel und die Palpen, und zwar auffallend und oft lange. Man erhält den Eindruck, daß die Tiere durch die Berührung irgendwie gereizt worden sind. Neue Angriffe führten diese Tiere in keinem der beobachteten Fälle aus. Kurz vor dem Ausfallen des Belages setzten sich die Mücken direkt auf die Haut. Dann schleppen sie tastend und laufend ihren Rüssel über den Belag und scheinen eine Stelle für den Stich zu suchen. In vielen Fällen halten sie im Laufen an und putzen Rüssel und Beine, fliegen dann aber weg oder beginnen von neuem nach einer geeigneten Stichstelle zu suchen. Erfolgt ein Stich, dann hat man oft den Eindruck, daß derselbe zuerst zögernd geschehe. Es kommt auch vor, daß verschiedene Stichversuche ausgeführt werden, bevor der eigentliche Langstich erfolgt.

Interessant war das Verhalten der Mücken gegenüber dem *Dimethylphthalat* (30%ig) bei den Versuchen in Schmerikon und in den Neudörfler Sümpfen. Es zeigte sich, daß dem Dimethylphthalat weder eine Vergrämung noch eine Distanzwirkung zukommt. Kurze Zeit nach dem Anstrich flogen die Mücken bereits auf den Belag, ihn z. T. allerdings wieder fluchtartig verlassend; z. T. aber

setzten sie sich auf die Haare der Beine und Arme, um von hier aus die Stiche in die Haut auszuführen. Nach 10—15 Minuten flogen sie schon direkt auf die Haut und führten Stichversuche und bald darauf Saugstiche aus. Das Dimethylphthalat besitzt somit bei den vorhandenen Mückenpopulationen keine Distanzwirkung und nur eine sehr geringe Repellentwirkung.

c) *Verhalten der einzelnen Mückenarten gegenüber einem Kik-Belag.*

In allen Freilandversuchen zeigte sich, daß die Kik-Anstriche unter den jeweils vorhandenen Mückenpopulationen etwa in gleichem Maße auf die einzelnen Arten wirkten. Der Ausfall oder die ersten Stiche wurden nicht durch einzelne Mückenarten bedingt, sondern sowohl bei den ersten Stichen wie auch bei den Totalausfällen waren alle jeweils im Gebiete vorhandenen Arten beteiligt. Wir dürfen demnach sagen, daß das Kik eine gute Repellentwirkung gegenüber folgenden Stechmücken ausübt:

1. *Aedes aegypti*, Laborversuche
 2. *Psorophora ferox*
 3. » *bruchi*
 4. » *varipes*
 5. *Culex pipiens*
 6. *Aedes vexans*
 7. *Anopheles maculipennis*, Schmerikon
- } Argentinien
- } Schmerikon, Neudörfler Sümpfe

Vertreter aus den Gattungen:

Culex und *Mansonia* in Argentinien.

Unser neues Repellent Kik scheint demzufolge eine recht gute Wirkungsbreite bei den Mücken der gemäßigten Zonen zu besitzen.

D. Repellentwirkung und Hautresorption.

Anläßlich unserer Testversuche im Labor und Freiland kamen wir zur Ueberzeugung, daß das Auffinden eines Repellent an sich nicht die Hauptschwierigkeit bildet. Unsere Labortiere, *Stomoxys* und *Aedes aegypti*, ließen sich durch verhältnismäßig viele, chemisch nicht näher verwandte Substanzen vom Stechakte abhalten. *Viel schwieriger dagegen ist es, ein Repellent mit genügend langer Abhaltewirkung zu finden.*

Die Wirkungsdauer eines jeden Repellents scheint zeitlich ziemlich eng begrenzt, in erster Linie als Folge des *Resorptionsvermögens durch die menschliche Haut*. Solange es nicht gelingt, diese Resorption durch irgendwelche Maßnahmen zu unterbinden oder

doch wesentlich zu verringern, wird die Wirkungsdauer von Repellents — wie unsere Erfahrungen zeigen — ganz allgemein mit etwa 6—10 Std. begrenzt sein. Offenbar sind auch die amerikanischen Laboratorien, die sich seit einigen Jahren mit Repellentproblemen befassen, zu denselben Ergebnissen gelangt. Auf allen neueren, im Handel vertriebenen amerikanischen Repellents wird die Wirkungsdauer mit 6—10 Std. angegeben.

Die Resorptionsfähigkeit der Haut gegenüber den Repellents ist nicht bei allen Menschen dieselbe. Ferner ist sie bei ein und demselben Individuum sehr unterschiedlich, je nach der in Frage stehenden Hautpartie. So ist beispielsweise von medizinisch-pharmazeutischer Seite bekannt, daß Medikamente auf der Unterseite des Armes oder an der Kniekehle besonders rasch resorbiert werden. Diese Tatsache stimmt sehr gut mit unseren Beobachtungen überein, wo bei Freilandversuchen sehr häufig die ersten Stiche in der Kniekehle, am Ellenbogengelenk, auf dem Handrücken, im Nacken und anderen rasch resorbierenden Hautstellen festzustellen waren.

Die in unseren Laborversuchen ermittelten Repellentzeiten können indirekt gewisse Anhaltspunkte liefern über das Ausmaß der individuellen Unterschiede im Resorptionsvermögen der menschlichen Haut. Während z. B. im *Aedes*-Labortest mit unserem Repellent Kik die Armunterseite der Versuchsperson L. nach rund 6 Stunden gestochen wurde und die Armoberseite nach rund 8 Std. noch stichfrei blieb, fielen die entsprechenden Repellentzeiten bei der Versuchsperson F. stark zurück auf nur 4—6 Std. Bei der Versuchsperson W. schließlich waren sowohl Armunterseite wie -oberseite nach 8 Std. stets noch stichfrei. Auch bei der Prüfung anderer Repellents waren bei den genannten 3 Versuchspersonen in der Wirkungsdauer entsprechende Stufen zu beobachten. F., L. und W. können als Durchschnittspersonen angesehen werden, wobei F. eine *starke* Hautresorption aufweist (wie sie vor allem bei Kindern und Jugendlichen festzustellen ist), während bei L. eine *mittlere* und bei W. eine *geringe* Resorptionsfähigkeit vorliegt. Zwei Fälle mit sehr guten Repellentzeiten — und entsprechend sehr geringer Hautresorption — wurden uns aus dem Schweiz. Tropeninstitut mitgeteilt. Herr E. bekam in eingehenden Versuchen für seine Armunter- und -oberseite überraschenderweise stichfreie Zeiten von 24—32 Stunden. Ähnlich verhielt es sich bei einem zweiten Tester des genannten Institutes, Herrn G. Voraussetzung für diese guten Zeiten war allerdings die Vorsichtsmaßnahme, daß der Kik-Belag auf der Haut frei lag und nicht durch einen darübergezogenen Ärmelstoff mechanisch abgerieben werden konnte.

Während normalerweise ein Kik-Belag wenige Minuten nach dem Verstreichen auf der Haut unsichtbar wird und nur noch am schwachen Geruch wahrgenommen werden kann, so ist bei E. und G. eine Kik-behandelte (vor mechanischem Abreiben geschützte) Hautstelle nach 20—24 Stunden noch durch ein leicht fettig-glänzendes Aussehen deutlich erkennbar. Offenbar ist hier eine Resorption der Kik-Wirksamsubstanz fast völlig unterblieben; die direkte Folge davon ist die außerordentlich gute, lang dauernde Abhaltewirkung des Repellent. Soweit wir nach den Ergebnissen unserer Versuchspersonen und nach zahlreichen Rückmeldungen aus der Praxis beurteilen können, scheint es sich bei E. und G. um einen verhältnismäßig seltenen Fall mit sehr geringem Hautresorptionsvermögen zu handeln.

