**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 35 (1962-1963)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** Untersuchungen über den "Fly-factor" und den Herdentrieb bei der Stubenfliege, Musca domestica L.

**Autor:** Wiesmann, R.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-401423

**Nutzungsbedingungen**

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

**Conditions d'utilisation**

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

**Terms of use**

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

**Download PDF:** 13.07.2025

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

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
*BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE*
Band XXXV Heft 1 u. 2 30. Juni 1962

# Untersuchungen über den « Fly-factor » und den Herdentrieb bei der Stubenfliege, Musca domestica L.

von

R. WIESMANN
Wissenschaftliche Laboratorien der J. R. Geigy A.G., Basel

Herrn Prof. Dr. F. E. Lehmann zum 60. Geburtstag gewidmet

## EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

BARNHART und CHADWICK (1953) fanden, dass frei in einem Stall fliegende *Musca domestica* durch ihren Besuch und ihren Frass an einem Maisbrei-, resp. Protein-Pepton-Köder, einen unbekannten Attraktivstoff, den Fly-factor, erzeugen oder abgeben, durch den der Köder attraktiver wird als ein solcher, der nie von Fliegen besucht worden war. Einen ähnlichen Lockstoff erhielten sie auch aus Aethanolauszügen von Stubenfliegen, wobei aber die Identität desselben mit dem Fly-factor vorerst nur vermutet wurde.

Beim Studium der Wirkung von Zuckerködern auf *Phormia regina* erhielt DETHIER (1955) ebenfalls einen Fly-factor, der sich darin äusserte, dass Trinkglas-Fallen mit Glastrichtern, beködert mit 0,1 oder 1 M Zuckerwasser, durch die darin gefangenen Fliegen immer anlockender werden. In den Fallen erzeugen die Fliegen zusammen mit dem Zucker einen attraktiven Stoff, mit dem dann die aus den Glastrichtern entweichenden Fliegen die Aussenseiten der Fallen markieren, und dadurch für andere Fliegen attraktiv machen. Dieser Stoff, der nach DETHIER flüchtig ist und identisch mit dem Fly-factor von BARNHART und CHADWICK zu sein scheint, ist nicht artspezifisch, denn *Phormia* und *Musca* produzieren denselben und reagieren wechselseitig auf ihn. Dieser Lockstoff wurde von DETHIER durch Aufkochen frisch getöteter Fliegen in Zuckerwasser ebenfalls erhalten, während er in einem Brunnenwasserabsud nicht gefunden wurde.

Die Untersuchungen von DETHIER wurden von ACREE et al. (1959) mit *Musca domestica* zum Teil wiederholt und vor allem weiter ausgebaut. Die Resultate ihrer Versuche bestätigen einerseits die Existenz

eines Fly-factors, seine flüchtige Natur und seine potentielle Bildung durch die Fliegen. Andererseits wurde aber kein Beweis gefunden für die Bildung eines solchen Faktors durch eine Reaktion zwischen Saccharose und einem « Etwas », das durch die Fliegen erzeugt worden wäre. Sie stellen fest, dass dieser Fly-factor in der Hauptsache auf die in den Fliegenfallen vorhandene, zum Teil von den Fliegen produzierte Feuchtigkeit begründet und dadurch auch flüchtig ist. Die Fliegen reagieren nicht auf die Feuchtigkeit als solche, sondern auf die Differenz zwischen der relativen Feuchtigkeit, erzeugt im Testglas und der relativen Feuchtigkeit der umgebenden Luft. Sie fanden keine Anhaltspunkte für andere Attraktivstoffe von merkbarer Potenz am Zucker, von dem Fliegen gefressen hatten.

1948, schon vor dem Erscheinen der Arbeit von ACREE et al. (1959) prüften wir auf einer breiten Basis die Angaben von BARNHART und CHADWICK, sowie von DETHIER über das Vorhandensein des von ihnen beschriebenen Fly-factors nach, und zwar in der Hoffnung, zu einem Lockstoff zu gelangen, der eventuell zur Bekämpfung der Stubenfliege ausgenützt werden kann. Solche Stoffe sind um so wichtiger, als es durch die Entwicklung von polyvalenter Resistenz gegen alle bis anhin bekannten Kontaktinsektizide nicht mehr richtig gelingt, die Stubenfliege durch Spritzmittel erfolgreich zu bekämpfen. Wir sehen uns daher gezwungen nach anderen Bekämpfungsmöglichkeiten für die Stubenfliege Umschau zu halten, wobei wir zu neuartigen Frassmitteln Zuflucht genommen haben (5). Da die Frassmittel mit Ködern angewendet werden müssen, wäre ein Zusatz, der den Köder besonders attraktiv gestalten würde, sehr erwünscht.

Unsere Versuche [1] führten wir im Labor in einem 1 $m^3$ grossen, allseitig mit Nylongaze überzogenen Fliegenkasten durch, in welchem 2000–3000 mit Zucker und Wasser gefütterte Fliegen unserer Normalfliegenstämme (N 1, CSMA, New York) sich befanden. Während der Versuche wurde zum Teil das Fliegenfutter im Kasten belassen, zum andern Teil erhielten die Fliegen während der Versuche nur Wasser.

## NACHBEARBEITUNG DER VERSUCHE VON BARNHART UND CHADWICK

Als wir im Gegensatz zu BARNHART und CHADWICK unsere Versuche im Labor ausführten, nahmen wir an, dass beim Vorhandensein eines Fly-factors sich derselbe auch im Labor reproduzieren lasse, was denn auch der Fall war.

---

[1] Bei diesen Versuchen halfen mir meine beiden Laborantinnen Frl. A. ALTHAUS und auch Frl. S. LABHARD, denen an dieser Stelle für die sorgfältige Arbeit gedankt sei.

## Versuche mit Maisbreiködern

Zu diesen Versuchen verwendeten wir einen Maisbrei, der durch einmaliges Aufkochen von einem Teil Maisgriess und fünf Teilen Wasser erhalten wurde. Der fertige Brei kam hierauf sofort in kleine 5 cm Petrischalen, wo er zur Verhinderung des Antrocknens mit Glasplatten zugedeckt wurde. Da die Feuchtigkeit des Köders eine grosse Rolle in der Besiedlung durch die Fliegen spielt, wurde jeweils auf möglichst gleichen Wassergehalt der Köder geachtet. Der Maisbrei, den BARNHART und CHADWICK verwendeten, wurde aus einem Teil Maismehl und einem Teil Wasser hergestellt. Wir haben diese Mischung auch verwendet, sind dann aber wegen der leichteren Handhabung des wasserhaltigen Maisbreies bei diesem geblieben. Vergleichsversuche haben ergeben, dass in der Wirkung zwischen den beiden Maisködern keine Unterschiede bestehen.

*Versuchsreihe 1* (Abb. 1)

Zwei Maisbreischalen wurden zur gleichen Zeit im Fliegenkasten den Fliegen exponiert. Der Brei ist auf seiner Oberfläche deutlich feucht. Den Fliegen stand während des Versuches Wasser und Zucker ad libitum zur Verfügung. Es wurde der Fliegenbesuch auf den beiden Schalen je am Ende einer Minute während 5 Minuten registriert. Die Ergebnisse von 2 Versuchen sind in Tabelle 1 festgehalten.

TABELLE 1

| Abnahmezeit | Fliegenbesuch an zwei frischen Schalen: | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Schale 1 | | Schale 2 | |
| | (1) | (2) | (1) | (2) |
| 1′ | 14 | 3 | 8 | 18 |
| 2′ | 10 | 5 | 17 | 14 |
| 3′ | 24 | 20 | 21 | 18 |
| 4′ | 38 | 31 | 36 | 24 |
| 5′ | 42 | 36 | 50 | 30 |

Der Fliegenbesuch an den beiden Maisköderschalen nimmt in den 5 Minuten Beobachtungszeit in steigendem Masse zu, fluktuiert aber immer etwas, wobei einmal die Schale 1 stärker besiedelt ist und kurz darauf wieder die Schale 2. Die Fliegen laufen oft von einer Schale zur anderen. *Im Mittel genommen machen die Fliegen zwischen den beiden Schalen keine Unterschiede, dh. beide werden, wie zu erwarten war, gleich stark von Fliegen besiedelt.* (vgl. Seite 105.)

*Versuchsreihe 2*

Zwei Maisbreischalen, frisch. Eine derselben (M 1) wird 30 Minuten im grossen Fliegenkäfig den Fliegen zum Besuch und Frass exponiert,

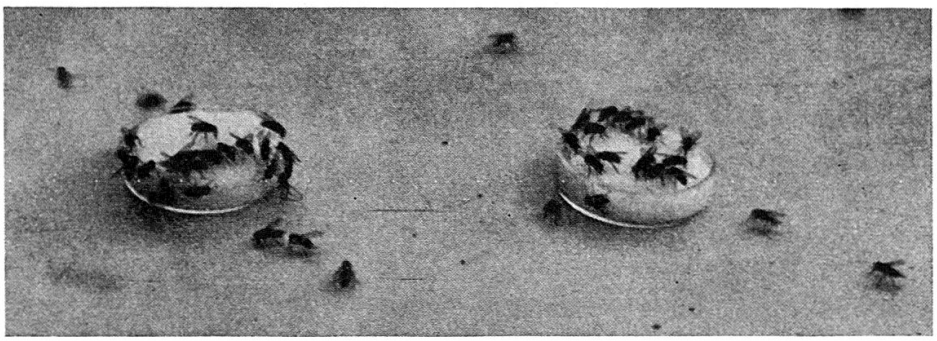


Abb. 1. — Fliegenbesuch an zwei frischen Maisbreischalen, nach der 3. Expositionsminute.

die andere (M 2) befindet sich auch im Käfig, ist aber durch eine Drahtgaze vom Fliegenbesuch geschützt (Abb. 2). Die Fliegen sind satt, werden während des Versuches nur mit Wasser gefüttert.

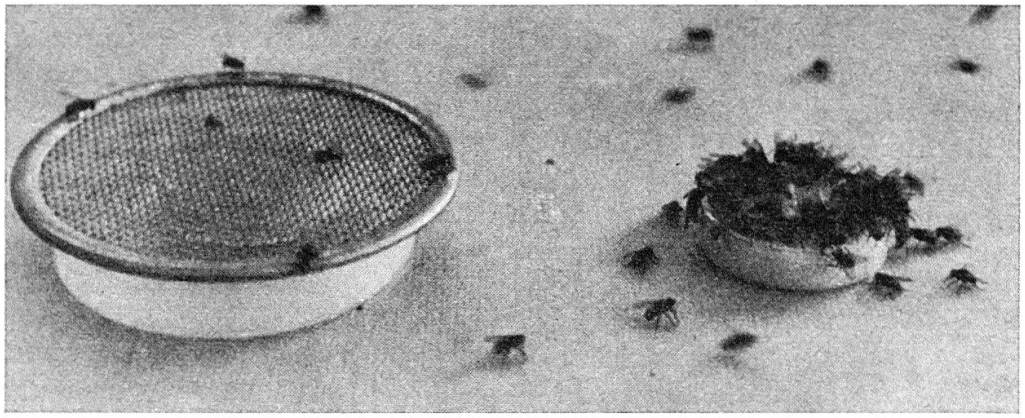


Abb. 2. — Zwei Maisbreischalen. Die linke Schale befindet sich in Normalpetrischale und ist mit Drahtgaze überdeckt. Rechte Schale offen, zeigt starken Fliegenbesuch. Nach 10 Expositionsminuten.

Wie in den vorausgehenden Versuchen wird an der offenen Schale von den Fliegen in den ersten 2 Minuten am Mais nur genippt. Sie laufen auf demselben rüsselnd umher. Dann sitzen nach und nach die Fliegen still und beginnen in steigendem Masse zu fressen. Nach 10 Minuten ist der offene Köder zeitweise ganz mit fressenden Fliegen bedeckt, die sich drängen und balgen (s. Abb. 2).

Nach 30 Minuten intensiven Frasses der Fliegen auf der Maisbrei-Oberfläche erscheint dieselbe ziemlich trocken und sie zeigt starke Frassspuren. Die bedeckte Schale ist noch deutlich feucht, praktisch wie zu Beginn des Versuches.

Die Schale M 1 (30 Minuten stark von Fliegen besucht) und M 2 (nicht exponiert) kommen nun gleichzeitig zur Prüfung in den grossen Fliegenkasten und es wird die Besiedlung mit Fliegen registriert (s. Tabelle 2).

TABELLE 2

| Abnahmezeit | Fliegenbesuch auf Schale M 1 (30 Min. exponiert) | Schale M 2 (nicht exponiert) |
|---|---|---|
| 1′ | 27 | 8 |
| 2′ | 34 | 9 |
| 3′ | * ca. 60 | 26 |
| 4′ | * ca. 70 | 28 |
| 5′ | * ca. 80 | 20 |

* Zahlen können nur noch geschätzt werden

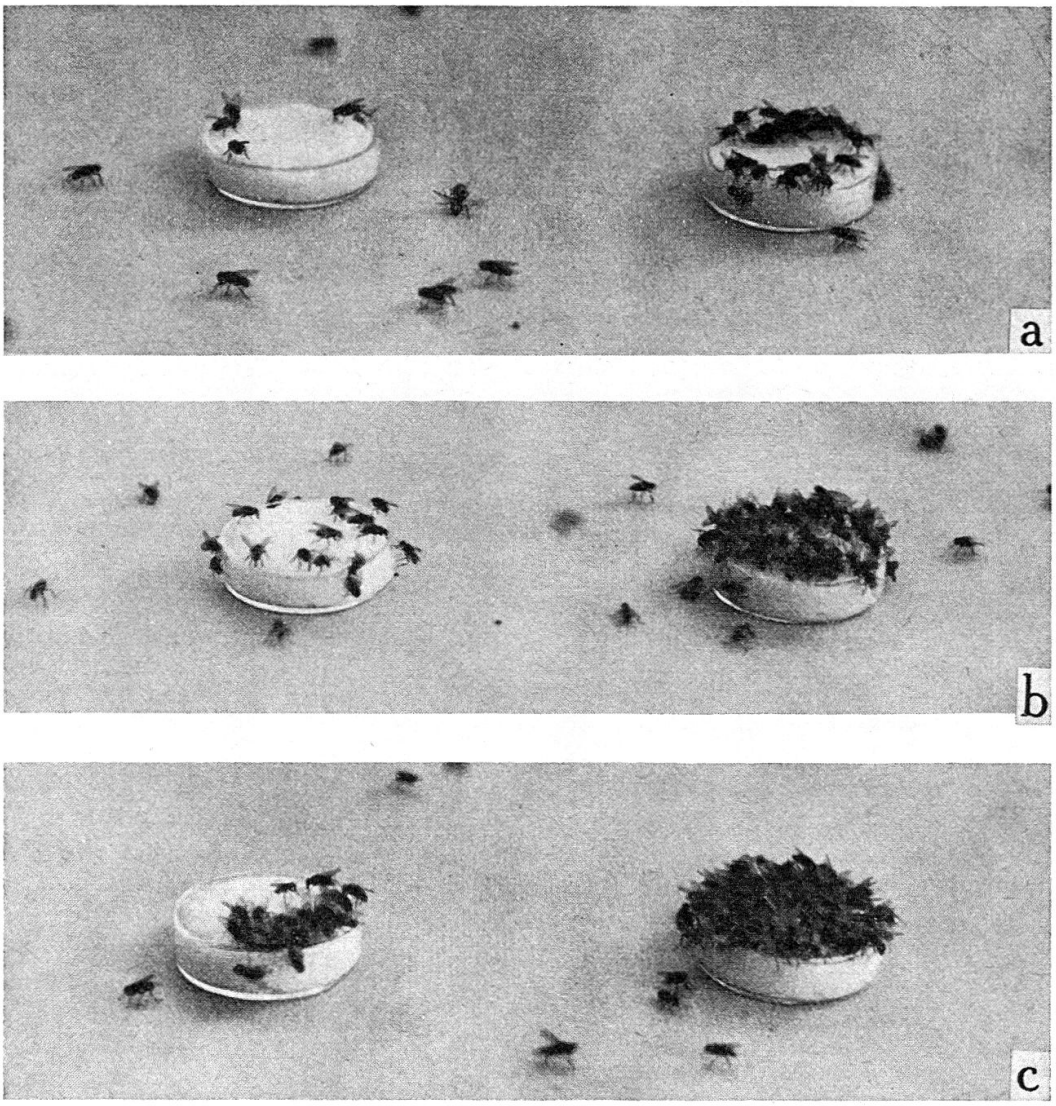



Abb. 3. — Zwei Maisbreischalen, linke frisch, rechte hatte vorausgehend 30 Minuten lang starken Frass durch Fliegen (s. Abb. 2). — 3a : 1 Minute Exposition ; 3b : 3 Minuten Exposition ; 3c : 5 Minuten Exposition. — Die Schale rechts weist den Fly-factor auf.

Die Fliegen verhielten sich auf den beiden Maisschalen deutlich verschieden (Abb. 3). Auf Schale M 1 (30 Minuten exponiert) begannen die angelaufenen oder angeflogenen Fliegen sofort eifrig zu fressen und es liefen immer mehr Fliegen zu, die sich zwischen die bereits fressenden eindrängten. Nach 5 Minuten war die Schale dick mit fressenden Fliegen besetzt. Auf der Schale M 2 (vorher nicht exponiert) laufen in der ersten Zeit die meisten Fliegen über den Maisbrei, betupfen ihn kurz und nur selten wird in den ersten 2 Minuten vom Brei richtig gefressen. Sehr häufig verlassen die Fliegen diese Schale wieder und laufen zu Schale M 1, wo sie sich zwischen die anderen fressenden Fliegen drängen und hier nun fressend bleiben. Nach der 3.–4. Minute sind dann auch auf der Schale M 2 fressende Fliegen zu finden, deren Zahl aber lange nicht so rasch und stark zunimmt wie in der Schale M 1, d. h. ihre Zahl fluktuiert immer etwas.

Dieser Versuch wurde viermal zu verschiedenen Zeiten mit den gleichen Ergebnissen ausgeführt, so dass die Resultate als gesichert gelten dürfen.

Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, dass eine 30 Minuten den Fliegen zum Frass exponierte Maisbreischale einen viel stärkeren Fliegenbesuch aufzuweisen hat als eine frische, nie von Fliegen besuchte, gleiche Maisbreischale.

*Die Beobachtungen von* BARNHART *und* CHADWICK *konnten durchaus bestätigt werden, dh. es trat auch in unseren Versuchen ein Fly-factor in Erscheinung.*

*Versuchsreihe 3*

Die Schale M 1 aus der 2. Versuchsreihe kam nach Versuchsende in eine feuchte Kammer und sie wurde vor dem Vertrocknen geschützt. Sie blieb hier während 48 Stunden und sie wurde dann mit einer frischen Maisschale zusammen wiederum den Fliegen im Kasten exponiert. Siehe Tabelle 3.

TABELLE 3

| Abnahmezeit | Fliegenbesuch auf | |
|---|---|---|
| | Schale M 1 | Schale M 2 |
| 1′ | 31 | 5 |
| 2′ | 46 | 12 |
| 3′ | ca. 60 | 21 |
| 4′ | ca. 60 | 28 |
| 5′ | ca. 70 | 33 |

Aus dieser Versuchsreihe ist ersichtlich, dass der in der Versuchsreihe 2 festgestellte Fly-factor bei feuchter Lagerung der Maisschalen

über Tage erhalten bleibt. Lässt man beide Schalen antrocknen, dh. eine bereits exponierte und eine frische, und prüft sie dann nach einem Tag, so zeigt sich der Fly-factor immer noch, was auch aus den Versuchen von BARNHART und CHADWICK zu ersehen ist. *Der Fly-factor auf Mais ist also nicht oder nur sehr wenig flüchtig.*

## Fly-factor auf Stärke

Diese Versuchsreihe ist eigentlich eine Ergänzung zu den Maisbrei-Köderversuchen. Mais besteht ja zur Hauptsache auch aus Stärke.

Filter-Rondellen wurden mit gleichen Mengen 1%iger wasserlöslicher Stärke getränkt. Sie wurden dann im grossen Fliegenkasten, nach folgendem Schema, den Fliegen vorgesetzt :

Rondelle *a* von Anfang an den Fliegen zugänglich
*b* erst nach 10 Min. den Fliegen zugänglich
*c* » » 30 Min. » » »
*d* » » 60 Min. » » »

Der Fliegenbesuch an den Rondellen wurde 10 mal hintereinander je eine Minute beobachtet. Die Stärke wurde lange nicht so intensiv von den Fliegen aufgesucht wie der Maisbrei, weshalb wir eine längere Beobachtungszeit wählten. Die Versuche wurden 2 mal durchgeführt. Die Ergebnisse findet man in Tabelle 4.

TABELLE 4

| Versuch | Fliegenbesuch 1 | Fliegenbesuch 2 | Summe | % |
|---|---|---|---|---|
| *a* : *b* = | 195 : 155 | 101 : 79 | 296 : 234 | 56 : 44 |
| *a* : *c* = | 193 : 113 | 195 : 145 | 388 : 258 | 61 : 39 |
| *a* : *d* = | 138 : 94 | 258 : 117 | 396 : 211 | 66 : 34 |

Mit längerwerdender Exposition verschiebt sich der Fliegenbesuch mehr und mehr gegen die konstant den Fliegen zugängliche und von ihnen zum Frass besuchte Rondelle *a* hin. Nach einer Stunde ist der Fliegenbesuch auf der Rondelle *a* doppelt so gross wie auf den erst später exponierten, mit Stärke imprägnierten Rondellen.

*Wir finden also auch bei der Stärke den Fly-factor, gleich wie beim Maisbrei.*

## Fly-factor auf Gelatine als Proteinpräparat

Gleiche Versuchsanordnung wie beim Versuch mit der Stärke.

Geprüft wurde eine 2,0%ige Gelatinelösung auf Filterpapier-Rondellen aufgetragen.

Rondelle *a* von Anfang an den Fliegen zugänglich
*b* erst nach 10 Min. den Fliegen zugänglich
*c* » » 30 Min. » » »
*d* » » 60 Min. » » »

Ergebnisse siehe Tabelle 5.

TABELLE 5

| Versuch | Fliegenbesuch 1 | Fliegenbesuch 2 | Summe | % |
|---|---|---|---|---|
| *a* : *b* = | 116 : 99 | 52 : 74 | 168 : 173 | 49 : 51 |
| *a* : *c* = | 94 : 138 | 117 : 258 | 211 : 396 | 35 : 65 |
| *a* : *d* = | 108 : 132 | 193 : 248 | 301 : 380 | 44 : 56 |

Durch die fortgesetzte Exposition und dem damit zusammenhängenden steigenden Fliegenbesuch auf der Rondelle *a* sinkt deren Attraktivwirkung etwas. Dieses Papier wird durch die lange Exposition, den Fliegenbesuch und den Frass auch langsam trockener und verliert dadurch seine hauptsächliche durch die wasserhaltige Gelatine bedingte Lockwirkung.

*Es konnte hier kein Fly-factor gefunden werden*, dh. die Fliegen produzierten mit der Gelatine zusammen keinen Stoff, der andere Fliegen zu vermehrtem Aufsuchen des Köders veranlasst hätte. Wir stehen hier im Gegensatz zu BARNHART und CHADWICK, die bei Eiweissködern den Fly-factor ebenfalls feststellten. Diese Autoren haben aber mit diesen Ködern gleichzeitig auch Schalen mit Diamalt exponiert, die an sich eine sehr starke Lockwirkung aufweisen. Wir haben im Zusammenhang mit den Maisbreiködern ebenfalls Diamalt-Schalen eingeschaltet und mussten feststellen, dass Fliegen vom Diamalt auf den Maisbrei migrierten und dort das mit Fluorescin angefärbte Diamalt deponierten, was unter dem UV deutlich sichtbar wurde. Die Mais-Schalen wurden dadurch zusätzlich süsser. Es ist nun sehr wohl möglich, dass bei den Versuchen von BARNHART und CHADWICK das gleiche eintrat, dass also die vom Diamalt zum Protein migrierenden Fliegen Diamalt verschleppten und dadurch den Fly-factor an den Proteinschalen erzeugten resp. fälschten.

## Fly-factor an Milch

Filterpapier-Rondellen auf Glasplatten gelegt, wurden mit gleicher Menge frischer Milch getränkt. Je eine Rondelle wurde 15 resp. 30 Minuten den zweitausend Fliegen im grossen Fliegenkasten vorgelegt. Diese Fliegen hatten bis anhin nur Zucker und Wasser als

Nahrung erhalten. Die exponierten Rondellen wurden jeweils mit solchen verglichen, die ganz frische Milch enthielten. Der Fliegenbesuch war ein sehr reger und die Fliegen tranken eifrig Milch.

Der Fliegenbesuch ergab Zahlen, wie sie in Tabelle 6 aufgeführt sind.

TABELLE 6

| Abnahmezeit | Fliegenbesuch auf | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Rondelle 15 Min. exponiert | Rondelle frisch | Rondelle 30 Min. exponiert | Rondelle frisch |
| 1 Minute . . . . . | 21 | 23 | 24 | 27 |
| 2 Minuten . . . . | 24 | 22 | 33 | 18 |
| 3 Minuten . . . . | 26 | 33 | 17 | 27 |
| 4 Minuten . . . . | 12 | 30 | 27 | 34 |
| 5 Minuten . . . . | 22 | 27 | 12 | 30 |
| 6 Minuten . . . . | 23 | 24 | 17 | 25 |
| 7 Minuten . . . . | 16 | 28 | 12 | 26 |
| 8 Minuten . . . . | 25 | 17 | 27 | 18 |
| 9 Minuten . . . . | 25 | 19 | 5 | 26 |
| 10 Minuten . . . . | 16 | 31 | 17 | 21 |
| | 210 | 254 | 191 | 252 |

Im ersten Versuch, bei 15 Minuten Vorexposition, sind praktisch keine Unterschiede im Besuch der beiden Milchpapiere zu finden. Die exponierte Rondelle ist oberflächlich bereits etwas trockener als die frische Rondelle. Der Besuch fluktuiert etwas, indem einmal die eine, einmal die andere Rondelle stärker besiedelt ist. Ist eine Rondelle besonders stark besiedelt, dann sieht man häufig, dass von der schwach besiedelten Rondelle Fliegen weglaufen und zur stark besiedelten überwechseln.

Bei 30 Minuten Vorexposition ist die Rondelle noch trockener geworden und sie wurde wahrscheinlich aus diesem Grunde geringer besiedelt als die frische Rondelle.

Als am Ende des zweiten Versuches der dauerexponierten Rondelle etwas frische Milch zugeführt wurde, stieg der vorher geringe Besuch sofort deutlich an und er erreichte denjenigen der frischen Milch. Der Versuch wurde 3 mal mit dem gleichen Ergebnis durchgeführt.

*Auf Milch, die von den Fliegen gerne genommen wird, konnte durch den lang anhaltenden Fliegenbesuch kein Fly-factor erhalten werden.*

Der Fly-factor, dh. eine durch vorausgehenden Fliegenbesuch erhöhte Attraktivwirkung tritt demnach nicht an allen Stoffen, die von den Fliegen gefressen werden auf. Eine Analyse des Auftretens des Fly-factors erschien uns daher angezeigt, die wir in der Hauptsache am Maisbrei durchführten.

## Analyse des Fly-factors am Maisbrei

Es ist auffallend, dass die Fliegen auf dem vorher den Fliegen exponierten Maisbrei sofort zu fressen beginnen, während dies auf dem nicht exponierten Frass erst nach geraumer Zeit erfolgt. Es muss demzufolge auf dem vorexponierten Maisbrei eine *Frass-auslösende Substanz* gebildet worden sein. Entfernt man an einem lange von Fliegen besuchten Maisbrei die Frassstellen, dann fällt seine Beliebtheit auf die Stufe eines frischen Maisbreies zurück. Der Fly-factor scheint also etwas mit dem Fressen der Fliegen auf dem Köder zu tun zu haben und er muss an den Frassstellen gelegen sein.

Wir untersuchten deshalb die Frasstellen auf dem Maisbrei auf Zucker, da es nicht ausgeschlossen erschien, dass die auf dem Brei fressenden Fliegen mit ihrem Speichel aus der Stärke Zucker herstellen und dadurch die beschriebenen Reaktionen auslösen könnten.

Wir brachten frische Maisköder für 1 ½ Stunden in den Fliegenkasten mit 2000 Fliegen, die während 3 Stunden weder Zucker noch Wasser erhalten hatten. Die Fliegen besiedelten in grosser Zahl den Maisbrei und frassen von demselben ganz ansehnliche Mengen. Die deutlich sichtbaren Frassstellen wurden abgeschabt und davon wurde 0,5 g in 0,5 ml dest. Wasser aufgeschwemmt. Die klare Lösung als Tupfen auf Elphorpapier aufgetragen (0,005 ml) und nach Trocknen mit Benzidin resp. Anisidin besprüht, ergab sehr deutliche Zuckerreaktionen. Ein gleicher Auszug aus nicht exponiertem Maisbrei enthielt keinen Zucker.

Bei der chromatographischen Trennung des an den Frasstellen gefundenen Zuckers konnte viel *Maltose* und etwas *Glucose* nachgewiesen werden. Dieses Chromatogramm zeigt demnach, dass die Fliegen beim Fressen am Maisbrei an den Frasstellen durch ihren Speichel aus der Maisstärke Zucker produzieren :

Stärke
|
viel *Maltose* — und bereits etwas *Glucose*

Auch die Analyse der eine Stunde den Fliegen exponierten Stärkelösung auf den Filterpapierrondellen ergab, dass sie ziemlich viel Maltose und Spuren von Glucose enthielt, die sicherlich ebenfalls durch den fermentativen Abbau der Stärke durch den Fliegenspeichel entstanden sind.

*Homogenate von Speicheldrüsen* der Stubenfliege mit 2,5%iger Stärkelösung inkubiert, produzierten einen sehr raschen Abbau der Stärke in Maltose und diese wurde weiter in Glucose abgebaut, womit die Bildung dieser Zucker durch den Fliegenspeichel an den Frasstellen erklärt ist.

Diese Frassstellen am Mais und der Stärke mit dem Zuckergemisch Maltose-Glucose müssen demnach für die Fliegen an den Tarsen und

am Rüssel deutlich süss empfunden werden. Daraus erklärt sich auch, warum ein Maisbrei oder Stärkeköder, der längere Zeit den Fliegen zum Frasse diente, viel stärker angegangen wird, als ein frischer Köder. Die süssen Frassstellen regen die Fliegen sofort zum Saugen an und Verweilen, während auf dem frischen Maisbrei von den Fliegen zuerst nur kurz mit dem Rüssel getippt wird. Er ist noch nicht süss. Hier entstehen erst nach und nach, wenn die Fliegen dann fressend zu verweilen beginnen, attraktive Frassstellen.

Wir verstehen jetzt auch, warum ein länger feucht oder trocken aufbewahrter, den Fliegen längere Zeit exponierter Maisbrei seine Attraktivwirkung nicht verliert. Die zuckerhaltigen Frassstellen bleiben auch beim Trocknen der Köder erhalten. Würde es sich beim Fly-factor um einen flüchtigen Stoff handeln, dann müsste dieses Phänomen nicht mehr auftreten.

### Zusammenfassung über den Fly-factor in den Versuchen nach Barnhart und Chadwick

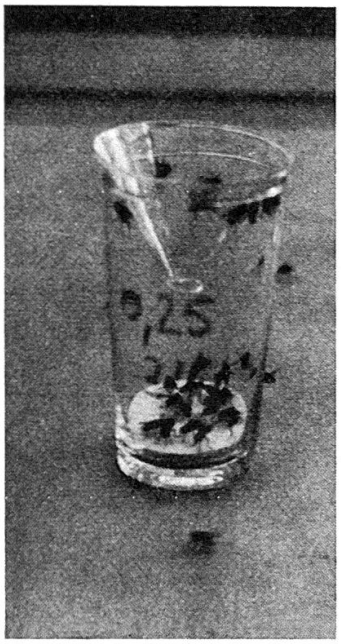
Anhand dieser Versuche dürfen wir den Schluss ziehen, dass der Fly-factor, den BARNHART und CHADWICK erstmals beobachtet und beschrieben haben, durch die Frasstätigkeit der Fliegen auf dem entsprechenden Substrat entsteht. Dabei wird aber kein von den Autoren vermuteter, von den Fliegen erzeugter oder abgegebener *unbekannter Attraktivstoff* deponiert, sondern der attraktive Fly-factor tritt in unserem Falle nur dann ein, wenn die Fliegen an den Frassstellen mit ihrem Speichel aus Stärke Zucker herstellen, wie dies beim Maisbrei und der Stärkelösung der Fall ist. Es ist also der Fliegenspeichel, der den Attraktivstoff oder Fly-factor bildet, der hier im speziellen Zucker darstellt. Gelatine und Milch ergaben keinen Fly-factor, da bei diesen beiden Stoffen anscheinend durch den Fliegenspeichel kein Produkt entstand, das von den Fliegen lieber gefressen würde als das Substrat selbst. Es entsteht dabei vor allem kein Zucker.

Zucker gehört bei *Musca* bekanntlich zu den Stoffen, die sie für ihren Betriebsstoffwechsel unter allen Umständen benötigt und ihn deshalb auch eifrig aufsucht (7). Der auf dem stark besuchten Köder gebildete Zucker veranlasst die Fliegen auch sofort zum Fressen, wodurch sie weiter zur erhöhten Attraktivwirkung beitragen, also den Fly-factor verstärken.

In diesen Versuchen spielt die Feuchtigkeit des Substrates nur eine ganz untergeordnete Rolle, da es durchgehends feucht war, also dem Feuchtigkeitsbedürfnis der Fliegen entsprach.