Ergänzend sei noch erwähnt, daß es bei unseren Versuchspersonen für die Ermittlung der Repellentzeiten keine Rolle spielte, ob die behandelte Hautpartie frei lag oder durch Kleiderstoffe bedeckt war. Da das Kik bei der Mehrzahl der Menschen ziemlich rasch in die Oberhaut eindringt, im Gegensatz zu dem bei E. und G. vertretenen Hauttypus, ist es einem mechanischen Abreiben nach kurzer Zeit nicht mehr zugänglich.

Einen kleinen, recht anschaulichen Beitrag zu den eben behandelten Zusammenhängen zwischen Hautresorption und verschiedenen langer Repellentwirkung können noch die folgenden Beobachtungen bringen. Im Repellent Kik wurde eine Spur einer stark fluoreszierenden Substanz gelöst. Unsere Versuche gingen von folgender Ueberlegung aus: Falls die Fluoreszenzsubstanz im gleichen Verhältnis und gleich schnell von der Haut der Versuchsperson resorbiert wird wie die Kik-Wirksamsubstanz, dann könnte die zunehmende Verminderung der Fluoreszenz als direkt sichtbarer Maßstab für die Resorptionsfähigkeit der Haut, resp. für die allmähliche Verminderung der Repellentwirkung gelten. Nach Ausfall der Versuche scheint nun tatsächlich diese Voraussetzung weitgehend gegeben zu sein. Bei allen drei zu den Versuchen verwendeten Personen, F., L. und W., trat die Fluoreszenzabnahme auf der Armunterseite bedeutend früher auf als auf der Armoberseite, also ganz entsprechend dem frühzeitigeren Unwirksamwerden der Repellentsubstanz auf der Armunterseite. Außerdem bestanden in der Stärke der Fluoreszenz mit zunehmender Zeit zwischen den 3 Versuchspersonen deutliche Unterschiede, besonders anschaulich bei F. und W. Während beispielsweise bei F. 5 Stunden nach dem Repellentanstrich auf der Armunterseite nichts mehr und auf der Armoberseite nur noch ein schwacher Schimmer zu sehen war, zeigte sich bei W. die Armoberseite noch in deutlich leuchtender

Fluoreszenz, und auch auf der Armunterseite war noch ein schwacher Schimmer zu sehen. 9 Stunden später war bei F. nirgends mehr eine Fluoreszenz festzustellen, während bei W. auf der Armoberseite immer noch ein mittleres Leuchten zu sehen war. Sehr interessant war das Ergebnis bei Herren E. und G., die sich verdankenswerter Weise für einen Versuch zur Verfügung stellten. 20 Stunden nach dem Kik-Anstrich (der Belag war vor dem mechanischen Abreiben durch einen steifen Kartonärmel geschützt worden) leuchtete sowohl Armoberseite wie -unterseite (letztere etwas schwächer) in intensiver Fluoreszenz, etwa gleich stark wie ein 1—2stündiger Belag einer Durchschnittsperson⁴.

Die angeführten Versuche und Beobachtungen lassen darauf schließen, daß für die verhältnismäßig *eng begrenzte Wirkungs-dauer* eines an sich guten Repellents wohl in erster Linie seine *Resorption durch die menschliche Haut* verantwortlich zu machen ist.

E. *Repellentwirkung von Kik gegenüber verschiedenen anderen Insekten.*

1. *Versuche mit Musca domestica, Stomoxys calcitrans und Aedes aegypti.*

Wie sich aus den Beobachtungen im Freiland ergab, ist das stichfreie Zeitintervall noch nicht identisch mit einem völligen Ausfall der Repellentwirkung. Infolge der individuell verschiedenen Empfindlichkeit der Insekten gegenüber dem betreffenden Repellent wird in diesem Zeitpunkt noch eine mehr oder weniger große Zahl der Tiere vom Stechen abgehalten. Es interessierte uns nun, die mit fortschreitender Zeit allmählich abnehmende Wirk-

⁴ Unter Berücksichtigung des geringen Hautresorptionsvermögens von E. und G. wird auch die folgende, mit unseren eigenen Erfahrungen nicht ganz übereinstimmende Beobachtung erklärlich. Bei unseren Versuchspersonen erfolgten die ersten Stiche stets auf der Arm-Unterseite, und zwar unabhängig von der jeweiligen Beleuchtung. Bei E. und G. dagegen waren die ersten Stiche gleichmäßig auf dem ganzen Arm festzustellen; dabei wurde allerdings immer die dunklere, vom Licht nicht direkt getroffene Seite von den stechenden Mücken bevorzugt. Dieser scheinbare Widerspruch läßt sich jedoch zwanglos erklären. Da bei unseren Versuchspersonen die Resorption des Repellent und infolgedessen sein Unwirksamwerden auf der Unterseite bedeutend rascher erfolgt, wählen die Mücken diese Seite immer zuerst zum Stechen, auch entgegen ihrer allgemeinen Dunkelbevorzugung. Bei Menschen mit nur langsam resorbierendem Hauttypus, wie E. und G., verschwindet der Repellentbelag auf der Arm-Unterseite nur unwesentlich rascher als auf der Oberseite (Fluoreszenzversuch), so daß beide Flächen etwa zu gleicher Zeit ihre Abhaltewirkung verlieren. In diesem Falle wird von den Mücken stets die beliebtere, vom Licht abgewandte Seite für den Stechakt vorgezogen.

samkeit des Repellent Kik im Laborversuch zahlenmäßig festzulegen. Entsprechende Versuchsserien wurden durchgeführt mit *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans* und *Aedes aegypti*. Der mit 0,5 ccm Kik behandelte Unterarm der Versuchsperson L. wurde in gewissen Zeitabständen in einem größeren Kasten den betreffenden Insekten dargeboten. Ihr Verhalten wurde beobachtet und mit demjenigen gegenüber einem Kontrollarm verglichen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen II—IV niedergelegt.

a) *Musca domestica*.

Ganz allgemein verhalten sich die in ihrer Nahrungswahl wenig spezialisierten *Musca* gegenüber Repellents viel indifferenter als die blutsaugenden Insekten; sie sind infolgedessen viel schwerer von ihrer oft sehr lästig fallenden Zudringlichkeit abzuhalten. Wie sich schon aus Beobachtungen im Freiland ergab, ist die Repellentwirkung von Kik gegenüber *Musca domestica* nicht sehr befriedigend. Schon wenige Minuten nach einem Kik-Anstrich kann man von der einen oder anderen Fliege angefliegen oder kurz aufgesucht werden. Die in Tabelle II zusammengestellten Versuchsergebnisse zeigen jedoch, daß dem Kik streng genommen noch nach mehreren Stunden eine gewisse Repellentwirkung zugesprochen werden muß. Ein Kontrollarm wird von den *Musca* bald angefliegen, wobei die einzelnen Tiere längere Zeit verweilen und suchend oder rüsselnd auf der Haut herumlaufen. Nur ein ganz kleiner Teil, rund 2—5% der reagierenden Tiere fliegt nach dem Absitzen sofort wieder weg. Wird der frisch behandelte Kik-Arm (5—10 Minuten nach dem Anstrich) in den Versuchskasten gehalten, so zeigt sich eine sehr deutliche Repellentwirkung. 85% der anfliegenden Tiere ergreifen nach momentanem Absitzen oder nachdem sie fliegend die Haut gestreift haben, wiederum die Flucht, während rund 15% eine Zeitlang auf dem Arm herumlaufen. Bei diesem Herumlaufen wurden aber nur ganz kurze Strecken oder wenige Schritte zurückgelegt. Der ein bis zwei Stunden zuvor behandelte Kik-Arm weist schon eine wesentlich schlechtere Repellentwirkung auf. Rund die Hälfte der reagierenden Tiere laufen auf dem Arm herum, die meisten allerdings immer noch deutlich kürzer als auf dem Kontrollarm. Auf einem 4stündigen Kik-Belag endlich laufen schon rund $\frac{3}{4}$ der reagierenden Tiere auf der behandelten Haut, teils länger, teils kürzer, während nur noch $\frac{1}{4}$ sofort die Flucht ergreift. Erst 6—7 Stunden nach dem Anstrich ist im Vergleich zur Kontrolle kein Unterschied mehr festzustellen.