## DER FLY-FACTOR IN DEN VERSUCHEN VON DETHIER

Es wurde versucht, auch den Fly-factor den DETHIER beim Zucker feststellte zu analysieren. Die in unseren, DETHIER nachgebildeten




Glastrichterfallen (Abb. 4) getätigten Fänge waren sehr grossen Schwankungen unterworfen, ähnlich wie dies auch ACREE et al. beobachteten. Alle Versuche wurden im grossen Fliegenkasten mit 2000–3000 Fliegen durchgeführt, die während den Versuchen entweder normal mit Zucker und Wasser gefüttert wurden, oder dann nur Wasser erhielten. Wie bei DETHIER liefen unsere Versuche 24 Stunden, wobei wir aber während den ersten 8 Stunden die Zahl der jeweils gefangenen Fliegen bestimmten und zudem die Lage der Gläser gegeneinander veränderten. Als Zuckerköder wurde durchgehends eine 25%ige Saccharoselösung verwendet.

Abb. 4. — Glastrichterfalle mit Fliegen, die vom zuckerwassergesättigten Filterpapier trinken.

## Wiederholung der Versuche von Dethier

Im folgenden seien die Fangergebnisse nach 24 Stunden Versuchsdauer wiedergegeben.

TABELLE 7

*1. Versuchsreihe* (2 resp. 4 Gläser aufgestellt)

| Zucker als Futter im Kasten | | Gläser mit 0,25 ml $H_2O$ | 0,5 ml $H_2O$ | 0,25 ml Zuckerwasser | 0,5 ml Zuckerwasser | rel. Luftfeuchtigkeit im Labor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | + | — | 45 | — | 128 | 52 % |
| 2 | — | — | 68 | — | 136 | 48 % |
| 3 | + | 40 | 27 | 26 | 40 | 42 % |
| 4 | — | 5 | 12 | 15 | 26 | 35 % |

*2. Versuchsreihe*

| Zucker als Futter im Kasten | | Gläser mit 0,25 ml $H_2O$ | 1 ml $H_2O$ | 0,25 ml Zuckerwasser | 1 ml Zuckerwasser | rel. Luftfeuchtigkeit im Labor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | + | — | 125 | — | 198 | 53 % |
| 2 | — | — | 74 | — | 119 | 50 % |
| 3 | + | 14 | 20 | 28 | 25 | 44 % |
| 4 | — | 22 | 27 | 13 | 18 | 40 % |

In beiden Versuchen fing man mit je 2 Gläsern im Total bedeutend mehr Fliegen, als bei denjenigen mit 4 Gläsern. Zudem trat der Fly-factor von DETHIER nur in den Versuchen mit den 2 Gläsern deutlich auf.

Diese Tatsachen hängen sehr wahrscheinlich, wie wir noch sehen werden, mit dem unterschiedlichen Verschmiertwerden der Trichter durch die aus den Zuckergläsern entwichenen Fliegen zusammen. Bei zwei Gläsern war der Anflug nur auf diese beiden Gläser konzentriert, so dass sich beim Zuckerglas ein stärkeres Verschmieren des Trichters einstellte, als wenn 2 Zucker- und 2 Wassergläser aufgestellt waren.

Das Quantum Lockflüssigkeit in den Gläsern, die relative Luftfeuchtigkeit im Labor, sowie die unterschiedliche Fütterung der Fliegen während der Versuche scheint in unseren Versuchen keinen entscheidenden Einfluss auf die Fangergebnisse zu haben.

### 3. *Versuchsreihe : Versuche mit gebrauchten, verschmierten Glastrichtern*

DETHIER kommt zum Schluss, dass gebrauchte, von aus den Zuckerwasserködergläsern entwichenen Fliegen verschmierte Trichter, den Fly-factor für einige Zeit konservieren, d. h. dass Fallen mit Wasser oder Zuckerwasser durch das Aufsetzen dieser Trichter stark Fliegen anlocken.

Die zu den nachfolgenden Versuchen verwendeten Trichter wurden durchgehends von Gläsern genommen, die in Versuchen am Vortage auffallend viele Fliegen gefangen hatten, also sicher stark verschmiert waren. Während der Versuche erhielten die Fliegen nur Wasser.

TABELLE 8

*Versuche mit 25%igem Zuckerwasser in den Ködergläsern*

| Versuchs-nummer | Verschmierter Trichter, verschmiertes Glas | Verschmierter Trichter, neues Glas | Neuer Trichter verschmiertes Glas | Neuer Trichter neues Glas |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 61 | 42 | 18 | 21 |
| 2 | 106 | 71 | 25 | 30 |
| 3 | 208 | 260 | 52 | 46 |
| | 365 | 373 | 95 | 97 |

*Versuche mit Wasser als Köder*

| Versuchsnummer | Neuer Trichter | Verschmierter Trichter, frisch | Verschmierter Trichter, getrocknet |
|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 43 | 31 |
| 2 | 24 | 58 | 27 |
| 3 | 8 | 47 | 27 |
| | 48 | 148 | 85 |

Bei diesen beiden Versuchen zeigt sich, dass sowohl beim Zucker- als auch beim Wasserköder die gebrauchten Trichter innert 24 Stunden ca. 3 mal so viel Fliegen fingen als solche, die einen neuen, frischen Trichter aufwiesen. Ob dabei ein altes, gebrauchtes Glas oder ein frisches verwendet wurde, hatte keinen sichtbaren Einfluss auf das Fangergebnis.

*Die Ergebnisse von* DETHIER *konnten hier bestätigt werden.* Der Fly-factor rührt, wie dies auch DETHIER feststellte, bei den Fliegengläsern von einem Depositum her, das die aus den Zuckergläsern entwichenen Fliegen auf der konkaven Trichterseite zurücklassen. Dass im Verlaufe von 24 Stunden sehr viele Fliegen die mit dem Zuckerwasser versehenen Trichtergläser verlassen, konnte durch mit Dimetilan vergiftetem Zuckerwasser in den Gläsern bewiesen werden. Die Fänge in den vergifteten Gläsern waren meist 3–4 mal grösser als in den nicht vergifteten.

## Analyse des Fly-factors

*Chromatographische Untersuchung der verschmierten Trichter und der gebrauchten Filterpapier-Rondellen*

Verschiedene stark verschmierte Trichter, bei denen der Belag direkt sichtbar war, wurden nach dem jeweiligen Versuchsende auf ihrer konkaven Seite mit wenig Wasser gründlich gewaschen und dieses Wasser wurde hierauf auf 0,25 ml eingeengt. Dieses Konzentrat wurde nun auf Zucker chromatographiert, zum Teil als Tupfenchromatogramm, zum Teil als Laufchromatogramm und die bei deren Entwicklung entstandenen Flecken wurden dann im Densitometer gemessen.

Die Tupfenchromatogramme zeigen, dass die stark verschmierten Glastrichter recht ansehnliche Zuckerspuren aufwiesen, und die Laufchromatogramme ergaben, dass es sich bei diesen Zuckern um *ein Gemisch von Saccharose, Glucose und Fructose* handelt, und zwar nach den Densitometerwerten zu schliessen um ca. 40–50 % Saccharose und entsprechend Glucose und Fructose.

Dasselbe Zuckergemisch finden wir auch auf den Zuckerwasser-Rondellen im Fangglas. Die mit 25%igem Zuckerwasser imprägnierten Filterpapier-Rondellen in Gläsern, die auffallend viel Fliegen gefangen hatten, wurden ebenfalls eluiert und im Streifenchromatogramm auf Zucker chromatographiert. Die Chromatogramme zeigen neben Saccharose ebenfalls 20–40 % Glucose und Fructose, die durch den Speichel der leckenden Fliegen aus der Saccharose gebildet worden sind.

Diese Glucose-Fructose-Bildung aus der Saccharoselösung auf den Filterpapieren in den Glasfallen ist sehr verständlich, weil die Fliegen in den Fallen zeitweise sehr intensiv Zuckerwasser fressen (s. auch Seite 98).

*Bedeutung der Glucose-Fructose-Bildung beim Fly-factor*

Die entweichenden Fliegen deponieren nun von diesem Zucker, den sie aus den Rondellen aufnehmen neben erbrochenem Zucker auf der konkaven Seite des Trichters, der dadurch auch für andere Fliegen interessant wird. Das gleiche Zuckergemisch findet man auch auf den Trichtern der Wassergläser, allerdings meist in bedeutend geringerer Menge. Er rührt ebenfalls von Fliegen her, die aus den Zuckergläsern entwichen sind und sich dann auf diesen Trichtern niedergelassen. Die oft grossen Fänge in den Wassergläsern sind wahrscheinlich auf solche Zuckerspuren zurückzuführen (s. Tabelle 7).

Dieses mit Fliegenspeichel vermischte Zuckergemisch auf den Trichtern ist zähflüssig und es kristallisiert, wahrscheinlich wegen dem Speichelzusatz, erst nach Tagen an der Laborluft aus.

Vergleicht man miteinander einen frisch verschmierten und einen 2 Tage im Labor aufbewahrten, verschmierten Trichter, dann geht die Lockwirkung, wie aus Tabelle 8 ersehen werden kann, deutlich zurück, ist aber doch noch stärker als beim sauberen Trichter. DETHIER deutet diesen auch von ihm beobachteten Rückgang der Attraktivwirkung der Trichter im Verlaufe der Zeit dahin, dass diese Verschmierung flüchtige Stoffe enthalte, die eben nach einiger Zeit verschwinden. Dies scheint meiner Ansicht nach nicht zuzutreffen, sondern der Rückgang ist einfach auf das mehr oder weniger starke Austrocknen des Zuckerbelages zurückzuführen. Dass DETHIER durch ein Bestreichen der konkaven Innenseite der Trichter mit Zucker, also reiner Saccharose, viel geringere Fänge erzielte als mit den verschmierten Trichtern, ist wohl dadurch zu erklären, dass die verschmierten Trichter nicht einfach Saccharose aufweisen, die rasch auskristallisiert, sondern ein Gemisch von Saccharose, Glucose und Fructose, und zudem in flüssiger bis zähflüssiger Form das einerseits von den Fliegen viel lieber genommen wird als trockene Saccharose (s. Seite 98) und andererseits wegen ihrer Konsistenz von den Fliegen auch leichter tarsal wahrgenommen wird.

Ein weiterer Beweis dafür, dass die Zuckerspuren auf dem Trichter der mit Zuckerwasser beköderten Glasfallen die Fliegen in die Fallen führen, und dass hier keine Geruchskomponente mitspielt, konnte durch Ersatz der Glastrichter durch Filterpapiertrichter erbracht werden, wobei auf der konkaven Seite des Glastrichters ein entsprechendes Filterpapier aufgelegt wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Sobald der Glastrichter beim Zuckerwasserköder durch Filterpapier ersetzt wird, geht die Lockwirkung des Köders zurück und erreicht das Niveau der Wasserköder. Während auf den Glastrichtern Zuckerspuren in zähflüssiger Form dem Tarsenkontakt der Fliegen zugänglich sind, verschlüpfen sie beim Filterpapier und kommen so nicht zur Wirkung. Sollte eine Geruchskomponente vorhanden sein, dann sollte sie auf dem Filterpapier in Erscheinung treten.

TABELLE 9

| Versuchsnummer | Zuckerwasser | | Wasser |
|---|---|---|---|
| | Glastrichter | Papiertrichter | Glastrichter |
| 1 | 74 | 21 | 23 |
| 2 | 112 | 30 | 36 |
| 3 | 89 | 25 | 40 |
| | 275 | 76 | 99 |

*Entstehung des Fly-factors mit anderen Zuckern*

Es fragte sich nun, ob auch mit anderen Zucker als Köder verwendet, der gleiche Effekt zu erzielen sei, wie mit der Saccharose. Die Resultate dieser Versuche sind in Tabelle 10 zu finden.

TABELLE 10

| Versuchs-nummer | Maltose | Glucose | Fructose | Saccharose | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 31 | 28 | 40 | 37 | 17 |
| 2 | 17 | 4 | 21 | 10 | 8 |
| 3 | 39 | 53 | 133 | 47 | 19 |
| | 87 | 85 | 194 | 94 | 44 |

Wir stellten fest, dass man den Fly-factor nicht nur mit Saccharose sondern auch mit Maltose, Glucose und interessanterweise besonders stark mit Fructose erhält. Es sind dies alles Zucker, die die Stubenfliege sehr gerne zu sich nimmt und von denen nur die Maltose und die Saccharose durch den Fliegenspeichel einen Abbau erfahren. Dies deutet in erster Linie darauf hin, dass dem Zucker als solchem eine Lockwirkung zukommt. Die Fallen werden auch hier dadurch fängig, dass entweichende Fliegen Zuckerspuren auf dem Trichter zurücklassen, die wahrscheinlich zudem durch die Beimengung von Speichel länger flüssig bleiben. Diese Zuckerspuren führen dann andere Fliegen in die Fallen. Hier ist demnach der Fly-factor je nach Zucker etwas anders zusammengesetzt. Er wirkt aber im Prinzip immer gleich, indem er die Fliegen in die Fallen lockt.

*Fly-factor und Feuchtigkeit*

ACREE et al. fanden, dass besonders die Feuchtigkeitsdifferenz zwischen dem Zuckerköderglas und der Aussenluft in hohem Masse für die Fängigkeit der Zuckerköder verantwortlich sei. Dies trifft sicherlich

zu, denn wie Wägungen ergeben haben, bleiben die mit dem 25%igen Zuckerwasser imprägnierten Filterpapiere in den Fallen viel länger feucht als die mit Wasser imprägnierten. Sie behalten also die Feuchtigkeitsdifferenzen viel besser als das Wasser allein. Weiter ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die von den Fliegen in den Gläsern produzierte Feuchtigkeit zu der grösseren Lockwirkung der Zuckergläser im Sinne von ACREE et al. beiträgt.

*Fly-factor und optische Reize*

Möglicherweise ist nicht zuletzt auch *ein optischer Reiz* vorhanden, der die Fliegen veranlasst, die Köderfallen mit vielen Fliegen besonders stark aufzusuchen. DETHIER stellte zwar fest, dass Ködergläser, bei denen durch dünnes, weisses Papier die optische Wirkung der gefangenen Fliegen im Glase ausgeschaltet wurde, gleiche Fänge erzielten wie nicht optisch abgeschirmte.

Die folgenden Versuche deuten aber doch auf eine optische Komponente hin (s. Tabelle 11).

Diese Versuche zeigen deutlich, dass ein schwarzes, trockenes Glanzpapier als Köder in den Glastrichterfallen eine mindestens ebenso grosse Lockwirkung auf die Fliegen hat, wie ein durch Zuckerwasser angefeuchtetes, weisses Filterpapier. In gleicher Weise locken 30 getrocknete Fliegen die Fliegen im Kasten in die Falle. Man kann weiter

TABELLE 11

*1. Versuch :* 2 Gläser, am Boden derselben eine weisse Filterpapier-Rondelle, resp. eine aus Glanzpapier bestehende Rondelle, beide trocken.

| | Weisses Filterpapier | Schwarzes Glanzpapier |
|---|---|---|
| Versuchsnummer | | |
| 1 | 11 | 114 |
| 2 | 4 | 32 |
| | 15 | 146 |

*2. Versuch :* 3 Gläser, am Boden der Gläser als Rondellen :

| | Trockenes, weisses Filterpapier | Weisses Filterpapier + 0,5 ml Zuckerwasser | Trockenes, schwarzes Glanzpapier |
|---|---|---|---|
| Versuchsnummer | | | |
| 1 | 2 | 26 | 51 |
| 2 | 8 | 62 | 106 |
| | 10 | 88 | 157 |

*3. Versuch:* 3 Gläser, am Boden derselben:

| | 30 tote, getrocknete Fliegen | Schwarzes Glanzpapier, trocken | Trockenes, weisses Filterpapier |
|---|---|---|---|
| Versuchsnummer | | | |
| 1 | 48 | 33 | 3 |
| 2 | 53 | 56 | 2 |
| | 101 | 89 | 5 |

feststellen, dass ein bereits stark von Fliegen besiedeltes Fangglas, seien die Fliegen tot oder lebendig, anscheinend rein optisch zu vermehrtem Aufsuchen der Gläser veranlasst. Der Anflug an solche Gläser ist aber nicht stärker, dagegen werden die einmal im Trichterinnern sich aufhaltenden Fliegen veranlasst, in stark erhöhtem Masse in die Gläser einzudringen und zwar nicht nur durch die Zuckerreste auf dem Trichter, wie die Versuche mit den schwarzen Glanzpapierrondellen es nahelegen.

In vielen Versuchen fand zu gewissen Zeiten eine *sprunghafte Zunahme* der Fliegen in den Kögergläsern statt.

Die Versuche wurden jeweils um 10.00 Uhr angesetzt. Die Zahl der gefangenen Fliegen wurde dann jede Stunde bis um 18.00 Uhr und dann ein letztes mal um 10.00 Uhr am folgenden Tage bestimmt.

Die sprunghafte Zunahme erfolgte ziemlich regelmässig zwischen 15 und 17 Uhr, selten bis 18 Uhr, also nach der 6.–7. oder 7.–8. Versuchsstunde. Sie traten namentlich häufig beim Zuckerköder, dann auch beim Glas mit dem trockenen Glanzpapier, bei den verschmierten Trichtern, den Wasserködern und bei den mit Dimetilan vergifteten Zucker- und Wasserködern auf. Einige Beispiele hierzu sind in Tabelle 12 zu finden.

TABELLE 12

| | Stunde | Zunahme |
|---|---|---|
| Zuckerwasserköder . . . . . | 6.–7. | 34– 84 = 50 |
| | 7.–8. | 56– 94 = 36 |
| | 6.–7. | 67–178 = 111 |
| | 7.–8. | 178–205 = 27 |
| | 7.–8. | 135–204 = 69 |
| | 7.–8. | 106–140 = 34 |
| | 6.–7. | 53– 91 = 38 |
| | 6.–7. | 46–105 = 51 |
| Verschmierte Trichter. . . . . | 6.–7. | 38– 65 = 27 |
| Wasser . . . . . | 7.–8. | 8– 30 = 22 |
| | 7.–8. | 12– 36 = 24 |
| Dimetilan-Zuckerwasser . . . . | 6.–7. | 60–106 = 46 |
| | 7.–8. | 106–140 = 34 |
| Dimetilan-Wasser . . . . . | 6.–7. | 40– 64 = 24 |
| | 7.–8. | 64– 88 = 24 |
| Schwarzes Glanzpapier . . . . | 7.–8. | 23– 45 = 22 |

Dieser Sprung in der Zunahme der Fliegen in den Ködergläsern hängt sicherlich mit dem *Frassrhythmus* der mit Zucker gefütterten Fliegen zusammen.

Viele Beobachtungen haben ergeben, dass die mit Zucker gefütterten Fliegen im Verlaufe des Tages zwei deutliche Frassmaxima aufweisen ; das erste am Morgen zwischen 8 und 10 Uhr und ein zweites zwischen 15 und 17 Uhr. Zur letzteren Zeit findet man auch in den zuckerhaltigen Ködergläsern die Mehrzahl der gefangenen Fliegen unten am Papier Zucker fressend. Wenn 30 und mehr Fliegen sich im Glas befinden, ist dann der Boden des Glases schwarz von Fliegen bedeckt, der sich dann als schwarzer Fleck, gleich wie das schwarze Glanzpapier präsentiert.

Die Fliegen ausserhalb der Gläser reagieren auch auf die mit dem Zuckergemisch verschmierten Trichter zwischen 15 und 17 Uhr deutlich stärker als vorher und sie gehen auch in grösserer Zahl den Zuckerspuren nachfolgend in das Glas.

Sind die Gläser zu dieser Zeit wenig besiedelt, dann erfolgt meist eine nur geringe Zunahme, sind sie dagegen bereits stark besiedelt, wie in den Beispielen von Tabelle 12, dann erfolgt die starke, sprunghafte Neubesiedelung. Hier spielt einerseits wahrscheinlich der optische Reiz eine gewisse Rolle, andererseits führten die durch die mit der starken Besiedelung verbundene, starke Verschmierung der Trichter, eventuell auch die Feuchtigkeitsproduktion der Fliegen im Glas, die nahrungsuchenden Fliegen in die Ködergläser.

Wir stehen hier vor einem Problem, das wir noch weiter bearbeiten müssen, weshalb auf dasselbe nicht weiter eingegangen sei.

### *Fly-factor und Geruchsreize*

DETHIER hat, wie bereits angeführt, festgestellt, dass eine Abkochung von lebenden Fliegen in Zuckerwasser eine sehr starke Wirkung auf die Fliegen aufweise, so dass er annimmt, durch die Berührung der Fliegen mit dem Zucker entstehe ein Stoff, der eventuell geruchlich andere Fliegen anlocke.

Wir haben diesen Versuch etwas abgeändert wiederholt, indem wir 20 Fliegen (10 Männchen und 10 Weibchen) mit 5 ml dest. Wasser,

TABELLE 13

| Versuchsnummer | Fliegenbesuch in den Gläsern mit | | |
|---|---|---|---|
| | Zuckerhomogenat | Wasserhomogenat | 25 % Zuckerwasser |
| 1 | 109 | 166 | 62 |
| 2 | 115 | 128 | 47 |
| | 224 | 294 | 109 |

resp. 25%igem Zuckerwasser homogenisierten, das Homogenat filtrierten und 0,5 ml vom Filtrat auf das Filterpapier der Trichterglasfallen brachten. Die Gläser wurden im grossen Fliegenkasten auf ihre Lockwirkung geprüft. Siehe Tabelle 13.

*Die Ergebnisse von* DETHIER *konnten nicht bestätigt werden.*

Wenn die Fliegen an den Zucker etwas abgeben sollten, das denselben stärker anlockend macht als Zucker allein, der nicht mit Fliegen in Berührung kam, dann sollte doch ein Homogenat von Fliegen in Zuckerwasser viel stärker wirken als ein Homogenat mit Wasser. Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Beide Homogenate wirkten stärker als das Zuckerwasser. Da beide Homogenate einen deutlichen, eigenartigen Geruch aufweisen, muss angenommen werden, dass hier ein Teil der Lockwirkung geruchlich bedingt ist. Übrigens erzielt man auch den gleichen Effekt mit Homogenaten von *Blatta americana* und Kornkäfern. Es scheint also nicht ein spezifischer Lockgeruch zu sein, der vom Fliegenhomogenat ausgeht. *Musca* reagiert, wie wir wissen (6) auf die verschiedensten Geruchsstoffe positiv.

ACREE et al. haben sich eingehend damit befasst, ob die Fliegen einen Eigengeruch aufweisen, der andere Fliegen anlocken soll, wie dies BARNHART und CHADWICK vermuten. ACREE und Mitarbeiter konnten aber keinen solchen Stoff finden.

Auch unsere diesbezüglichen Versuche liessen keinen solchen Eigengeruch der Fliegen feststellen.

Bringt man in den Fliegenkasten, beschickt mit 2000–3000 normal gefütterten Fliegen, 2 mit Nylongaze überzogene Fliegenkäfige (16×16×30 cm) von denen der eine ca. 1000 gefütterte Fliegen enthält, der andere aber leer ist und beobachtet die Lockwirkung dieser beiden Käfige auf die im grossen Fliegenkasten befindlichen Fliegen, dann erhält man Resultate, wie sie in Tabelle 14 aufgeführt sind.

TABELLE 14

Der Anflug während je einer Stunde betrug:

| | Fliegenkäfig | Leerer Käfig |
|---|---|---|
| 1. | 85 | 62 |
| 2. | 73 | 90 |
| | 158 | 152 |

Die 1000 Fliegen im Nylonkäfig lockten nicht mehr Fliegen an, als der leere Käfig. Zudem kann beobachtet werden, dass der Anflug in den ersten 5 Minuten besonders rege ist, während später das Interesse der Fliegen für den Käfig erlischt.

In Anlehnung an BARNHART und CHADWICK haben wir bereits 1959 mit Auszügen von Fliegen in Aethanol Versuche angestellt, die nach Abdampfen des Lösungsmittels im Trichterglase geprüft wurden. Neben Auszügen von Fliegen wurden auch gleiche Auszüge von *Blatta americana* hergestellt, die in gleicher Weise geprüft wurden. Die Auszüge haben eine gewisse Geruchswirkung, sie riechen deutlich aromatisch. Die Auszüge von *Blatta*, die sehr stark riechen, lockten mehr Fliegen an als diejenigen von *Musca*, so dass von einem spezifischen *Musca*-Geruch, der besonders stark locken soll, nicht die Rede sein kann.

Der von DETHIER gefundene Fly-factor beim Zucker soll nicht artspezifisch sein. Der von uns am Zucker, der Stärke und am Maisbrei festgestellte Fly-factor ist sicherlich auch nicht artspezifisch, denn die Umwandlung von Stärke resp. Zucker wird sicherlich von den meisten cyclorrhaphen Fliegen beim Fressen erzeugt, und Zucker ist ja bekanntlich bei den meisten Dipteren ein sehr gesuchter Stoff. Schon diese Unspezifität des Fly-factors hätte DETHIER eigentlich auffallen sollen.

## Zusammenfassung über den Fly-factor in den Versuchen nach Dethier

Wenn wir die in diesem Kapitel mitgeteilten Versuche *zusammenfassend überblicken*, dann kommen wir zum Schluss, dass die Attraktivwirkung der mit Zucker beschickten Ködergläser resp. der Fly-factor nach DETHIER nicht mit einem unbekannten, flüchtigen Stoff in Zusammenhang steht, der durch den Kontakt der Köder besuchenden Fliegen mit dem Zuckerwasser entsteht, sondern durch 2 resp. 3 unterschiedliche Faktoren bedingt wird :

1. durch die relative Feuchtigkeit im Glas im Sinne der Anschauungen von ACREE et al. ;
2. durch ein Verschmieren der Fangtrichter mit Zuckerresten und invertiertem Zucker in flüssiger Form, die vom Zuckerwasser in der Falle stammen ;
3. möglicherweise durch optische Faktoren zusätzlich zu 1. und 2.

*Der Faktor 1*, grössere relative Feuchtigkeit des Köders, kann bedingt sein durch das 25%ige Zuckerwasser, das weniger rasch verdunstet als die gleiche Menge von Wasser auf dem Filterpapier und dann durch die Zahl der jeweils gefangenen Fliegen, die durch Abgabe von Wasserdampf einen bestimmten Feuchtigkeitsgrad erzeugen. Er kann zum Teil auch die grossen Unterschiede in den jeweils getätigten Fängen, wie auch die oft kleinen Differenzen in der Lockwirkung zwischen Wasser- und Zuckerwasserglas erklären.

Beim *Faktor 2*, verschmieren der Fangtrichter mit Zuckerresten, handelt es sich zum grössten Teil um zähflüssige, hochkonzentrierte Zuckergemische aus Saccharose, Glucose und Fructose bestehend. Solche Zuckergemische bleiben ziemlich lange flüssig, wodurch sie

auch besser von den Fliegen tarsal wahrgenommen werden können als in fester Form. Es hat, wie wir noch sehen werden auch eine stärkere Frasslockwirkung als Saccharose allein (s. Seite 98). Das gleiche Zuckergemisch wird primär im Glas durch den Frass der Fliegen am Zuckerwasser gebildet. Dieser Faktor hängt auch hier wieder, wie beim Maisbrei, mit dem Fressen der Fliegen und der damit verbundenen Speichelwirkung am Zuckerwasser zusammen (s. Seite 78).

Der *dritte, der optische Faktor*, kann eventuell dann zustande kommen, wenn sich bereits viele Fliegen im Glas befinden, die sich fressend auf dem Papier aufhalten. Er hat wahrscheinlich etwas mit dem noch zu besprechenden Herdentrieb der Stubenfliege zu tun.

## VERSUCHE MIT FLIEGENZUCKERN

Nach den Versuchen von DETHIER war anzunehmen, dass auch bei dem den Fliegen frei zugänglichen Zucker ein Fly-factor in Erscheinung trete. Auch ACREE et al. studierte diese Frage. Sie fanden, dass auch hier der Fly-factor auf Feuchtigkeit begründet sei.

Es hat sich nun gezeigt, dass mit Würfelzucker als Modell, das Auftreten und das Wesen des Fly-factors auf einfache und eindrückliche Weise studiert und analysiert werden kann.

### Der Fly-factor am Würfelzucker

*Versuchsreihe 1*

Man brachte frischen Würfelzucker für je 10 Minuten in einen kleinen Fliegenkasten, der von einigen hundert, leicht hungrigen Fliegen besiedelt war. Hier wurde der Zucker innert ganz kurzer Zeit so stark von ausgiebig fressenden Fliegen besiedelt, dass er bald vor lauter

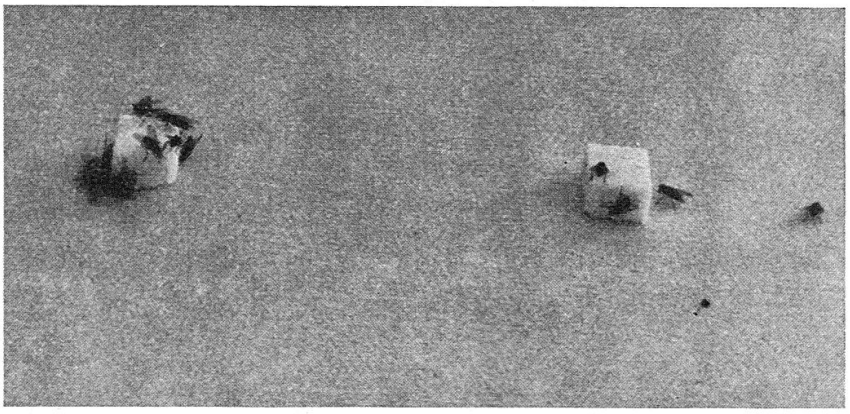


Abb. 5. — Fly-factor an Würfelzucker. Zucker links war vorausgehend 10 Minuten vielen Fliegen zum Frasse vorgelegt worden. Zucker rechts ist ganz frisch. Besiedlung nach der 1. Expositionsminute.

Fliegen nicht mehr gesehen werden konnte. Diese Würfelzucker, die wir in der Folge als *Fliegenzucker* bezeichnen wollen, wurden jeweils zusammen mit einem ganz frischen Würfelzucker in den grossen Fliegenkasten zu zweitausend mit Wasser und Zucker gefütterten Fliegen gebracht. Es wurde nun, wie in den Maisbreiversuchen, die Besiedlung der beiden Würfelzucker und das Verhalten der Fliegen auf denselben beobachtet.

Vergleich der Besiedlung durch Fliegen am Fliegenzucker und am frischen Zucker, 5 Minuten unverändert (s. Abb. 5).

TABELLE 15

| Abnahmezeiten | Fliegenzucker | | | | | | Frischer Zucker | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. | 2. | 3. | ⌀ | % | ⌀ % | 1. | 2. | 3. | ⌀ | % | ⌀ % |
| 1 Minute | 16 | 26 | 25 | 22 | 80 | | 7 | 2 | 5 | 5 | 20 | |
| 2 Minuten | 21 | 14 | 37 | 24 | 71 | | 5 | 16 | 10 | 10 | 29 | |
| 3 Minuten | 33 | 22 | 44 | 33 | 69 | 73 | 16 | 13 | 16 | 15 | 31 | 27 |
| 4 Minuten | 36 | 25 | 52 | 38 | 74 | | 12 | 4 | 23 | 13 | 26 | |
| 5 Minuten | 41 | 29 | 56 | 42 | 72 | | 19 | 3 | 28 | 17 | 28 | |

Der gleiche Versuch wurde so ausgeführt, dass nach jeder Minute die Fliegen verjagt und die Lage der Zucker gegeneinander verändert wurde.

TABELLE 16

| Abnahmezeiten | Fliegenzucker | | | | | | | Frischer Zucker | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | ⌀ | % | ⌀ % | 1. | 2. | 3. | 4. | ⌀ | % | ⌀ % |
| 1 Min. | 26 | 7 | 3 | 8 | 11 | 78,6 | | 2 | 2 | 3 | 6 | 3 | 21,4 | |
| 2 Min. | 14 | 11 | 11 | 10 | 12 | 75,0 | | 4 | 6 | 4 | 3 | 4 | 25,5 | |
| 3 Min. | 22 | 4 | 11 | 13 | 13 | 72,3 | 72 | 6 | 3 | 5 | 7 | 5 | 27,7 | 28 |
| 4 Min. | 25 | 18 | 12 | 16 | 17 | 73,9 | | 8 | 4 | 4 | 6 | 6 | 26,1 | |
| 5 Min. | 19 | 7 | 14 | 8 | 12 | 63,2 | | 5 | 3 | 10 | 7 | 7 | 36,8 | |

Diese Versuche lassen deutlich erkennen, dass ein Würfelzucker, der 10 Minuten stark von fressenden Fliegen besiedelt worden war, im Wahlversuch mindestens doppelt so stark von den Fliegen angegangen wird, als ein frischer Zucker. Zudem wird er auch sofort von viel mehr Fliegen zum Frasse aufgesucht, wie dies namentlich deutlich aus der fraktionierten Besiedlung in Tabelle 16 ersichtlich ist. Es tritt also auch beim Würfelzucker die Erscheinung ein, die BARNHART und CHADWICK beim Maisbrei beobachteten und als Fly-factor bezeichneten.

*Versuchsreihe 2*

Vergleicht man die Besiedlung von Zuckern, die verschieden lange fressenden Fliegen exponiert wurden, miteinander, dann erhält man ein Bild, wie es in Tabelle 17 zu finden ist (Mittel aus 2 Versuchen).