Es ergab sich somit, daß das Kik auch gegenüber *Musca* eine zahlenmäßig faßbare Repellentwirkung aufweist. Da sich aber von

Anfang an eine gewisse Zahl von Tieren nicht davon abhalten läßt auf einer mit Kik behandelten Hautfläche herumzulaufen (und sollte es auch nur einige Sekunden dauern), so empfindet man dies eben doch schon als Belästigung. Praktisch ist somit dem Kik gegenüber *Musca* kein allzu großer Repellentschutz zuzumessen.

TABELLE II.

Wirkungsdauer von Kik gegenüber Musca domestica.
 Versuchsperson L., Unterarm mit 0,5 cm³ Kik behandelt.
 Dauer des Einzelversuches 2 Minuten.

Zeit nach Kik-Anstrich	Anzahl der Versuche	Kontroll-Arm			Kik-Arm		
		Zahl der reagierenden Tiere (beobachtet je 2 Min.)	Verhalten der reagierenden Tiere (in %)		Zahl der reagierenden Tiere (beobachtet je 2 Min.)	Verhalten der reagierenden Tiere (in %)	
			Laufen	Fliegend-Berühren resp. kurzes Absitzen		Laufen	Fliegend-Berühren resp. kurzes Absitzen
5-10 Minuten	2	45	95-100 0%	0% -5%	32	15 ⁰ / ₀	85 ⁰ / ₀
1 Stunde	5	101			87	46 ⁰ / ₀	54 ⁰ / ₀
2 Stunden	6	145			111	53 ⁰ / ₀	47 ⁰ / ₀
4 Stunden	5	107			62	74 ⁰ / ₀	26 ⁰ / ₀
6-7 Stunden	5	130			132	93 ⁰ / ₀	7 ⁰ / ₀

b) Versuche mit *Stomoxys calcitrans*.

Die Repellentwirkung von Kik gegenüber *Stomoxys* spielt für den Menschen zwar keine große Rolle, da die Wadenstecher hauptsächlich Vieh als Blutspender aufsuchen. Sie halten sich meistens im Innern von Tierställen auf und kommen erst im Herbst mit zunehmendem Temperaturrückgang gelegentlich in die warmen menschlichen Wohnungen. Von einer eigentlichen Plage für den Menschen kann in unseren Breiten deshalb nicht gesprochen werden. So war es daher eher von theoretischem Interesse, auch für *Stomoxys* genaue Abhaltezeiten festzulegen. Da die Stiche von *Stomoxys* ziemlich schmerzhaft sind, ist die Durchführung der Versuche nicht sehr angenehm, um so mehr, als vergleichbarer Ergebnisse wegen immer dieselbe Versuchsperson zugezogen werden mußte. So ist das erhaltene Zahlenmaterial nicht sehr groß und muß entsprechend als Durchschnittswerte bemessen werden.

Mit fortschreitender Abnahme der Repellentwirkung von Kik kann bei *Stomoxys* ein ganz charakteristisches Verhalten beobachtet werden. Aehnlich wie die Stechmücken bewahren auch die *Stomoxys* bei stärkster Repellentwirkung Distanz und umkreisen

den behandelten Arm nur in gewisser Entfernung. Dann kommt das Stadium des «Fliegend-Berührens» und des sich für einen Augenblick Niederlassens. Darauf folgt ein kürzeres oder auch längeres Laufen auf dem behandelten Arm, jedoch stets mit zurückgeschlagenem Rüssel. Wird die Repellentwirkung noch schwächer empfunden, dann beobachtet man zum erstenmal ein Rüsselstrecken der auf der Haut laufenden Tiere. Der Rüssel wird jedoch schon nach der leisesten Berührung mit der Haut oder nach einigen Suchbewegungen wieder zurückgeschlagen, ohne daß ein Einstich erfolgt (keine Schmerzempfindung!). Im nächsten Stadium endlich erfolgen die ersten Stichversuche: der Rüssel wird entweder nach einem kurzen oberflächlichen Durchstechen der Haut sofort zurückgezogen oder aber erst nach einer kurzen Zeit, wobei oft ausgesprochene Saugbewegungen ausgeführt werden. In beiden Fällen wird augenblicklich eine Schmerzempfindung gespürt. Eine eigentliche Quaddel trat bei der Person L. nur im zweiten Falle auf. Im letzten Stadium, bei welchem von einer Repellentwirkung nicht mehr gesprochen werden kann, können erstmals wirkliche, lang andauernde Stiche beobachtet werden. Im einzelnen treten bei *Stomoxys*, wie schon erwähnt wurde, ziemlich große, individuelle Unterschiede auf.

Aus der Tabelle III ist zu ersehen, daß nicht alle einen unbehandelten Kontrollarm anfliegenden *Stomoxys* auch stechlustig sind; nur etwas mehr als die Hälfte von ihnen stachen, die anderen liefen einige Zeit auf dem Arm herum, um schließlich unverrichteter Dinge wieder abzufliegen. Stichversuche wurden nie gemacht. Auf dem frisch gestrichenen Kik-Arm (5—10% Minuten alt) ergriffen die allermeisten der anfliegenden Tiere sofort wieder die Flucht, ein kleiner Teil lief kurze Zeit auf der Haut herum (vereinzelt mit Rüsselstrecken), während rund 10% der Tiere Stichversuche machten. Da auch die kürzesten Stichversuche schon eine ausgesprochene und unangenehme Schmerzempfindung hervorrufen, so können wir dem Kik gegenüber *Stomoxys* ebenfalls keinen absoluten Repellentschutz zusprechen. Innerhalb der ersten Stunden ist der erreichte Schutz allerdings recht beträchtlich, da ganz erheblich weniger Stichversuche, resp. Stiche erhalten wurden als am Kontrollarm. Auch 4—7 Stunden alte Kik-Beläge wiesen noch eine gewisse Repellentwirkung auf; es konnten nur rund halb so viele Stiche gezählt werden, wie bei der Kontrolle. Obwohl uns keine eigenen Erfahrungen vorliegen, scheint es auf Grund unserer Beobachtungen mit *Aedes* nicht unwahrscheinlich, daß im Freiland auch gegenüber *Stomoxys* vermutlich ein absoluter Schutz während der ersten Stunden zu erreichen sein wird; denn im Freien

TABELLE III.

Wirkungsdauer von Kik gegenüber *Stomoxys calcitrans*.
 Versuchsperson L., Unterarm mit 0,5 cm³ Kik behandelt.
 Dauer des Einzelversuches 2 Minuten.

Zeit nach Kik- Anstrich	Anzahl der Ver- suche	Kontroll-Arm			Kik-Arm				
		Zahl der reagieren- den Tiere (beobachtet je 2 Min.)	Verhalten der reagieren- den Tiere (in %)		Zahl der reagieren- den Tiere (beobachtet je 2 Min.)	Verhalten der reagieren- den Tiere (in %)			
			Laufen ohne Stechen	Stich		Fliegend- Berühren resp. kurzes Absitzen	Laufen ohne Stechen	Stich- ver- suche	Stich
5-10 Minuten	2	—	} 43 ⁰ / ₀	} 57 ⁰ / ₀	45	71 ⁰ / ₀	18 ⁰ / ₀	11 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀
1 Stunde	4	22			28	83 ⁰ / ₀	14 ⁰ / ₀	3 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀
2 Stunden	5	53			47	71 ⁰ / ₀	19 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	10 ⁰ / ₀
4 Stunden	5	37			39	25 ⁰ / ₀	44 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	31 ⁰ / ₀
6-7 Stunden	6	50			66	0 ⁰ / ₀	73 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	27 ⁰ / ₀

sind die anfliegenden und suchenden *Stomoxys* nicht auf die behandelte Hautpartie allein angewiesen (wie im Laborversuch), sondern die Tiere werden beim geringsten Unbehagen, vermutlich ohne zu stechen, weiterfliegen und ein unbehandeltes Opfer suchen.

c) Versuche mit *Aedes aegypti*.