TABELLE 17

| Abnahmezeiten | Die Zucker wurden den Fliegen exponiert: | | |
|---|---|---|---|
| | 0 Min. | 10 Min. | 2 Stunden |
| 1 Minute . . . . . | 2 | 9 | 16 |
| 2 Minuten . . . . . | 0 | 19 | 21 |
| 3 Minuten . . . . . | 5 | 19 | 28 |
| 4 Minuten . . . . . | 3 | 26 | 33 |
| 5 Minuten . . . . . | 5 | 29 | 31 |

Die Unterschiede in der Besiedlung der 10 Minuten und 2 Stunden exponierten Zucker sind nicht bedeutend und sie scheinen auch nicht gesichert zu sein. Dagegen sind die Unterschiede gegenüber dem frischen Zucker, wie in den vorausgehenden Versuchen gross und sie lassen sich durch mehrmalige Wiederholung sichern. Verwendet man zu diesen Versuchen Zucker, die schon tagelang den Fliegen zur Nahrung dienten, dann ist dieser Zucker nicht wesentlich attraktiver als ein solcher, an dem nur 10 Minuten viele Fliegen sehr intensiv gefressen hatten.

*Der Fly-factor am Zucker lässt sich also durch länger andauernden Fliegenfrass nicht beliebig steigern.*

## Analyse des Fly-factors am Würfelzucker

*Beobachtungen über das Verhalten der Fliegen auf dem frischen und dem Fliegenzucker*

Beim Frass der Fliegen auf diesen beiden Zuckern konnten interessante Unterschiede gefunden werden, die zur Erklärung des Fly-factors beitragen können.

Legte man in den grossen Fliegenkasten, 20 cm auseinander, einen frischen und einen Fliegenzucker, und beobachtete die Erstbesiedlung dieser Zucker durch zulaufende Fliegen, dann wurde folgendes Verhältnis festgestellt:

20 Beobachtungen, 2 mal in Abständen von 2 Stunden:

erster Besuch beim Fliegenzucker 9 mal, 12 mal Mittel 10,5 mal
» » » frischen Zucker 11 mal, 8 mal Mittel 9,5 mal

Im Auffinden und der Erstbesiedlung der beiden Zucker sind demnach keine Unterschiede zu finden. *Der Fly-factor, der sich nachher beim Fliegenzucker zeigt, kann nicht durch eine geruchliche Attraktivwirkung bedingt sein.*

Hat eine Fliege den Fliegenzucker gefunden, dann beginnt sie in der Regel sofort zu saugen, ohne dass sie auf dem Zucker umherläuft, um eine geeignete Saugstelle zu suchen. Am frischen Zucker dagegen zeigen die Fliegen nach dem Auffinden denselben eine gewisse Erregung, indem sie zuerst rüsselnd rasch auf dem Zucker umherlaufen und nur wenige, meistens nur kurz dauernde Saugversuche anstellen. In vielen Fällen laufen sie aber ohne richtig zu saugen davon, begeben sich meist direkt zum Fliegenzucker, der schon von anderen Fliegen besiedelt ist. In anderen Fällen kehren die Fliegen wieder zum frischen Zucker zurück, meistens auf einem bogenförmigen Wege und das gleiche Spiel beginnt von neuem.

Die ersten richtigen Saugversuche kommen beim frischen Zucker meist erst nach 30–40 Sekunden Exposition zustande. Wenn nun eine Fliege am frischen Zucker richtig zu saugen beginnt, dann erscheint in der Regel kurz darauf eine zweite, die genau an der gleichen Stelle zu saugen versucht und oft auch versucht, die bereits saugende Fliege zu verdrängen. Das Verhalten der Fliegen auf dem Würfelzucker erinnert stark an dasjenige, das wir auch beim Maisbrei beobachteten.

Diese Erscheinungen deuten wie beim Maisbrei darauf hin, dass der Fliegenzucker eine besondere Eigenschaft aufweisen muss, der die Tiere veranlasst, sofort mit dem Saugen zu beginnen und die sich auch längere Zeit am Zucker festhält, wodurch dann die Massenansammlungen entstehen. Diese Eigenschaften wurden nun zu eruieren versucht.

*Tarsale Berührung des Zuckers und Fly-factor*

In einer grossen Petrischale befanden sich 100 normale, leicht hungrige Fliegen, in einer anderen gleichviele Fliegen, deren Rüssel mit Nagellack zugeklebt waren. In beide Schalen legte man für 2 Stunden je einen Würfelzucker. Die normalen Fliegen frassen sehr ausgiebig vom Zucker, die Fliegen mit den verklebten Rüsseln dagegen versuchten immer und immer wieder vom Zucker, den sie tarsal feststellten zu fressen und sie liefen dabei aufgeregt auf demselben umher. Die beiden Zucker wurden dann im grossen Fliegenkasten zusammen mit einem ganz frischen Zucker gegeneinander auf Fliegenbesuch getestet und zwar mit dem Ergebnis, wie es in Tabelle 18 aufgeführt ist.

TABELLE 18

| Abnahmezeit | Frischer Zucker | Zucker von Fliegen mit verklebtem Rüssel | Zucker von normalen Fliegen |
|---|---|---|---|
| 1 Minute . . . . . | 2 | 3 | 15 |
| 2 Minuten . . . . . | 6 | 5 | 25 |
| 3 Minuten . . . . . | 3 | 2 | 33 |
| 4 Minuten . . . . . | 8 | 12 | 37 |
| 5 Minuten . . . . . | 11 | 5 | 44 |

Der Zucker, auf dem die Fliegen nur umherliefen, nicht aber saugen und fressen konnten, zeigt den gleichen Fliegenbesuch wie ein frischer Zucker, während auf dem Zucker der vorher von den Fliegen beleckt worden war, die bereits in den vorausgehenden Versuchen beobachteten Fliegenansammlungen auftraten.

Der Fly-factor muss daher mit dem Frass der Fliegen am Zucker in engstem Zusammenhange stehen, und er hat keine Beziehung zu irgendwelchen tarsalen Ausscheidungen der Fliegen, die auf dem Zucker umherlaufen. Es handelt sich also nicht um eine Art Spurengeruch, den die den Zucker besuchenden Fliegen demselben mitteilen und der dann von anderen Fliegen wahrgenommen werden kann.

*Aussehen des Fliegenzuckers*

Ein tagelang von Fliegen befressener Würfelzucker ist an seiner Oberfläche stark ausgehöhlt oder korrodiert. Die Fliegen haben aus demselben direkt Löcher herausgefressen. Bringt man auf einen solchen alten Fliegenzucker, sowie auf einen frischen Würfelzucker in Alkohol gelöste Farbe, dann kann im Gegensatz zum frischen Zucker festgestellt werden, dass der Fliegenzucker ganz porös geworden ist, Löcher und Kanäle aufweist, die nicht durch den Fliegenrüssel entstanden sein können. Es scheint viel mehr, als ob der beim Fressen abgegebene Speichel für diese Löcher und Kanäle im Zucker verantwortlich wäre (s. Seite 95).

An alten und auch an frischen Fliegenzuckern, die viele Saugstellen aufweisen, sind diese Stellen deutlich glänzend und klebrig. Gleichzeitig erscheint der Fliegenzucker auch feuchter zu sein als ein frischer Zucker.

*Chromatogramme der Fliegenzucker*

An Würfelzuckern, die sich 24 Stunden in einem dicht besiedelten kleinen Fliegenkäfig befinden, wurden die nach dieser Zeit deutlichen Frasspuren aufweisende Oberfläche abgeschabt und in dest. Wasser gelöst. Es wurde eine 5%ige Lösung hergestellt. Von derselben wurden 0,01 ml als Tropfen auf Elphorstreifen aufgetragen und auf Zucker hin chromotographiert.

In dieser Zuckerlösung konnten neben grossen Mengen unabgebauter Saccharose recht ansehnliche Mengen von Glucose und Fructose nachgewiesen werden. Der Fliegenzucker zeigt demnach auf seiner Oberfläche in Glucose und Fructose abgebaute Saccharose, die beim Saugen der Fliegen auf dem Zucker durch den abgegebenen Speichel entstanden sein müssen. Dieser abgebaute Zucker liegt in flüssiger, leicht klebriger Form vor und er kristallisiert nur schwer aus.

*Feuchtigkeit des Fliegenzuckers und ihre Bedeutung für den Fly-factor*

Da die Fliegenzucker deutlich feuchter als die Kontrollzucker erscheinen, wurde der Wassergehalt der beiden Zucker bestimmt.

Je 5 Würfelzucker wurden 1 und 3 Stunden in einen kleinen Fliegenkasten mit ca. 1000 Fliegen gebracht, wo sie konstant sehr stark von fressenden Fliegen belagert wurden. Nach dieser Exposition wurden die Zucker sofort gewogen, kamen dann für 70 Stunden zur Trocknung in einen Exsikkator und es wurde hierauf die Gewichtsdifferenz bestimmt. Im Mittel betrug sie, ohne gesicherte Unterschiede in der Expositionszeit zu zeigen, pro Zucker aus 3 Versuchen berechnet 8,5 mg oder 0,02 %. ACREE et al. kamen zu deutlich höheren Werten.

Die Feuchtigkeit des Fliegenzuckers rührt vom Speichel und vomierten Kropfsaft der den Zucker besuchenden Fliegen her, wie indirekt aus dem folgenden Versuch hervorgeht.

Würfelzucker wurden mit wasserlöslichem Methylenblau gleichmässig bestäubt und in einem kleinen Käfig vielen Fliegen vorgesetzt, die sich sofort hinter den Zucker hermachten. Die saugenden Fliegen zeigten sehr bald blaue Bäuche, bedingt durch den blau angefärbten, in den Kropf aufgenommenen Zucker.

Nach 30 Minuten wurde der Zucker herausgenommen. Seine Oberfläche war nun nicht mehr blau bestäubt, sondern stark blau angefärbt. Die Farbe war aber teilweise auch bis zu einer Tiefe von 2–3 mm in den Zucker eingedrungen und zwar sicherlich durch den Speichel, der vom Methylenblau angefärbt, durch Kapillarwirkung vom Zucker eingesogen wurde.

Der Fliegenzucker unterscheidet sich von einem frischen nie von Fliegen besuchten Zucker

1. durch den etwas höheren Wassergehalt ;
2. durch das Vorhandensein von deutlich nachweisbaren Mengen von abgebauter Saccharose, als Glucose und Fructose in klebriger Form, hauptsächlich auf der Zuckeroberfläche nachzuweisen.

Dieses Zuckergemisch ist wahrscheinlich auch für die grössere Hygroskopizität der Fliegenzucker verantwortlich, die auch ACREE et al. bei ihren Fliegenzuckern feststellten.

Die Bedeutung dieser beiden Zuckerveränderungen im Zusammenhang mit dem Fly-factor wurde studiert und dabei zuerst geprüft, ob durch schwaches Anfeuchten eines frischen Zuckers seine Attraktivwirkung erhöht werde.

*a*) Frischer Zucker, 30 Minuten in feuchte Kammer verbracht und gegen nicht feuchten Zucker geprüft. Wasseraufnahme ca. 0,03–0,05 %, also etwas höher als bei einem stark besuchten Fliegenzucker.

Der leicht angefeuchtete Zucker wird von den Fliegen rasch stark aufgesucht und es wird an ihm auch sofort ausgiebig geleckt und gefressen. Das Verhalten der Fliegen ist also gleich wie am Fliegenzucker. *Feuchtigkeit gehört zum Fly-factor.*

TABELLE 19

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch, Mittel aus 3 Versuchen | |
|---|---|---|
| | Frischer Zucker | Feuchter Zucker |
| 1 Minute . . . . . | 1 | 10 |
| 2 Minuten . . . . . | 2 | 16 |
| 3 Minuten . . . . . | 5 | 21 |
| 4 Minuten . . . . . | 3 | 28 |
| 5 Minuten . . . . . | 5 | 34 |

*b*) Vergleich von Fliegenzucker (30 Minuten Fliegenbesuch) und Zucker, der 30 Minuten in der feuchten Kammer war (s. Abb. 6).

TABELLE 20

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch, Mittel aus 3 Versuchen | |
|---|---|---|
| | Feuchter Zucker | Fliegenzucker |
| 1 Minute . . . . . | 8 | 11 |
| 2 Minuten . . . . . | 15 | 14 |
| 3 Minuten . . . . . | 21 | 18 |
| 4 Minuten . . . . . | 27 | 24 |
| 5 Minuten . . . . . | 35 | 38 |

Ein 30 Minuten in einer feuchten Kammer angefeuchteter Zucker hat für die Fliegen denselben Attraktivwert wie ein Fliegenzucker.

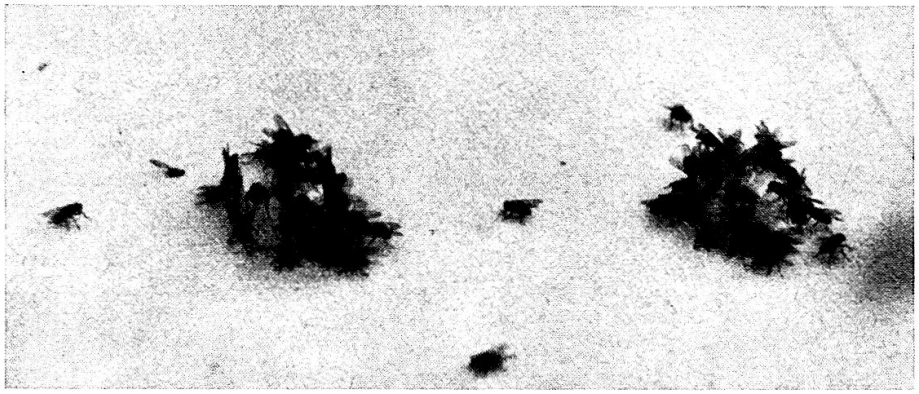


Abb. 6. — Zwei Würfelzucker. — Links: 30 Minuten in feuchter Kammer angefeuchtet; rechts: vorgängig 30 Minuten starker Fliegenfrass. — Besiedlung nach der 5. Minute.

*c*) Vergleich von frischem Zucker, Fliegenzucker, beide bei 110°C 20 Minuten getrocknet, und frischem Fliegenzucker. Beide Fliegenzucker 30 Minuten Exposition. Mittel aus 3 Versuchen.

TABELLE 21

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf | | |
|---|---|---|---|
| | Frischem Zucker | Frischem Fliegenzucker | Fliegenzucker 20 Min. bei 110° C getrocknet |
| 1 Minute | 1 | 15 | 4 |
| 2 Minuten | 3 | 24 | 6 |
| 3 Minuten | 2 | 26 | 15 |
| 4 Minuten | 5 | 38 | 28 |
| 5 Minuten | 5 | 47 | 23 |

Beim Fliegenzucker geht durch das Erwärmen und das damit verbundene Trocknen die Attraktivwirkung deutlich zurück, sie ist aber immer noch höher als beim frischen Zucker. Auffallend ist dabei, dass in den ersten zwei Minuten zwischen dem getrockneten Fliegenzucker und dem frischen Zucker keine wesentlichen Unterschiede bestehen, und dass erst nach der dritten Minute der Besuch stetig zunimmt.

*d)* Vergleich von frischem Fliegenzucker und Fliegenzucker, der 14 Tage in trockener Laborluft ohne weiteren Fliegenbesuch aufbewahrt wurde. Mittel aus 2 Versuchen.

TABELLE 22

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf | | |
|---|---|---|---|
| | Frischem Zucker | Frischem Fliegenzucker | 14 Tage altem Fliegenzucker |
| 1 Minute | 0 | 18 | 2 |
| 2 Minuten | 2 | 26 | 5 |
| 3 Minuten | 2 | 34 | 10 |
| 4 Minuten | 5 | 41 | 16 |
| 5 Minuten | 7 | 43 | 26 |

Ähnlich wie im Versuch *c)* verliert der Fliegenzucker auch durch die längere Lagerung von seiner Attraktivwirkung. Der Fliegenzucker gibt, wie Wägungen ergaben, nach und nach seinen erhöhten Wassergehalt ab, allerdings weniger rasch als ein frischer Zucker, der sich vorher 30 Minuten in der feuchten Kammer befand.

Diese Erscheinung ist sehr wahrscheinlich auf das in zähflüssiger Form vorhandene Glucose-Fructose-Gemisch zurückzuführen, das mit dem Fliegenspeichel zusammen hygroskopischer ist als die Saccharose.

Auffallend ist auch hier der geringe Fliegenbesuch beim getrockneten Fliegenzucker in den ersten 2 Minuten und die stetige Zunahme in einem späteren Moment (s. Seite 105).

*Fructose-Glucose-Bildung im Zusammenhang mit dem Fly-factor*

Es wurde untersucht, ob der abgebaute Zucker, der sich auf der Oberfläche des Fliegenzuckers befindet, einen Zusammenhang mit dem Fly-factor hat, oder ob er einfach zum erhöhten Feuchtigkeitsgehalt des Fliegenzuckers beiträgt.

*a)* Vergleich der Attractivwirkung von eingedickter Saccharose- und Glucose-Fructoselösung.

Zu Sirupdicke eingetrocknete Lösungen von Saccharose und Glucose + Fructose (1 : 1) in gleichen Mengen auf Glasplättchen aufgetragen, wurden im grossen Fliegenkasten auf ihre Attraktivwirkung gegenüber Fliegen geprüft.

TABELLE 23

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf | |
|---|---|---|
| | Saccharose | Glucose + Fructose |
| 1 Minute . . . . . | 8 | 7 |
| 2 Minuten . . . . . | 8 | 10 |
| 3 Minuten . . . . . | 6 | 19 |
| 4 Minuten . . . . . | 10 | 25 |
| 5 Minuten . . . . . | 15 | 33 |

Eingedickte Glucose-Fructoselösung hat demnach eine deutlich stärkere Attraktivwirkung als eine Saccharoselösung. Der Unterschied wird erst nach der dritten Minute sichtbar und er würde sich, wie immer wieder festgestellt wurde, bei noch längerer Exposition noch stärker ausprägen.

*b)* Vergleich der Attraktivwirkung von Würfelzuckern :

1. angefeuchtet mit 0 05 ml Wasser ;
2. angefeuchtet mit 0,05 ml 20%iger Glucose-Fructose-Lösung (1 : 1) ;
3. Fliegenzucker, 30 Min. vielen Fliegen exponiert ;
4. frischer, trockener Zucker.

Mittelwerte aus dem Totalbesuch von 5×5 Minuten ; allgemein sehr starker Fliegenbesuch.

TABELLE 24

| | Total | % (Summe Total = 100) |
|---|---|---|
| 1. Mit Wasser angefeuchteter Zucker . . . . . | 235 | 31 |
| 2. Mit Glucose-Fructose angefeuchteter Zucker | 311 | 39 |
| 3. Fliegenzucker . . . . . | 194 | 24 |
| 4. Trockener Zucker . . . . . | 39 | 6 |

Trotzdem die Fliegen Wasser und Zucker ad libitum zur Verfügung hatten, reagierten sie auf die ausgelegten Zucker ausnehmend stark.

Am stärksten beflogen und befressen wurde der mit Glucose-Fructose angefeuchtete Zucker, dann folgte der mit Wasser angefeuchtete Zucker, der noch deutlich attraktiver war als der Fliegenzucker. Wenig besiedelt wurde der trockene Zucker. Dass die beiden benetzten Zucker stärker besiedelt wurden als der Fliegenzucker, rührt davon her, dass die ersteren viel feuchter waren als der Fliegenzucker. Hier stand den Fliegen in grösseren Mengen flüssiger und daher sofort trinkbarer Zucker zur Verfügung als dies beim Fliegenzucker der Fall war, was sich dann in der Besiedlung auswirkte. Dieser Versuch zeigt aber trotzdem recht deutlich, dass nicht nur die Feuchtigkeit, sondern auch die *Anwesenheit von Glucose und Fructose für die Attraktivität, resp. den Fly-factor des Zuckers von Bedeutung ist.*

Wenn wir die Versuche mit den durch Hitze angetrockneten Fliegenzuckern nochmals von diesem Gesichtspunkt aus ansehen, dann finden wir auch dort, dass die Fliegenzucker, trotz dem Austrocknen noch eine grössere Lockwirkung aufweisen als ein trockener frischer Zucker. Diese Eigenschaft scheint mir auf die noch auf der Zuckeroberfläche vorhandene Schicht von Glucose-Fructose zurückzuführen zu sein. Die an diesen Zucker gelangenden Fliegen beginnen in der Regel bald zu fressen, angeregt durch die Glucose-Fructose-Mischung, die allerdings nicht mehr feucht, sondern ziemlich trocken ist.

*Ergebnisse der Analyse des Fly-factors beim Würfelzucker*

*Der Fly-factor beim Würfelzucker besteht, wie wir aus den vergleichenden Versuchen schliessen dürfen, aus einer Kombination grösserer Feuchtigkeit des Zuckers und dem Vorhandensein des zähflüssigen Zuckergemisches Saccharose + Glucose-Fructose. Der Fly-factor entsteht also durch den Frass der Fliegen am Zucker in ähnlicher Weise wie auch am Maisbrei.*

## Versuche mit Zuckerwasser

Es wurde untersucht, ob durch den starken Fliegenbesuch auch bei Zuckerwasserlösungen der Fly-factor entsteht. Dies müsste nach den Versuchen von DETHIER eigentlich der Fall sein. Hier wurde der Feuchtigkeitsfaktor ausgeschaltet, der beim Würfelzucker eine grosse Rolle spielt und mit zum Fly-factor gehört.

*a)* Gleich grosse Wattewürfel wurden mit gleichen Mengen 25%igem Zuckerwasser getränkt. Ein Würfel bleibt konstant den Fliegen exponiert, die anderen Würfel kommen jeweils frisch getränkt, zum Vergleich ebenfalls in den Fliegenkasten. Es wurde nur der Totalfliegenbesuch während je 10 Minuten ausgezählt. (s. Tabelle 25.)

Die Watte, die sich konstant im Kasten befand, erfreute sich in den ersten 10 Minuten, als sie allein exponiert war, eines sehr regen Fliegenbesuches. Sie hätte also in dieser Zeit den Fly-factor erhalten sollen. Dies war nun aber, wie der Versuch zeigt, nicht der Fall. Die

TABELLE 25

| Totalfliegenbesuch auf: | | |
|---|---|---|
| Fliegenwatte im Kasten während ... Minuten | | Frischer Watte |
| 10 Minuten . . . . . | 44 | 94 |
| 40 Minuten . . . . . | 51 | 82 |
| 60 Minuten . . . . . | 41 | 72 |
| 90 Minuten . . . . . | 15 | 91 |
| Neu angefeuchtet . . . . . | 64 | 72 |

Fliegenwatte wurde im Verlaufe der Zeit immer schwächer besucht, währenddem die frischen Watten jeweils durchgehends stark von saugenden Fliegen besiedelt waren.

*Es hat sich also hier kein Fly-factor entwickelt.*

Dies hängt sicherlich damit zusammen, dass die konstant exponierte Watte, durch den Fliegenbesuch bedingt, immer trockener wurde, so dass namentlich nach 90 Minuten Exposition die Fliegen Mühe hatten, Zuckerwasser zu erhalten, während ihnen dies auf den frischen Watten immer gut möglich war. Zudem konnten die Fliegen auf den frischen Watten das Zuckerwasser jeweils ohne Mühe trinken, mussten also nicht wie beim festen Zucker denselben zuerst mit Speichel lösen. Dadurch entstand sicherlich auch kein merkbares Depot von abgebautem Zucker, der eine gewisse Attraktivwirkung hätte ausüben können.

Sobald die dauerexponierte Watte wieder angefeuchtet wurde, stieg der Besuch wieder und erreichte denjenigen der frischen Watte. Sie wies aber auch dann keinen Fly-factor auf, dh. sie wurde nicht stärker besiedelt als die Kontrollwatte.

*b)* Statt in Watte wurde das 25%ige Zuckerwasser auf Filterpapier aufgetragen, 0,5 ml/Rondelle. Verglichen wurden Rondellen, die 10 resp. 30 Minuten von vielen Fliegen besucht wurden, mit einer jeweils frisch imprägnierten Rondelle. (s. Tabelle 26.)

TABELLE 26

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf: | | |
|---|---|---|---|
| | Frischer Rondelle | 10 Min. exponierter Rondelle | 30 Min. exponierter Rondelle |
| 1 Minute | 12 | 21 | 3 |
| 2 Minuten | 15 | 34 | 5 |
| 3 Minuten | 18 | 47 | 2 |
| 4 Minuten | 24 | 55 | 2 |
| 5 Minuten | 36 | 62 | 0 |

Zu Versuchsbeginn war die frische Rondelle deutlich feucht, die 10 Minuten exponiert war durch das Saugen der Fliegen etwas angetrocknet, die 30 Minuten exponierte war ziemlich trocken. Die 10 Minuten exponierte Rondelle zeigte gegenüber der frischen einen deutlich stärkeren Fliegenbesuch, wies also den Fly-factor auf (s. Abb. 7), während die 30 Minuten exponierte von den Fliegen fast unbeachtet blieb. Wenn ein geruchlich bedingter Fly-factor, wie ihn DETHIER annimmt, vorhanden wäre, müsste er an der 30 Minuten exponierten Rondelle besonders stark vorhanden sein. Dies ist nun aber durchaus nicht der Fall.

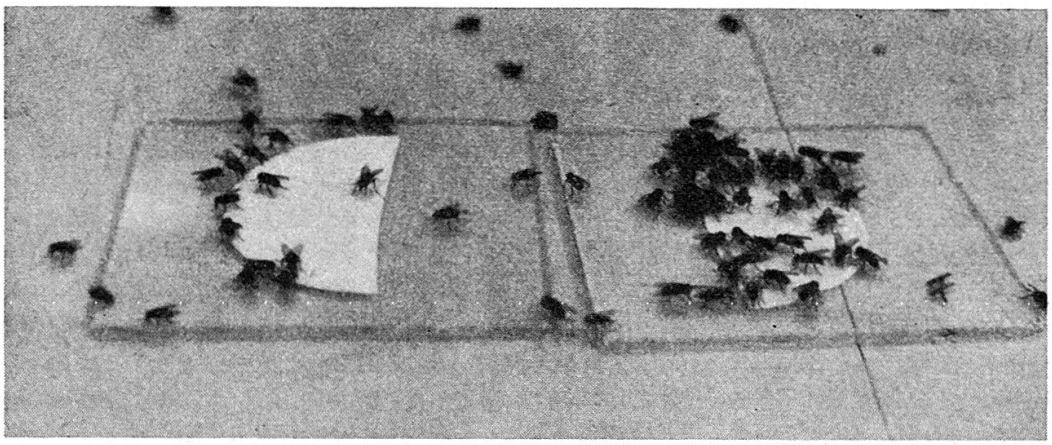


Abb. 7. — Halbierte Filterpapier-Rondellen mit 25 %igem Zuckerwasser getränkt. Rondelle rechts vorausgehend 10 Minuten den Fliegen zum Frasse exponiert, links, vorher ohne Fliegenbesuch. — Bei gleichzeitiger Exposition zeigt die Rondelle rechts starken Fly-factor. 3. Expositionsminute.

Der Fly-factor bei der 10 Minuten exponierten Rondelle muss demnach eine andere Ursache haben. Die *Papierchromatographie* der 10 Minuten den Fliegen vorgesetzten Rondelle gab darüber Aufschluss, in dem sie relativ viel Glucose und Fructose aufwies, ebenso aber auch die 30 Minuten exponierte, in der aber total nur noch wenig Zucker vorhanden war. Sie war also viel weniger süss als die nur 10 Minuten exponierte und vor allem viel trockener.

Neben der Glucose und Fructose muss demnach auch der *Feuchtigkeitsgehalt* der Rondelle eine Wirkung auf den Fliegenbesuch haben, wie auch aus den nachfolgenden Versuchen ersichtlich ist.

4 Filterpapier-Rondellen wurden mit verschiedenen Mengen 25 %igem Zuckerwasser angefeuchtet und gegeneinander wechselseitig auf Fliegenbesuch geprüft. Für jeden Versuch wurden sie frisch hergestellt.

*a)* 0,4 ml Zuckerwasser, feucht aber kein Zuckerwasser sichtbar ;
*b)* 0,8 ml Zuckerwasser, deutlich feucht, aber noch kein Zuckerwasser sichtbar ;
*c)* 1,6 ml Zuckerwasser, nass, etwas Zuckerwasser sichtbar;
*d)* 2,0 ml Zuckerwasser, nass, ziemlich viel Zuckerwasser sichtbar.

TABELLE 27

Total der während je 10 Minuten die Rondellen besuchenden Fliegen war:

$a : b = 93 : 71 = 56\,\% : 44\,\%$
$a : c = 156 : 53 = 74\,\% : 26\,\%$
$a : d = 167 : 32 = 83\,\% : 17\,\%$

Auf der Rondelle *a* trinken die Fliegen ausgiebig und ruhig und zwar auf der ganzen Fläche der Rondelle. Auf der Rondelle *b* saugen die Fliegen dagegen hauptsächlich am Rande, seltener auf der Rondelle. Bei *c* und *d* ist dieses Verhalten noch stärker; *d* ist zum Teil für die Fliegen direkt repellent. Stark mit Zuckerwasser imprägniertes Filterpapier wird von den Fliegen nur ungern zum Fressen angenommen. Das gleiche gilt auch von einem freien grossen Zuckerwassertropfen auf einer Glasplatte.

Liess man den Versuch *a* : *d* weitere 15–20 Minuten im Fliegenkasten, dann änderte sich nach einiger Zeit die Besiedlung der beiden Rondellen. Die Rondelle *d* wird mehr und mehr besiedelt, da das Wasser auf der Filteroberfläche verdunstet, wodurch sie dann eine Konsistenz erhält, die der Rondelle *a* oder *b* zu Anfang des Versuches entspricht. Die Rondelle *a* dagegen zuerst einen starken Besuch aufwies, hat dann nur noch eine geringe Lockwirkung, da sie in der Zwischenzeit von den Fliegen fast leergesogen wurde. Damit ist dann aber auch der vorher deutlich vorhandene Fly-factor verschwunden.

Bei den offenen, den Fliegen zugänglichen, mit Zuckerwasser imprägnierten Filterpapier-Rondellen haben wir demnach wie beim Würfelzucker ebenfalls 2 Komponenten, die den Fly-factor bedingen, nämlich die den Fliegen zusagende Feuchtigkeit und die teilweise Umwandlung der Saccharose in Glucose und Fructose, also auch die gleichen Faktoren, die wir auch beim Trichterglas-Versuch vorfanden.

Beim Zuckerwasser auf der Rondelle tritt aber noch ein Faktor auf, der beim Fliegenzucker nicht vorhanden ist. Das Zuckerwasser kann von den Fliegen leicht aufgeleckt werden und ist dann über kurz oder lang weggetrunken. Damit verschwindet auch sehr rasch das Interesse der Fliegen für das Zuckerpapier und es bleibt kein Fly-factor zurück. Der Fly-factor auf der Zuckerwasser-Rondelle ist also eine *transitorische Erscheinung*. Der Würfelzucker dagegen bleibt als Frassobjekt bestehen, und er wird durch das Saugen der Fliegen einerseits oberflächlich in Glucose-Fructose umgewandelt und andererseits feucht. Der Zucker wird dadurch leichter aufnehmbar und dementsprechend auch zunehmend stärker besiedelt. Hier entsteht ein dauerhafter Fly-factor.

## Versuche mit eingedicktem Zuckersirup

Gleiche Mengen von 25%igem Zuckerwasser wurden auf Glasplättchen zu Sirupdicke eingeengt. Einer dieser Tropfen wurde 10 Minuten vielen Fliegen exponiert, die sehr stark vom Zucker frassen.

Verglichen wurde dieser Fliegenzucker mit einem nicht exponierten. Der Versuch wurde 4 mal durchgeführt. Seine Ergebnisse sind in Tabelle 28 zusammengestellt (s. Abb. 8).

TABELLE 28

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf Fliegenzuckersirup | | | | | Frischem Zuckersirup | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | ⌀ | 1. | 2. | 3. | 4. | ⌀ |
| 1 Min. | 10 | 0 | 16 | 2 | 7 | 0 | 6 | 1 | 8 | 4 |
| 2 Min. | 21 | 9 | 24 | 2 | 14 | 2 | 15 | 4 | 22 | 22 |
| 3 Min. | 35 | 24 | 30 | 11 | 25 | 17 | 27 | 29 | 27 | 22 |
| 4 Min. | 42 | 28 | 38 | 25 | 33 | 30 | 36 | 34 | 36 | 34 |
| 5 Min. | 50 | 37 | 42 | 31 | 38 | 51 | 42 | 40 | 47 | 45 |

*Beim zähflüssigen Zuckersirup konnte kein Fly-factor festgestellt werden.*

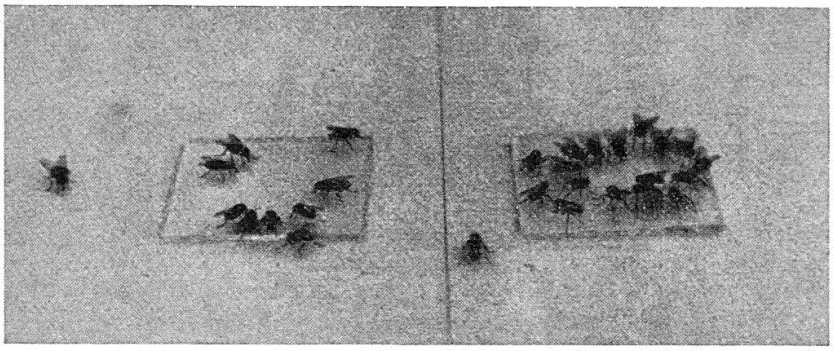


Abb. 8. — Zwei Glasplättchen mit Zuckersirup. — Sirup links hatte vorausgehend 10 Minuten starken Fliegenbesuch, rechts frisch. — Es entstand kein Fly-factor. 2. Expositionsminute.