Aedes ist gegenüber dem Repellent Kik bedeutend empfindlicher als *Stomoxys* und *Musca*, so daß sich entsprechend längere Abhaltezeiten ergaben. Bei *Aedes* kann mit fortschreitender Abnahme der Repellentwirkung auch im Laborversuch ein ganz ähnliches Verhalten wie im Freien beobachtet werden: Ferndistanz. Nahdistanz, «Fliegend-Berühren» oder momentanes Absitzen und sofortige Flucht, Absitzen mit kürzerem oder längerem Stichversuch, Stich. Im Gegensatz zu *Stomoxys* wird kein Laufen auf dem Arm beobachtet und ein Absitzen ohne Stichversuch nur ganz vereinzelt. Eine *Aedes*, die sich auf der Haut niederläßt, reagiert in den meisten Fällen unmittelbar darauf mit einem Einstechen des Rüssels. Auch wenn es sich dabei nur um einen momentanen Stichversuch handelt, entsteht auf der Haut eine Rötung mit nachfolgendem Juckreiz. Eine eigentliche Quaddel bildet sich nur bei einem etwas längeren Stichversuch oder richtigen Stich. Da die Armunterseite, entsprechend der rascheren Resorption des Repellent, wesentlich früher angegangen wird als die Armoberseite, so wurden die Versuche getrennt durchgeführt (Versuchsperson L.). Von den in sehr großer Zahl gemachten Versuchen konnte in der Tabelle IV jedoch nur ein kleiner Teil verwertet werden, da

meistens die Zahl der anfliegenden, resp. stechenden Tiere nur geschätzt, und nicht genau festgehalten worden ist. Die gemachten Beobachtungen beziehen sich somit auf ein bedeutend größeres Zahlenmaterial als das, welches in Tabelle IV gegeben ist.

TABELLE IV.

Wirkungsdauer von Kik gegenüber Aedes aegypti.
 Versuchsperson L., Unterarm mit 0,5 cm³ Kik behandelt.
 Dauer des Einzelversuches 2 Minuten.

Zeit nach Kik-Anstrich	Anzahl der Versuche	Kontroll-Arm			Kik-Arm			
		Zahl der reagierenden Tiere	Verhalten der reagierenden Tiere (in %)		Zahl der reagierenden Tiere	Verhalten der reagierenden Tiere (in %)		
			Fliegend-Berühren resp. kurzes Absitzen	Stich		Fliegend-Berühren resp. kurzes Absitzen	Stichversuche	Stich
<i>Arm-Unterseite</i>								
0-2 Stunden	viele	—	} 4 ⁰ / ₀	} 96 ⁰ / ₀	Distanz	0 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀
3 Stunden	4	58			6	100 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀
6-7 Stunden	4	37			56	77 ⁰ / ₀	2 ⁰ / ₀	21 ⁰ / ₀
8 Stunden	1	35			13	23 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	77 ⁰ / ₀
<i>Arm-Oberseite</i>								
3-8 Stunden	viele	—	}	}	—	100 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀
9-10 Stunden	2	11			14	64 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	36 ⁰ / ₀

Während der ersten zwei Stunden beobachtet man auf der *Armunterseite* eine absolute Distanzwirkung, nach 3—4 Stunden wird der Arm von verschiedenen Aedes anfliegend berührt oder sie lassen sich kurz nieder, während die große Mehrzahl immer noch Distanz bewahrt. Nach 6—7 Std. werden immer noch die meisten der anfliegenden Tiere nach kurzem Berühren der Haut zur Flucht veranlaßt; die andern, rund $\frac{1}{3}$, lassen sich zum Stechen nieder. Ein 8stündiger Unterseitenbelag endlich hat seine Repellentwirkung praktisch eingebüßt, indem ca. 80% der anfliegenden Tiere stechen (Kontrolle rund 96%).

Die *Armoberseite* war nach 8 Stunden stets noch stichfrei und wurde von den anfliegenden Tieren nur rasch berührt oder nach momentanem Absitzen wieder verlassen. Mit 9—10 Std. beginnt die Repellentwirkung nachzulassen, indem jetzt rund $\frac{1}{3}$ der anfliegenden Aedes sich niederlassen und stechen. Mit etwa 11—12

Stunden scheint bei der Versuchsperson L. die Grenze der Schutzwirkung auf der Armoberseite erreicht zu sein.

2. Versuche mit *Anopheles quadrimaculatus* und *Glossina palpalis*.

Mit *Anopheles quadrimaculatus* wurden nur einige orientierende Versuche unternommen, die verdankenswerter Weise im Schweizerischen Tropeninstitut durchgeführt werden konnten. Es ergab sich, daß auch ein frischer Kik-Belag bei der Versuchsperson L. keinen absoluten Schutz zu bieten vermag. Schon bei der ersten Prüfung (10—20 Minuten nach dem Anstrich) konnten vereinzelte Stiche gezählt werden. Drei Stunden später war immer noch eine gewisse, allerdings nicht mehr sehr ausgesprochene Repellentwirkung festzustellen⁵. *Anopheles quadrimaculatus* scheint somit dem Kik gegenüber bedeutend weniger empfindlich zu sein als *Aedes aegypti* und kann in dieser Hinsicht etwa *Stomoxys* gleichgestellt werden. Ob das Kik im Freien gegenüber *Anopheles quadrimaculatus* möglicherweise während einer gewissen Zeit einen absoluten Schutz gewähren kann, darüber können wir vorläufig nichts aussagen. Entsprechende Versuche müßten in Nordamerika, wo *Anopheles quadrimaculatus* heimisch ist, durchgeführt werden.

Auch für die *Tsetsefliege Glossina palpalis* liegen vorläufig keine Freilandbeobachtungen vor. Die im Tropeninstitut durchgeführten Versuche ergaben gegenüber diesen Tieren eine ungenügende Wirkung des Kik. Auch für *Glossina* müssen wir, bevor etwas Endgültiges ausgesagt werden kann, Meldungen aus dem Freiland abwarten.

3. Versuche mit *Tabaniden* (Freiland).

Da sich Bremsen nicht künstlich züchten lassen, konnten mit diesen Tieren keine Laborversuche durchgeführt werden. Unsere Erfahrungen beschränken sich deshalb auf gelegentliche Beobachtungen unserer einheimischen Bremsen unter natürlichen Verhältnissen im Freiland. Die nachfolgenden Versuche wurden von Herrn R. Wyniger, Cheflaborant unserer Abteilung, im Strandbad Ringgenberg, Blauseeli, in der Zeit vom 22. bis 27. 7. 1948 durchgeführt. Es standen 4 Versuchspersonen zur Verfügung, die individuelle

⁵ Bei Herrn E. (Tropeninstitut) konnte in zahlreichen Versuchen eine 26—31stündige absolute Schutzwirkung ermittelt werden (der Kik-Arm war vor mechanischem Abreiben geschützt). Da aber das Hautresorptionsvermögen von Herrn E. verhältnismäßig gering ist (vgl. S. 305), dürfen diese langen Repellent-Zeiten nicht als allgemein gültig betrachtet werden. Sie zeigen jedoch deutlich, daß die Kik-Substanz an sich auch gegenüber *Anopheles quadrimaculatus* eine ausgesprochene Repellentwirkung ausübt.