Dies lässt sich wahrscheinlich durch folgenden Umstand erklären. Der Zuckersirup kann von den Fliegen sehr leicht weiter verflüssigt und dann aufgenommen werden, so dass die Fliegen, wenn sie alle die Zuckerquelle einmal gefunden haben, zum ausgiebigen Trinken festgehalten werden. Zudem wird Zucker in dieser Form von den Fliegen allgemein gerne genommen und zwar lieber als fester Zucker, wie dies auch entsprechende Versuche ergaben. Ob beim Zuckersirup noch zusätzlich durch Speichel abgebauter Zucker entsteht, spielt keine Rolle.

Die Tabelle zeigt aber noch etwas anderes. Bei allen Versuchen hat per erste Fliegenbesuch am Siruptropfen entschieden, welcher der beiden Köder zuerst stärker besiedelt wird als der andere. Diese Erscheinung, die wir im Gegensatz zum Fly-factor Herdentrieb nennen, werden wir im nächsten Kapitel noch eingehend besprechen.

### Zusammenfassung

Das Auftreten des Fly-factors beim Zucker hängt, wie wir feststellen konnten, weitgehend von der Konsistenz desselben ab. Beim festen Würfelzucker tritt er auf, beim Zuckerwasser kommt er je nach dem Substrat auf dem er gegeben wird zustande, oder sein Erscheinen unterbleibt und ist beim Zuckersirup nicht feststellbar. Dies deutet daraufhin, dass der Fly-factor beim Zucker keine konstante, sondern eine mehr oder weniger zufällige Erscheinung darstellt, die erst in Kombination mit dem noch zu besprechenden Herdentrieb eine gewisse biologische Bedeutung erlangt.

## DIE BEDEUTUNG DES HERDENTRIEBES FÜR DEN FLY-FACTOR

Der Fly-factor äussert sich als Erscheinung darin, dass durch vorausgehenden starken Fliegenfrass präparierte Frassobjekte von viel mehr Fliegen aufgesucht und von ihnen zum Fressen festgehalten werden als gleiche, die noch keinen Fliegenbesuch hatten. Die Faktoren, die dieses Festhalten zum Fressen bedingen, haben wir kennengelernt, dagegen wissen wir noch nicht, warum und wodurch der stärkere Besuch eigentlich ausgelöst wird.

### Das Wesen des Herdentriebes für den Fly-factor

In früheren Untersuchungen (6) wurde gefunden, dass stillstehende, fressende Fliegen sehr rasch andere Fliegen aus kürzerer oder längerer Distanz rein optisch anlocken. Diese Erscheinung wurde als *Herdentrieb* bezeichnet, der, wie wir im folgenden feststellen können, in sehr engem Zusammenhange mit dem Fly-factor steht.

*Sinnesphysiologisch* wird der Herdentrieb primär durch eine *Ortho-Kinese* (FRAENKEL und GUNN) ausgelöst, die die Fliegen zu einem meist geruchlosen Köder (z.B. Zucker) führt, auf dem sie dann durch kontaktchemische Reize zum Fressen festgehalten werden. Sekundär finden sich nun die nachfolgenden Fliegen nicht einfach durch zufälliges Zuwandern ein, sondern sie streben in immer grösserer Zahl gradlinig, visuell gelenkt zum optisch durch die fressende Fliege markierten Frassorte hin. Je grösser nun die Ansammlung wird, auf desto grössere Distanz erstreckt sich dann auch die visuelle Lockwirkung derselben für andere Fliegen.

Dieser Herdentrieb bei der Stubenfliege kann sehr leicht durch folgende einfache Versuche demonstriert werden.

1. Auf zwei Glasplatten werden je ein 2 cm Durchmesser messender Tropfen von Diamalt aufgetragen. Die beiden Glasplatten kommen in den grossen Fliegenkasten und die Besiedlung derselben durch

Fliegen wird während 5 Minuten ausgezählt. Der Versuch wurde 4 mal in Abständen von je 1–2 Stunden durchgeführt. Ergebnisse siehe Tabelle 29.

TABELLE 29

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Platte 1 | | | | | Platte 2 | | | | |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | ∅ | 1 | 2. | 3. | 4. | ∅ |
| 1 Min. | 0 | 10 | 19 | 3 | 8 | 18 | 2 | 1 | 13 | 8,5 |
| 2 Min. | 3 | 21 | 25 | 9 | 14,5 | 30 | 8 | 4 | 23 | 16,25 |
| 3 Min. | 12 | 28 | 28 | 11 | 19,7 | 47 | 13 | 11 | 35 | 2,5 |
| 4 Min. | 21 | 37 | 39 | 19 | 29,0 | 52 | 18 | 20 | 46 | 34,0 |
| 5 Min. | 35 | 46 | 50 | 27 | 35,5 | 58 | 32 | 37 | 51 | 44,5 |

Es zeigt sich hier, dass die beiden Diamalt-Tropfen in den ersten 2–3 Minuten Exposition abwechslungsweise stärker oder schwächer von den Fliegen aufgesucht werden. Am Ende der 5. Minute sind dann aber die Unterschiede meist nicht gross, aber immer noch deutlich. Im Gegensatz zum ausgelegten Würfelzucker sind die Diamalt-Tropfen für die Fliegen optisch als solche nicht markiert, so dass sie praktisch nur per Zufall gefunden werden. Der grosse Unterschied in der Besiedlung in den ersten Minuten wird bedingt, wie dies bereits früher bewiesen wurde (6), durch die Erstbesiedlung der Diamalt-Tropfen. Im ersten Versuch wurde die Platte 2 zuerst von einer Fliege gefunden, die sofort zu fressen begann und die dann innert ganz kurzer Zeit optisch andere Fliegen zum Tropfen führte. So ist der Tropfen auf Platte 2 nach der ersten Minute bereits von 18 Fliegen besiedelt, der Tropfen auf Platte 1 wies dagegen noch keine fressende Fliege auf. Im 2. und 3. Versuch war es gerade umgekehrt. Hier trat die Erstbesiedlung auf Platte 1 auf und im 4. Versuch wieder auf Platte 2.

Das gleiche Phaenomen haben wir bereits bei den vorausgehend beschriebenen Versuchen zum Teil mit dem Maisbrei (s. Tabelle 1) und dann mit dem eingedickten Zuckersirup (Tabelle 28) gefunden, wo auch der erste Fliegenbesuch am Maisbrei oder Zuckertropfen die jeweils stärkere Besiedlung veranlasste.

Diese Erscheinung wird nun nicht durch einen Fly-factor sondern durch den Herdentrieb bedingt, indem die erste fressende Fliege die Futterquelle für andere Fliegen optisch markiert, die dann ebenfalls gerichtet zur Futterquelle laufen.

Markiert man nun von Anfang an den einen Diamalt-Tropfen, z.B. durch 3 tote aufgeklebte Fliegen, dann wird durch den Herdentrieb bedingt, dieser optisch für die Fliegen markierte Tropfen praktisch sofort von steigenden Mengen von Fliegen besiedelt, die immer neue Fliegen anziehen (s. Tabelle 30, Abb. 9).

TABELLE 30

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf Diamalt-Tropfen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | durch 3 tote Fliegen markiert | | | | nicht markiert | | | |
| | 1. | 2. | 3. | ⌀ | 1. | 2. | 3. | ⌀ |
| 1 Minute | 10 | 16 | 23 | 16,3 | 0 | 1 | 0 | 0,3 |
| 2 Minuten | 18 | 21 | 32 | 23,7 | 0 | 2 | 2 | 1,3 |
| 3 Minuten | 23 | 28 | 36 | 29,0 | 7 | 8 | 4 | 6,3 |
| 4 Minuten | 37 | 34 | 38 | 36,3 | 12 | 11 | 16 | 12,7 |
| 5 Minuten | 58 | 42 | 47 | 49,0 | 12 | 15 | 19 | 15,3 |

Der nicht markierte Tropfen wird dagegen in der Regel nur per Zufall gefunden, indem eine Fliege auf ihren Wanderungen auf den Tropfen stösst, denselben tarsal wahrnimmt und dann allerdings sofort zu fressen beginnt. Diese stillstehende und fressende Fliege lockt nun nach und nach optisch ebenfalls andere an, so dass nach einiger Zeit auch hier eine Ansammlung fressender Fliegen entsteht.

Wie aber aus Tabelle 30 hervorgeht, kann es unter Umständen ziemlich lange dauern, bis der nicht markierte Diamalt-Tropfen gefunden und dann von einer steigenden Anzahl fressender Fliegen besiedelt wird. Dabei kann man aber beobachten, dass ziemlich häufig einzelne Fliegen aus dieser noch kleinen Fliegenansammlung weglaufen und zum bereits stark besiedelten markierten Diamalt-Tropfen hinüberwechseln. Es kommt sehr oft vor, dass Fliegen 2–3 cm vom Diamalt-Tropfen entfernt über die nicht markierte Platte laufen, und geradlinig auf den Tropfen mit den 3 toten Fliegen hinstreben, selbst dann noch, wenn am Tropfen bereits einige Fliegen fressen. Dabei ist von Interesse, dass das Diamalt trotz seines Eigengeruches für diese Fliegen hier keine Lockwirkung aufweist. Der Herdentrieb wirkt auf die Fliegen demnach deutlich stärker als die Geruchkomponente des Diamalt.

Der Herdentrieb ist also primär für die unterschiedliche Besiedlung der Köder verantwortlich. Durch ihn wird eine ausgiebige Futterquelle optisch für andere Fliegen markiert, die durch einen immer grösser werdenden Besuch aufzuweisen beginnt. Ein auf diese Weise nicht markierter Frassort wird nun per Zufall gefunden.

## Herdentrieb und Fly-factor

Es konnte nun gezeigt werden, dass der Herdentrieb eine bedeutende Komponente des Fly-factor-Phaenomens darstellt.

*Versuche mit Maisbrei-Schalen*

1. Zwei frische Maisbrei-Schalen, von denen die eine auf ihrer Oberfläche 3 tote Fliegen als Attrappen aufweist, kommen in den grossen Fliegenkasten zu 2000 Fliegen. Es wird nun während 5 Minuten jede Minute die Zahl der auf den Schalen fressenden Fliegen

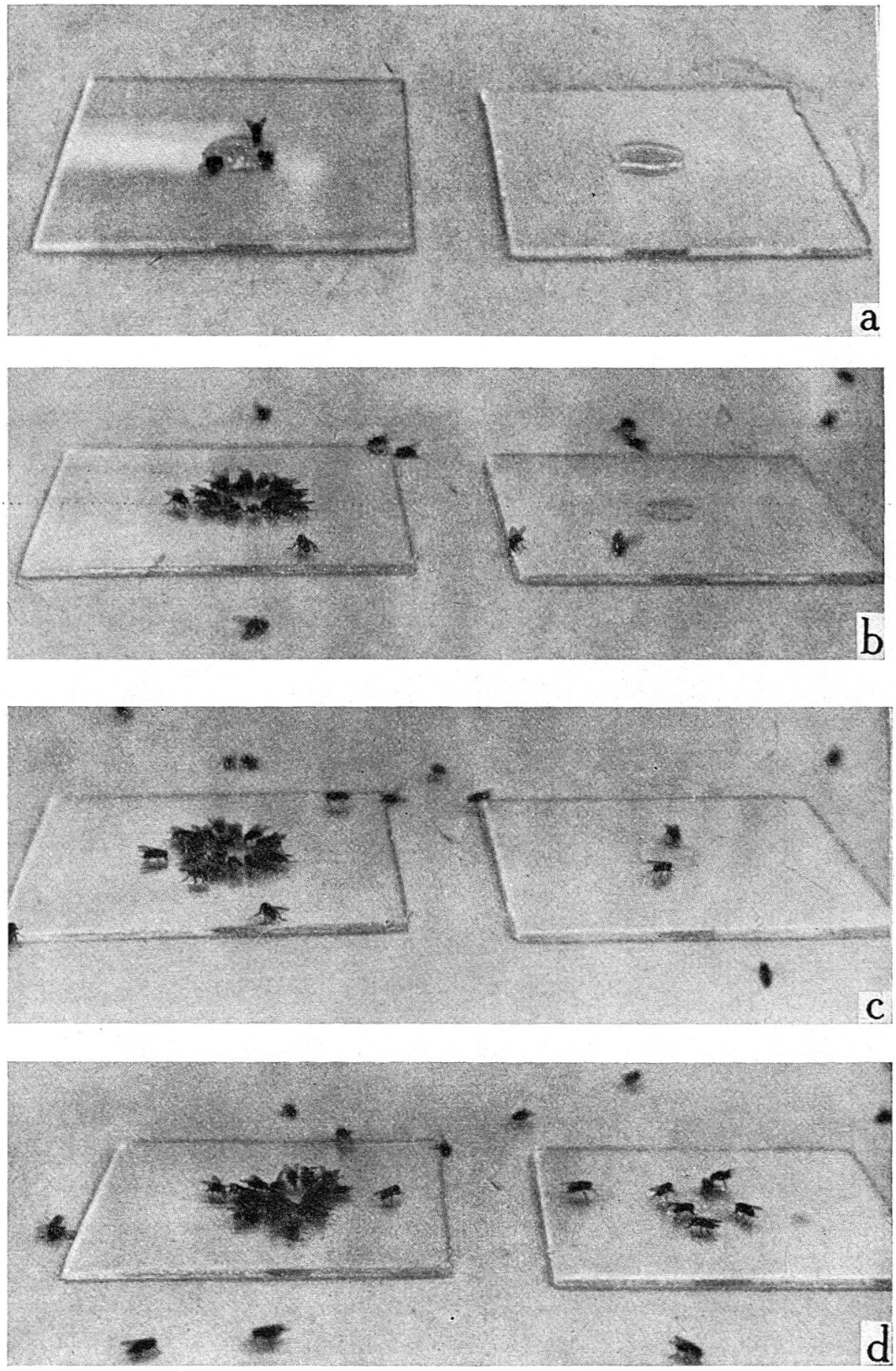



Abb. 9. — Herdentriebphaenomen, hervorgerufen durch Markierung des linken Diamalttropfens mit drei toten Fliegen. — 9a : die drei toten Fliegen auf dem Diamalt ; 9b : 2 Minuten Exposition ; 9c : 3 Minuten Exposition ; 9d : 4 Minuten Exposition.

registriert. Der Versuch wurde 3 mal in Interwallen von 2 Stunden durchgeführt (s. Abb. 10).

TABELLE 31

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf Maisbrei-Schalen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Schale ohne tote Fliegen | | | | Schale mit 3 toten Fliegen | | | |
| | 1. | 2. | 3. | ⌀ | 1. | 2. | 3. | ⌀ |
| 1 Minute . . . . . | 4 | 0 | 3 | 2,3 | 17 | 14 | 15 | 15,5 |
| 2 Minuten . . . . . | 8 | 3 | 0 | 3,7 | 22 | 24 | 19 | 21,7 |
| 3 Minuten . . . . . | 12 | 7 | 4 | 8,0 | 34 | 38 | 30 | 34,4 |
| 4 Minuten . . . . . | 10 | 12 | 8 | 10,0 | 38 | 47 | 35 | 40,0 |
| 5 Minuten . . . . . | 18 | 17 | 12 | 15,7 | 45 | 58 | 44 | 49,0 |

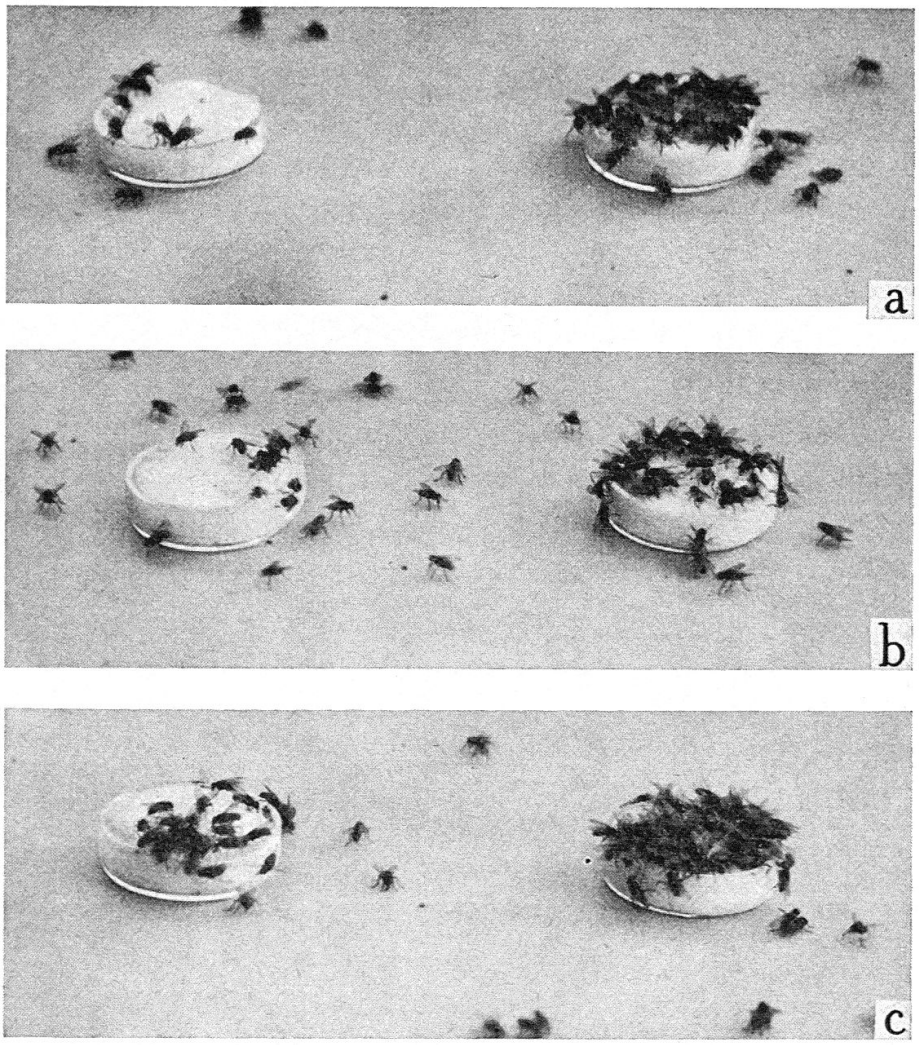



Abb. 10. — Zwei frische Maisbreischalen. — Schale rechts durch drei tote Fliegen markiert. — 10a : 1 Minute Exposition ; 10b : 2 Minuten Exposition ; 10c : 5 Minuten Exposition.