Badeanstriche ausführten. An Bremsen waren in großer Zahl vorhanden:

Haematopota pluvialis (Regenbremse), besonders angriffslustig.
Tabanus bromius (Rinderbremse).

Die Bremsen waren aktiv, und besonders nach dem Bade war die Belästigung sehr stark. An drei verschiedenen Tagen exponierten sich die 4 Versuchspersonen den Bremsen im Badeanzug; es ergaben sich stichfreie Zeiten von mindestens 2—2½ Stunden (länger wurde nicht geprüft), während die übrigen, nicht mit Kik behandelten Badegäste einer starken Belästigung durch die Bremsen ausgesetzt waren. Auch vor dem Anstrich mußten sich die Versuchspersonen der Bremsen erwehren. Nach der angegebenen Zeit nahmen die Versuchspersonen jeweils ein Bad, nach welchem die Wirkung des Repellent praktisch verschwunden war. Das Kik ist somit während einer Minimalzeit von 2—2½ Stunden ein gutes Bremsenrepellent. Wird das Kik nach einem Bade direkt auf den nassen Körper aufgetragen, so bildet sich hierbei ein schwach milchiger Belag, der aber nach dem Antrocknen unsichtbar wird. Der Anstrich erweist sich als sehr sparsam und bietet einen genügenden Repellentschutz.

4. Versuche mit *Ctenocephalides felis*.

Ctenocephalides felis, der Katzenfloh, ist im Angehen des Menschen ziemlich wählerisch. Wohl springt er den Menschen an, slicht meistens aber nicht oder doch nur vereinzelt. Unter mehr als 10 Personen, die zur Auswahl herangezogen wurden, erwies sich nur die Versuchsperson Wy. für unsere Versuche als geeignet. Bei ihr stachen ausnahmslos alle auf den dargebotenen Arm gesprungenen Flöhe unmittelbar danach und begannen zu saugen.

Auf dem Unterarm der Versuchsperson wurde 0,7 ccm Repellentlösung gleichmäßig verrieben. Die erste Prüfung fand 2½ bis 3½ Std. nach dem Anstrich statt. Wies das Mittel bei dieser Prüfung noch eine deutliche Repellentwirkung auf, so folgte eine zweite 5½ bis 6½ Std. und eine dritte 8 bis 8½ Std. nach Versuchsbeginn. Bei jeder Prüfung wurde das Verhalten der auf den Arm springenden Flöhe während einiger Minuten beobachtet. War die Repellentwirkung noch gut, so sprangen die meisten Flöhe — ohne zu stechen — sogleich oder nach kurzer Zeit wieder ab. War das Repellent den Flöhen in geringerem Maße unangenehm, so saßen sie — ebenfalls ohne zu stechen — still oder liefen suchend auf dem Arm herum. Erst bei ungenügendem Repellentschutz konnten Flohbisse festgestellt werden, sei es, daß die aufgesprungenen

Tiere sofort stachen, sei es, daß sie erst nach einigem Herumwandern eine ihnen zusagende Stichstelle fanden. Wie bei allen unseren Repellentprüfungen waren auch die Reaktionen der Flöhe öfters nicht einheitlich, indem die einen Individuen die Repellentwirkung noch als deutlich empfanden, was durch Herumlaufen oder Abspringen beantwortet wurde, während andere unverzüglich oder nach kurzer Zeit zu saugen anfangen.

Die Repellentwirkung der geprüften Substanzen wurde von uns als *gut* beurteilt, wenn *keine oder weniger als 5%* Stiche stattfanden, *mittel*, wenn *10—20%* der aufgesprungenen Flöhe stachen, und als ungenügend, wenn *25%* oder mehr Bisse erfolgten.

Da die Dauer der Repellentwirkung, wie dies schon mehrfach betont wurde, abhängig ist von der Hautbeschaffenheit der Versuchsperson, so dürfen die von uns gefundenen Abhaltezeiten nicht verallgemeinert werden; sie beziehen sich streng genommen nur auf die Versuchsperson Wy. Es kam uns aber nicht allein auf die absoluten Zeiten an, sondern vielmehr auf den Vergleich der einzelnen Produkte untereinander. In diesem Sinne möchten wir die Tabelle V gedeutet wissen. Zur vergleichenden Prüfung wurden herangezogen: die drei amerikanischen Repellents (Rutgers 6—12, 6—22 und NMRI 448), ferner Dimethylphthalat 95%—100%, Dimethylphthalat 30%, Kik Handelsprodukt und schließlich die drei Komponenten des Kik je einzeln (Tab. V).

Unser Repellent Kik weist gegenüber Katzenflöhen eine bessere, d. h. länger andauernde Repellentwirkung auf als die amerikanischen Vergleichsprodukte und Dimethylphthalat. Von den Einzelkomponenten des Kik dagegen reicht keine — trotz vergleichbarer Konzentrationen —, in ihrer Wirkung an diejenige des Normalkik heran.

Die bessere Wirkung des Normalkik deuten wir jedoch nicht als Folge eines sogenannten Synergismus der Einzelkomponenten (im Sinne von PIJOAN & JACHOWSKI), sondern als Folge einer rein physikalischen Verbesserung, indem das *Gemisch* der Komponenten offenbar weniger rasch von der Haut absorbiert wird als jede Komponente für sich allein. Worauf dies im einzelnen beruht, darüber läßt sich vorläufig nichts Sicheres aussagen.

Zum Schluß seien noch die Arbeiten von LINDUSKA, COCHRAN & MORTON erwähnt, in denen die Repellentzeiten von über 1000 Substanzen (u. a. auch 6—12, 6—22 und Dimethylphthalat) gegenüber Flöhen (*Ct. canis* & *felis*) untersucht wurden. Da die untersuchten Repellents nicht direkt auf die Haut, sondern auf damit imprägnierte Stoffstücke aufgetragen wurden, lassen sich ihre Ergebnisse jedoch nicht direkt mit den unseren vergleichen.

TABELLE V.

Repellentwirkung von Kik und einigen anderen Substanzen gegenüber
Ctenocephalides felis.

Versuchsperson Wy., Unterarm mit 0,7 cm³ Kik behandelt.

Produkte	Anzahl der Ver- suche	Anzahl der aufgesprun- genen Flöhe	Repellent-Wirkung nach		
			2 ¹ / ₂ -3 ¹ / ₂ Std.	5 ¹ / ₂ -6 ¹ / ₂ Std.	8-8 ¹ / ₂ Std.
6-22	1	15	mittel	ungenügend	—
Rutgers 6-12 .	1	6	ungenügend	—	—
NMRI 448 . . .	2	29	mittel	ungenügend	—
Dimethylphthalat 95 ⁰ / ₀ -100 ⁰ / ₀ .	2	45	mittel	ungenügend	—
Dimethylphthalat 30 ⁰ / ₀	1	30	ungenügend	—	—
Kik (Handelspro- dukt)	6	113	gut	gut	ungenügend
<i>Kik - Einzelkom- ponenten</i>					
Komponente a .	2	52	mittel	ungenügend	—
» b .	3	33	mittel	mittel	—
» c .	2	20	mittel	ungenügend	—

5. Versuche mit *Pediculus vestimenti*.

Wenn auch die Kleiderläuse normalerweise nicht oder nur unter ganz besonderen Umständen aktiv von Mensch zu Mensch überlaufen, also ein Schutz vor Läusebefall in den seltensten Fällen durch Repellents angestrebt wird, haben wir aus wissenschaftlichem Interesse doch untersucht, wie sich die Kleiderläuse auf einem Repellentbelag verhalten. Die Methode war folgende:

Die Unterarme von zwei weiblichen Versuchspersonen wurden mit je 0,5 ccm Kik bestrichen. Zu verschiedenen Zeiten brachte man auf den Belag, auf der Oberseite des Armes, je 10 hungrige, ausgewachsene Kleiderläuse, die in Nuttalkapseln ohne Boden eingeschlossen wurden. Die Tiere befanden sich also in direktem Dauerkontakt mit dem Repellentbelag. Die Kleiderläuse verblieben jeweils 15 Minuten auf der Haut, und während dieser Zeit wurde das Verhalten der Tiere beobachtet. Zu jedem der 5 Versuche verwendete man neue, hungernde Tiere.

Ein frischer Kik-Belag hat somit eine gewisse abhaltende Wirkung für die Kleiderläuse. 24% der Tiere nahmen kein Blut auf, während 10% nur widerwillig saugten. Ein einstündiger Belag hielt noch 22% der Läuse vom Blutsaugen ab.

TABELLE VI.

Kik und drei amerikanische Repellents gegenüber Kleiderläusen.

Geprüfte Substanz	Anzahl der Versuchstiere	Alter des Belages	Von den Versuchstieren haben		Verhalten der Läuse je 3 und 8 Stunden später
			Blut gesogen	kein Blut gesogen	
<i>Kik</i>	50	frisch	28	12	3 Std. 44 stark geschädigt, 6 normal 8 Std. 50 stark geschädigt, später tot
		1 Std.	39	11	3 Std. 29 stark geschädigt, 21 normal 8 Std. 37 stark geschädigt, 13 normal
		2 Std.	49	1	3 Std. alle Läuse normal 8 Std. dito
		3 Std.	48	2	3 Std. alle Läuse normal 8 Std. dito
		<i>unbehandelt</i>	49	1	8 Std. alle Läuse normal
6-12	30	frisch	14	16	17 stark geschädigt, später tot
		30 Min.	14	16	11 stark geschädigt, später tot
		1 Std.	24	6	3 stark geschädigt, später tot
		2 Std.	25	5	alle normal
		3 Std.	29	1	alle normal
<i>unbehandelt</i>	27	3	alle normal		
6-22	30	frisch	13	17	alle normal
		30 Min.	20	10	alle normal
		1 Std.	28	2	alle normal
		<i>unbehandelt</i>	29	1	alle normal
NMRI 448 (Zat)	30	frisch	3	27	20 stark geschädigt, später tot
		30 Min.	1	29	22 stark geschädigt, später tot
		1 Std.	4	26	3 stark geschädigt, später tot
		2 Std.	6	24	alle normal
		3 Std.	2	28	alle normal
		4 Std.	21	9	alle normal
		5 Std.	28	2	alle normal
		6 Std.	29	1	alle normal
<i>unbehandelt</i>	28	2	alle normal		

Auf einem frischen oder einem einstündigen Belag zeigen alle Tiere eine starke Unruhe, sie stechen die Haut an, saugen etwas Blut, ziehen den Stechapparat heraus, um ihn an einer anderen Stelle wieder einzusteichen. Erst nach einer gewissen Zeit bleiben die Tiere an Ort und Stelle, um sich vollzusaugen. Noch deutlicher wird diese Unruhe sichtbar, wenn man die Läuse frei, ohne Behinderung mit Nuttalschale, auf den Belag setzt. In diesem Falle kann festgestellt werden, daß die Läuse den frischen Belag fliehen und nicht Blut zu saugen versuchen, sondern vom Arm abfallen; andere wandern auf die unbehandelte Partie ab und beginnen dort

dann in einzelnen Fällen sofort Blut zu saugen. Auf einem ein-stündigen Belage sind immer noch deutliche, wenn auch schwä-chere Fluchtreaktionen zu finden. Auf einem noch älteren Belage sind keine Reaktionen mehr sichtbar. Sie verhalten sich wie Klei-derläuse auf einem unbehandelten Arme, indem sie nach nur kurzer Wanderung die Haut zum Blutanstich angehen.

Es scheint nicht unwahrscheinlich, daß ein frischer bis ein-stündiger Kik-Belag zuwandernde Läuse von einer Besiedlung des Körpers abzuhalten vermöchte; entsprechende Versuche verliefen allerdings vorläufig ergebnislos.

Von Interesse ist die immer wieder gemachte Beobachtung, daß die Kleiderläuse nach Berührung mit einem frischen Kik-Belag derart geschädigt werden, daß sie nach 8 Stunden gehunfähig wurden und innert 24 Stunden starben. Auch ein einstündiger Belag tötet noch über 60% der ausgewachsenen Kleiderläuse durch reinen Kontakt. Das Kik hat demzufolge außer einer gewissen Repellentwirkung noch eine faßbare insektizide Wirkung gegen-über Kleiderläusen.

Aehnliche Versuche wurden auch mit einigen amerikanischen Repellents durchgeführt (Tab. VI).

Die Wirkung von 6—12 auf Kleiderläuse ist ähnlich wie die-jenige des Kik. Ein frischer Belag hat eine etwas stärkere Abhalte-wirkung als Kik und tötet durch den Kontakt 50—60% der Tiere ab. Ein älterer Belag dagegen verliert seine Wirkung ziemlich rasch, so daß auch mit diesem Repellent kein dauerhafter Schutz gegen Kleiderläuse zu erzielen sein wird. Bei 6—22 besitzt nur ein frischer Belag eine gewisse abhaltende Wirkung, ohne jedoch in-sektizid zu sein. NMRI 448 (Zat) endlich weist bis zu 8 Stunden eine deutliche Abhaltewirkung auf und besitzt zudem während einer Stunde noch insektizide Eigenschaften.

Die in Tabelle VI dargestellten Versuche ergeben, daß mit Kik und den anderen 3 Repellents gegenüber den Kleiderläusen *keine absolute Abhaltewirkung* erzielt werden kann. Glücklicherweise ist man aber in der Lage, mittels der DDT-Präparate bei direkter Anwendung die Kleiderläuse abzutöten oder durch Imprägnieren der Unterwäsche einen Dauerschutz zu erzielen.

6. Versuche mit *Cimex lectularius*.

Es interessierte uns zu wissen, ob man sich durch einen Kik-Anstrich auch gegen Bettwanzen, die den Menschen bekanntlich meist nachtsüber angehen, schützen könne. Es wurden 3 Versuche mit je 5 hungrigen Bettwanzen im 3. Larvenstadium nach der gleichen Methode wie mit den Kleiderläusen durchgeführt.

TABELLE VII.

Kik und zwei amerikanische Repellents gegenüber Bettwanzen.

Geprüfte Substanz	Anzahl der Versuchstiere	Alter des Belages	Von den Versuchstieren haben		Verhalten der Tiere nach 8 Std.
			Blut gesogen	kein Blut gesogen	
<i>Kik</i>	15	frisch	0	15	Keine Beobachtung vorliegend
		1 Std.	0	15	
		2 Std.	1	14	
		3 Std.	2	13	
		4 Std.	5	10	
		5 Std.	14	1	
		6 Std.	14	1	
7 Std.	14	1			
6—12	30	frisch	16	14	normal
		30 Min.	25	5	
		<i>unbehandelt</i>	27	3	
6—22	30	frisch	19	11	normal
		30 Min.	27	3	
		<i>unbehandelt</i>	26	4	

Es ergibt sich somit, daß man durch einen Kik-Anstrich hungri-ge Bettwanzen während 2 Stunden vollkommen vom Blutsaugen am Menschen abhalten kann, und zwar auch dann, wenn die Wanzen gezwungen sind, auf dem Belage zu verbleiben, und keine Möglichkeit haben, denselben zu fliehen.

Ein frischer Kik-Belag tötet die Bettwanzen nicht und schädigt sie auch bei längerem Kontakt in keiner Weise. Die Tiere zeigen jedoch ein aufgeregtes Umherlaufen sowie starke Fluchtreaktionen, indem sie an der glatten Kapselwand in die Höhe zu klettern versuchen. Bringt man die Tiere nach Versuchsende jeweils auf den unbehandelten Arm, dann beginnen sie sofort Blut zu saugen und lassen sich auch durch Berühren nicht stören.

Auf einem 3 Stunden alten Belag nehmen nur etwa $\frac{1}{7}$ der Wanzen Blut auf. Sie pumpen sich allerdings nicht wie beim normalen Blutsaugen am gleichen Orte voll, sondern machen an vielen Stellen ergebnislose Stichversuche, bis sie sich dann nach einiger Zeit definitiv zur Blutaufnahme festsetzen. Es ist also auch hier noch eine deutliche Irritation vorhanden.

In einer andern Versuchsanordnung konnte die Repellentwirkung des Kik gegenüber Bettwanzen noch deutlicher festgestellt werden. In eine dunkle, geschlossene Kiste mit Schlupfarm brachte man 30 hungrige Tiere verschiedener Entwicklungsstadien. Der

normal mit Kik bestrichene Unterarm wurde allstündlich für 15 Minuten in den Kasten gehalten und so den Wanzen exponiert. In diesen, mehr den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Versuchen betrug die Abhaltewirkung des Kik-Belages in einem Versuche 9 Stunden, in einem weiteren 11 Stunden und in einem dritten $8\frac{1}{2}$ Stunden. Während der Kontrollarm inert 5—10 Minuten regelmäßig und zum Teil stark verstoßen wurde — die Saugpusteln erschienen bei den Versuchspersonen schon eine halbe Stunde später —, wurden die mit Kik bestrichenen Arme erst nach den genannten Zeiten schwach angegangen. Vorher näherten sich die Wanzen dem Kik-Arm nur auf nahe Distanz, um sofort, wenn sie ihn mit den Tarsen oder Antennen berührten, wiederum zu fliehen.

Vergleichsversuche mit den 2 amerikanischen Repellents 6—12 und 6—22 ergaben, daß 6—12 nur als frischer Belag eine geringe Repellentwirkung auszuüben vermag, während 6—22 sich als völlig unwirksam erwies (Tab. VII).

7. Versuche mit *Rhodnius prolixus*.

Zu den Versuchen wurden Jungtiere im 3. Stadium verwendet. *Rhodnius prolixus* ist in den zentral- und südamerikanischen Gebieten ein sehr lästiger und gefährlicher Zimmerbewohner (z. B. Ueberträger des Chagasfiebers). Es wurde die gleiche Technik wie bei den Versuchen mit den Kleiderläusen angewandt (je 6 Versuche mit Kapseln zu 5 hungrigen Tieren (Tab. VIII).

Ein Kik-Belag ergibt somit gegenüber *Rhodnius prolixus* keinen genügenden Schutz. Immerhin ist bemerkenswert, daß im Vergleich zum Verhalten auf dem unbehandelten Arm, die Wanzen auf dem frischen und dem einstündigen Belag zuerst zögernd stechen, oder zuerst an vielen Orten Einstiche machen, bis sie sich richtig vollsaugen. Zudem sogen von den hungrigen Tieren auf dem frischen Belag nur $\frac{1}{3}$, auf dem 1—2stündigen nur etwa die Hälfte aller *Rhodnius*. Beim unbehandelten Arm dagegen nahmen praktisch alle Tiere sofort und ausgiebig Blut auf. Dieses Verhalten deutet darauf hin, daß der Kik-Belag frisch und 1—2stündig von den Tieren doch als unangenehm empfunden wird. Ein weiterer Versuch bestätigte diese Beobachtung.

Auf dem Unterarm wurde eine 8×8 cm große Stelle mit Kik bestrichen und sofort oder nach 1 bis 2 Stunden hungrige *Rhodnius* darauf gesetzt. Es erfolgte unmittelbar danach eine Flucht auf den unbehandelten Armteil, wo sich die Tiere dann unverzüglich zum ausgiebigen Blutsaugen anschickten.

TABELLE VIII.

Kik und drei amerikanische Repellents gegenüber Rhodnius prolixus.

Geprüfte Substanz	Anzahl der Versuchstiere	Alter des Anstriches	Von den Versuchstieren haben		Bemerkungen
			Blut gesogen	kein Blut gesogen	
<i>Kik</i>	30	frisch	10	20	Stiche erfolgten zuerst etwas zögernd, dann aber normal. Bis zu 21 Stichstellen pro 5 Tiere
		1 Std.	16	14	gleiche Beobachtung
		2 Std.	14	16	normales Verhalten
		<i>unbehandelt</i>	28	2	Innert kurzer Zeit beginnen die Tiere zu stechen und sich mit Blut vollzusaugen
6—12	30	frisch	2	28	Verhalten der Tiere nach 8 Std. normal
		30 Min.	19	11	»
		1 Std.	24	6	»
		2 Std.	29	1	»
		<i>unbehandelt</i>	28	2	»
6—22	30	frisch	0	30	Verhalten der Tiere nach 8 Std. normal
		30 Min.	1	29	»
		1 Std.	2	28	»
		2 Std.	28	2	»
		<i>unbehandelt</i>	27	3	»
NMRI 448 (Zat)	30	frisch-2 Std.	0	30	Verhalten der Tiere nach 8 Std. normal
		3 Std.	17	13	»
		4 Std.	27	3	»
		<i>unbehandelt</i>	26	4	»

Versuche im dunkeln Holzkasten, wie sie mit den Bettwanzen durchgeführt wurden, ergaben keine deutliche Repellentwirkung des Kik-Belages, selbst bei einem ganz frischen Anstrich.

Ein Kontakt während 15 Minuten auf einem frisch behandelten Arm schädigte die Tiere im Gegensatz zu den Kleiderläusen nicht.

Vergleichsversuche mit drei amerikanischen Repellents ergaben folgendes (Tab. VIII): 6—12 weist als frischer Belag einen recht guten Repellentschutz auf. Doch schon nach einer Stunde ist keinerlei Wirkung mehr vorhanden. 6—22 besitzt bis zu einer Stunde eine gute, fast vollständige Repellentwirkung. NMRI 448 (Zat) endlich bietet bis zu zwei Stunden einen vollkommenen Schutz, bei drei Stunden ist er nur noch ungenügend.

8. Versuche mit *Ixodes ricinus*-Junglarven.

Es wurde die gleiche Versuchstechnik wie bei den Kleiderläusen angewandt. *Ixodes ricinus*-Junglarven befallen in den gemäßigten Zonen außer Wild auch hie und da den Menschen und können dadurch sehr lästig werden. Von Interesse erschien daher festzustellen, ob das Kik auch gegen diese Zecke eine Abhaltewirkung auszuüben imstande ist.

TABELLE IX.

Kik gegenüber Ixodes ricinus (3 Versuche).

Geprüfte Substanz	Anzahl der Versuchstiere	Alter des Belages	Von den Versuchstieren haben		Verhalten der Tiere nach 3 und 8 Std.
			Blut gesogen	kein Blut gesogen	
<i>Kik</i>	30	frisch	0	30	3 Std. alle schwer geschädigt, 8 Std. alle tot
		1-3 Std.	0	30	3 Std. 10 ⁰ / ₀ —16 ⁰ / ₀ schwer geschädigt, später tot
		4 Std.	24	6	alle normal
		unbehandelt	26	4	alle normal

Das Kik besitzt gegenüber den Junglarven von *Ixodes ricinus* bis zu 3 Stunden eine vollständige Abhaltewirkung. Die Tiere verhalten sich auf dem Belage sehr aufgeregt, halten ihre Vorderbeine in die Höhe und versuchen dadurch den Kontakt mit dem Belage zu verhindern. Nach 4 Stunden ist die Abhaltewirkung praktisch verschwunden und die Tiere beginnen, wenn auch zuerst noch zögernd, zu stechen. Ein frischer Kik-Belag hat zudem auf die Zecken eine tödliche Wirkung.

Im Freien wird die Repellentwirkung des Kik-Belages vermutlich länger anhalten, da in unseren Versuchen die Tiere gezwungen waren, auf dem Belage zu verharren ohne jegliche Ausweichmöglichkeit. Eine Stütze für diese Annahme ergab folgender Versuch:

Auf dem Unterarm wurde eine Fläche von 8 × 8 cm mit Kik bestrichen, auf welche frei laufend je 5 Jungzecken gesetzt wurden. Es zeigte sich nun, daß alle Zecken während der ersten 6 Stunden sofort fluchtartig den Kik-Belag verließen, um auf der unbehandelten Armfläche ihren Stechrüssel sehr bald in die Haut einzustoßen. Auf einem siebenstündigen Belag blieben einzelne Zecken sitzen und versuchten sich einzubohren; auf einem achtstündigen war keine Fluchtreaktion mehr festzustellen.

Wir dürfen wohl den Schluß ziehen, daß auch im Freien ein Kik-Belag seine Repellentwirkung gegenüber Jungzecken etwa während 6 Stunden beibehalten würde.

F. Repellentwirkung des Kik bei Strumpfbekleidung der Haut.

Die folgenden Versuche wurden von einer mehr praktischen Ueberlegung ausgehend durchgeführt. Es ist hinlänglich bekannt, daß Stehmücken, Stechfliegen, Bremsen und andere blutsaugende Insekten ihre Opfer nicht nur bei direkter Berührung mit der Haut angehen, sondern auch durch dünnere Stoffe und Tricotgewebe (z. B. Strümpfe, Badeanzüge) hindurchstechen. Es sollte nun festgestellt werden, ob auch eine mit einem Strumpf bedeckte Kik-behandelte Hautpartie vor Aedes- und Stomoxysstichen geschützt ist; und wenn ja, ob die Schutzwirkung länger oder kürzer dauert als bei einer unbedeckten Hautpartie. Außer mit Aedes und Stomoxys wurden der Vollständigkeit wegen auch mit *Musca* entsprechende Versuche durchgeführt (Versuchsperson L.).

Ein frisch mit Kik behandelter Arm hat, wie wir früher ausführten, für *Musca* eine zwar nicht absolute, aber doch ganz beträchtliche Repellentwirkung. Nur wenige der anfliegenden Tiere laufen auf der behandelten Haut, während die allermeisten nur fliegend berühren oder nach momentanem Absitzen sofort wieder die Flucht ergreifen (Tab. II). Wird nun über den mit Kik behandelten Arm ein Nylon- oder Kunstseidenstrumpf gezogen, dann ist praktisch keine Repellentwirkung mehr festzustellen. Die anfliegenden *Musca* laufen auf dem bestrumpften Kik-Arm genau gleich wie auf einer Kontrolle. Durch den Strumpf wurden die bei direkter Berührung wirksam werdenden Geschmackskomponenten des Kik völlig ausgeschaltet, während sein Geruch offenbar soweit gedämpft ist, daß er von den *Musca* nicht mehr als unangenehm empfunden wird.

Gegenüber *Stomoxys* büßt ein frisch mit Kik behandelter Arm mit einem darübergezogenen Strumpf seine Repellentwirkung zwar nicht völlig ein wie bei *Musca*, doch ist eine wesentliche Verschlechterung in der Abhaltewirkung, besonders beim dickeren Kunstseidenstrumpf, festzustellen.

Während bei einem unbedeckten Kik-Arm die allermeisten der anfliegenden *Stomoxys* sofort wieder umkehren und nur vereinzelte Stichversuche erfolgen (Tab. III), läuft auf einem Arm mit Kunstseidenstrumpfüberzug die Mehrzahl der reagierenden Tiere längere Zeit herum und viele Stichversuche werden gemacht. Offenbar kommt hier die Geruchskomponente des Kik für die *Stomoxys* nur noch sehr gedämpft zur Auswirkung: ein Herumlaufen und ein Rüsselstrecken ist die Folge. Erst im Moment, wo der Rüssel nach Durchdringung des Strumpfgewebes direkt mit der Haut in Berührung kommt, wird das Kik in voller Stärke geschmacklich wahrgenommen, worauf ein sofortiger Rückzug des

Stechapparates eintritt. Da jeder solche Stichversuch jedoch eine Schmerzempfindung auslöst, genießt eine mit einem Kunstseidenstrumpf bedeckte Kik-Haut *praktisch* gesehen keinen Repellentenschutz. Mit einem Nylonstrumpf ist die Repellentwirkung zwar besser als mit einem Kunstseidenstrumpf, aber immer noch deutlich besser als bei unbedeckter Kik-Hautpartie. Die Zahl der laufenden Stomoxys ist wesentlich höher als auf einer unbestrumpften Haut. Auch die Zahl der Stichversuche ist etwas größer, allerdings lange nicht so groß wie bei einem Kunstseidenstrumpf. *Vom praktischen Standpunkt aus ergibt sich, daß eine mit Kik behandelte Hautpartie einen geringeren Repellentschutz besitzt, wenn sie mit einem Strumpf bekleidet ist.* Ein Kunstseidenstrumpf wirkt sich ungünstiger aus als ein Nylonstrumpf.

Die Versuche mit *Aedes* zeitigten folgende Ergebnisse: Auf einer unbedeckten mit Kik behandelten Armunterseite konnten die ersten Stiche nach rund 6 Stunden und auf der Armoberseite nach rund 9 Std. festgestellt werden (Tab. IV). Wird der behandelte Arm mit einem Strumpf überzogen (Kunstseide oder Nylon), dann fallen die ersten, allerdings noch sehr vereinzelt Stiche nach rund 3, resp. 6 Stunden. Ähnlich wie bei *Musca* und *Stomoxys* wird offenbar auch hier die Wirkung des Kik durch das Strumpfgewebe herabgesetzt. Infolge der größeren Empfindlichkeit der *Aedes* übt der herabgeminderte Kik-Geruch aber immer noch eine genügend starke Repellentwirkung aus, um wenigstens während einiger Stunden einen absoluten Schutz zu gewährleisten. Für die Praxis ergibt sich hieraus, daß Frauen, welche ihre Beine mit Kik behandeln und Strümpfe darüberziehen, trotzdem einen ganz beträchtlichen Stichschutz genießen. Die ersten Stiche werden allerdings früher festzustellen sein, so daß die Haut etwas eher nachbehandelt werden muß als bei unbekleideten Beinen.

Es ist noch auf eine andere Weise möglich, die Beine vor Stechmückenstichen zu schützen. An Stelle der Haut können die Strümpfe selbst mit Kik behandelt werden. Wird Kik mit einem feinen Zerstäuber versprüht, so ergeben sich auf den Strümpfen keine sichtbaren Flecken. Das Besprühen muß jedoch sorgfältig und in genügendem Ausmaße gemacht werden, da die *Aedes*, wie unsere Beobachtungen zeigten, eine unbehandelte Stelle rasch auffinden und zum Stechen benutzen. Gegenüber *Stomoxys* ist diese Methode nicht zu empfehlen, da ein mit Kik behandelter Strumpf keinen absoluten Repellentschutz zu bieten vermag; in entsprechenden Versuchen (unbehandelter Arm, darüber Kik-behandelter Strumpf) konnten zahlreiche Stichversuche festgestellt werden. Auch *Musca* läßt sich durch einen Kik-Strumpf größtenteils nicht davon abhalten, kürzere oder längere Zeit darauf herumzulaufen.