In allen 3 Versuchen wurde die mit den 3 toten Fliegen markierte Schale fast augenblicklich nach der Exposition von den Fliegen besucht. Die anlaufenden Fliegen beginnen zudem fast momentan zu fressen und zwar ganz in der Nähe der Attrappen, während sie auf der Schale ohne Markierung noch längere Zeit mit dem Rüssel tupfend auf dem Maisbrei umherlaufen. Sehr oft sieht man, wie diese suchenden Fliegen den Köder verlassen und dann gerichtet auf die Schale mit den toten Fliegen zulaufen, wo sie sich zwischen die fressenden Fliegen eindrängen. Die Schale ohne Attrappen wird auch immer später aufgesucht.

Interessant ist, dass schon der optische Reiz der Attrappen die Fliegen zum Verweilen und Fressen veranlasst. Dadurch wird auch der Maisbrei für die nachkommenden Fliegen vorbereitet und zusammen mit dem Herdentrieb beginnt sich auch der Fly-factor auszuwirken. Oft kann man feststellen, wie um eine fressende Fliege herum die anderen sofort auch zu fressen beginnen, der ersteren vielfach den Fressplatz streitig machen und sie zu verdrängen versuchen.

2. Zum Vergleich der Besiedlung kommen in den grossen Fliegenkasten :

   *a)* Maisbrei-Schale, vorausgehend 30 Minuten Fliegenexposition ;
   *b)* Maisbrei-Schale, frisch, aber mit 3 toten Fliegen.

   Ergebnisse, siehe Tabelle 32.

TABELLE 32

| Abnahmezeiten | Fliegenbesuch auf | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Schale a | | | Schale b | | |
| | 1. | 2. | ⌀ | 1. | 2. | ⌀ |
| 1 Minute | 3 | 0 | 1,5 | 15 | 20 | 17,5 |
| 2 Minuten | 10 | 12 | 11 | 34 | 36 | 35,0 |
| 3 Minuten | 28 | 34 | 31,0 | 38 | 36 | 37,0 |
| 4 Minuten | 35 | 38 | 36,5 | 42 | 35 | 38,5 |
| 5 Minuten | 38 | 52 | 45,0 | 40 | 42 | 41,5 |

Auch in dieser Versuchsanordnung zeigt sich die in der ersten Zeit den Herdentrieb auslösende grosse Lockwirkung der mit den 3 toten Fliegen markierten Maisbrei-Schale, indem in der ersten und zweiten Minute die Schale b stärker besucht ist als a. Dann aber wirken sich in der durch Fliegenbesuch vorpräparierten Maisbrei-Schale a die daran fressenden Fliegen als Markierung ebenfalls aus. Diese Fliegen beginnen nun auch in steigendem Masse neue Fliegen anzulocken. Von der 3.–4. Minute gleicht sich dann der Besuch der beiden Schalen aus.

Diese Kenntnisse auf den reinen Fly-factor übertragen, führen uns zur Auffassung, dass der Herdentrieb für die starke Fliegenansammlung auf den durch fressende Fliegen vorpräparierten Ködern verantwortlich ist, d. h., dass auch hier durch den Herdentrieb andere Fliegen auf einen günstig vorbereiteten Köder aufmerksam werden.

Am Köder, der durch den Fliegenbesuch die bevorzugten Zucker in flüssiger Form aufweist, z.B. am Maisbrei oder Würfelzucker, wird schon die erste ihn besuchende Fliege zum Fressen veranlasst und dadurch festgehalten. Dadurch markiert sie den Ort, an dem etwas zu Fressen vorliegt. Durch diese fressende Fliege, d. h. durch diese Markierung, werden nun durch den Herdentrieb optisch weitere Fliegen angelockt, die ebenfalls verweilen. So wird dieser Frassort immer mehr besucht und es entsteht nach und nach eine grössere Ansammlung fressender Fliegen. Beim nicht durch den vorausgehenden präparierten Maisbrei oder frischen Zucker etc. werden die Fliegen zuerst nicht zum Fressen festgehalten, denn sie naschen an denselben und rüsseln meist nur kurz und laufen oft weg. Hier unterbleibt demnach eine deutliche optische Markierung durch verweilende und fressende Fliegen und der Herdentrieb wird nicht ausgelöst.

Die grössere Lockwirkung des Fliegenmaisköders und des Fliegenzuckers besteht demnach aus zwei eng gekoppelten Komponenten :

1. dem *Fly-factor*, der durch die Präparierung des Köders durch starken Frass von Fliegen am Köder entsteht und der dann die Fliegen zum sofortigen Fressen veranlasst, wodurch der Köder optisch markiert wird ; und
2. dem *Herdentrieb*, der andere Fliegen zum durch die fressenden Fliegen markierten Köder hinführt.

Der Fly-factor löst also den Herdentrieb aus und bewirkt dadurch die Massenansammlung. Diese Massenansammlungen begünstigen dann wieder die Entstehung des Fly-factors durch den vermehrten Frass vieler Fliegen am Köder. Es besteht also eine enge Wechselwirkung zwischen beiden.

Erst durch den Herdentrieb erhält der Fly-factor eine gewisse biologische Bedeutung, indem er Fliegen zu einem Frasstoffe führt, an dem die Nahrung durch den vorausgehenden Frass von Fliegen in irgendeiner Weise günstig verändert wurde.

Wir haben bei den Versuchen mit den Glastrichterfallen festgestellt, dass ein Eindringen der Fliegen in die Köderfallen auch durch schwarze Papier-Rondellen oder durch viele tote Fliegen im Glas hervorgerufen oder verstärkt werden kann. Wir sahen auch, dass bereits stark besiedelte Gläser von mehr Fliegen aufgesucht werden als wenig besiedelte. Diese Fallen können nun für die Fliegen ähnlich erscheinen wie ein durch viele fressende Fliegen markierter, offen daliegender Köder. Durch diese Pseudomarkierung können die Fliegen nun veranlasst werden in erhöhtem Masse in die Fallen einzudringen.

Wenn man die Trichterfallengläser aussen oder innen mit schwarzem Papier verkleidet, dann steigen die Fänge in denselben, ob sie nun beködert sind oder nicht ebenfalls stark an und sie erreichen Werte, die man bei gleichen hellen Fallen nie oder nur ganz selten erreicht. Auch dieses Phaenomen könnte mit dem Herdentrieb in Beziehung stehen, nur sind die Zusammenhänge vorerst nicht klar. Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, diese eigenartige Erscheinung auf ihr Wesen hin zu studieren.

## DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist der Fly-factor ein den Frass auslösender Attraktivstoff, der eine für die Fliegen fressbare Substanz beliebter macht als die gleiche Substanz ohne Fly-factor. Ein wenig attraktiver Stoff kann durch ihn gewissermassen zu einem Köder werden. Er wird durch die Fliegen selbst gebildet. Ich stimme mit BARNHART und CHADWICK, DETHIER und ACREE et al. vollkommen überein. Dagegen sind wir in bezug auf die Beschaffenheit dieses Attraktivstoffes und zum Teil auch über seine Bildung zu anderen Resultaten gekommen. Während BARNHART und CHADWICK und auch DETHIER von einem durch die Fliegen gebildeten oder abgegebenen flüchtigen Attraktivstoff sprechen und ACREE et al. als einzigen Fly-factor beim Zucker nur die von den Fliegen abgegebene Feuchtigkeit gelten lässt, nehmen unsere Resultate eine Zwischenstellung ein.

Das « Etwas » von dem DETHIER spricht, und das ACREE nicht aufgefallen war, da sie den Fliegenzucker zermörserten, stellt nach unseren Versuchen nichts anderes dar, als ein durch den Fliegenspeichel entstandenes Abbauprodukt, gekoppelt zum Teil mit Feuchtigkeit. Die Abbauprodukte, die durch den Fliegenspeichel entstehen, sind bei Mais und Stärke Maltose und Glucose und beim Zucker Glucose und Fructose in gelöster und daher leicht zugänglicher Form und die entstehende Feuchtigkeit rührt vom Fliegenspeichel und vomitierter Nahrung her.

Die Fliegen tragen also durch ihre Frasstätigkeit dazu bei, dass die betreffende Substanz für andere Fliegen attraktiv wird.

Wenn wir nochmals alle Versuche überblicken, stellen wir fest, dass der Fly-factor nur unter ganz bestimmten Bedingungen in Erscheinung tritt.

Er wurde nicht erhalten

*a)* bei Milch und Gelatine ;
*b)* bei grossen Zuckerwassertropfen, bei Zuckerwasser in Watte und beim Zuckersirup.

Bei Milch und Gelatine entsteht durch den Frass der Fliegen keine Substanz, die die Fliegen zu vermehrtem Besuch anlockt. Es entsteht vor allem auch kein Zucker.

Bei den Substanzen unter b ist die Frasswirkung an und für sich so stark, und die Stoffe sind für die Fliegen so mühelos aufzunehmen, dass für sie kein Grund vorliegt, den bereits durch vorausgegangenen Fliegenbesuch irgendwie präparierten Zucker dem nicht präparierten vorzuziehen. Der Besuch fluktuiert zum Teil zwischen den beiden Zuckerquellen, ohne aber eine deutliche Bevorzugung der einen oder anderen zu geben. Für die Stärke der Besiedlung entscheidet hier jeweils nur der Herdentrieb. Es liegt auch keine geruchliche von den Fliegen wahrnehmbare Veränderung des Substrates vor, die eine Lockwirkung ausüben könnte.

Der Fly-factor trat auf

*a)* bei festen Körpern, wie dem Maisbrei und dem Würfelzucker ;

*b)* bei Flüssigkeiten, wie der Stärkelösung und dem Zuckerwasser auf dem Filterpapier, wo er aber transitorisch ist.

Bei den beiden festen Körpern, von denen der Maisbrei an sich nur geringe Köderwirkung aufweist, müssen die Fliegen durch ihren Speichel das Substrat lösen und bei der Stärke und Zuckerlösung aus dem als Träger dienenden Filterpapier gegen einen gewissen Widerstand heraussaugen, wodurch sie zur Speichelabsonderung gezwungen werden, oder wo sie automatisch eintritt. Ein Teil dieser durch den Speichel gelösten Nahrung wird vom mehr oder weniger porösen Substrat aufgesogen und zurückbehalten. Dadurch wird das Substrat an seiner Oberfläche durch die Speichelfermente weiter abgebaut, durch den Speichel verflüssigt und angefeuchtet (Mais und Würfelzucker) und es wird für die chemotaktischen Sinnesorgane am Rüssel und den Tarsen auch besser wahrnehmbar. Das Aufsaugen der Nahrung wird auch erleichtert.

Da die Fliegen an dem vorpräparierten Substrat sofort zu fressen beginnen, markieren sie dasselbe optisch und es wird dann der zu Massenansammlungen führende Herdentrieb ausgelöst. Dadurch wird dann auch die grössere Lockwirkung des mit dem Fly-factor behafteten Substrates manifest.

Alle diese Erkenntnisse lassen erkennen, wie dies auch ACREE et al. tun, dass wir mit dem Fly-factor keinen Stoff in die Hand bekommen, der sich irgendwie praktisch auswerten lässt. Wir werden zur Fressanlockung der Fliegen schon von Anfang an Stoffe verwenden, die die Fliegen an sich gerne fressen, wie Zuckersirup, Mischungen von Glucose-Fructose, Maltose, Diamalt etc. bei denen die Fliegen sofort zum Fressen verleitet werden und wo erhöhte Fresslust nicht erst über den Umweg über den durch Frass bedingten Fly-factor ausgelöst werden muss.

Dagegen hat für uns die Kenntnis über die Entstehung und das Vorhandensein des Fly-factors eine Bedeutung bei der Prüfung frassanregender Stoffe, als er dort unter Umständen bei längerem Gebrauch desselben Stoffes mit dem Fliegenbesuch zu unrichtigen Bewertungen Anlass geben könnte.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der von BARNHART und CHADWICK 1953, wie auch von DETHIER 1955 beschriebene Fly-factor, der durch den Besuch von *Musca* resp. *Phormia* an einem Maisbrei-Protein-Peptonköder resp. an Saccharoselösungen von den Fliegen erzeugt oder abgegeben werden soll, wurde eingehend untersucht und analysiert.

Die Beobachtungen von BARNHART und CHADWICK, wonach ein Maisbreiköder durch den vorausgehenden starken Fliegenbesuch für Fliegen eine viel stärkere Lockwirkung aufweist als ein solcher, der nie den Fliegen exponiert war, konnte bestätigt werden. Es bildete sich also ein Fly-factor. Er konnte auch auf einer Stärkelösung, nicht aber auf Gelatine oder Milch erhalten werden.

Die Analyse dieses Fly-factors ergab, dass er durch die Frasstätigkeit der Fliegen auf dem entsprechenden Substrat entsteht. Es wird dabei aber kein unbekannter, von den Fliegen deponierter Attraktivstoff gebildet, sondern der Fly-factor trat in diesem Falle nur dann ein, wenn die Fliegen auf den Fresstellen mit ihrem Speichel aus Stärke Zucker (Maltose und etwas Glucose) herstellen, wie dies beim Maisbrei und der Stärkelösung der Fall war. Diese Zuckerbildung an den Frasstellen der Fliegen ist für die eintretende Attraktivwirkung für andere Fliegen verantwortlich. Gelatine und Milch ergeben keinen Fly-factor, da bei diesen beiden Stoffen anscheinend durch den Fliegenspeichel keine Produkte entstanden, die von den Fliegen lieber gefressen werden als das Substrat selbst.

Die Attraktivwirkung resp. der Fly-factor von DETHIER bei den mit Zuckerwasser beschickten Ködergläser, beruht ebenfalls nicht auf einem unbekannten flüchtigen Stoff, der durch den Kontakt der den Köder besuchenden Fliegen mit dem Zuckerwasser entsteht, sondern er wird durch 2 resp. 3 unterschiedliche Faktoren bedingt, nämlich durch die relative Feuchtigkeit im Ködergias im Sinne von ACREE et al. (1959), dann durch ein Verschmieren der Fangtrichter mit Zuckerresten und invertiertem Zucker in zähflüssiger Form, die vom Zuckerwasser in der Falle, durch die Speichelwirkung der Fliegen entstanden, stammen. Als wahrscheinlicher dritter Faktor kommt noch eine optische Lockwirkung zustande, die mit dem Herdentrieb der Stubenfliege in Zusammenhang zu stehen scheint.

Der Fly-factor, der beim den Fliegen frei zugänglichen Zucker auftritt, wurde eingehend an Würfelzuckern, Zuckerwasser und Zuckersirup untersucht. Beim Würfelzucker besteht der Fly-factor aus einer Kombination von grösserer Feuchtigkeit des Zuckers, durch den Fliegenspeichel bedingt, und dem Vorhandensein zähflüssiger Zuckergemische, aus Saccharose, Glucose und Fructose, auf der Zuckeroberfläche, in gleicher Weise hervorgerufen wie der Fly-factor am

Maisbrei durch den beim Frass der Fliegen abgegebenen Speichel an das Substrat.

Beim Zuckerwasser (25%ig) bildet sich der Fly-factor aus den gleichen Komponenten wie beim Würfelzucker als transitorische Erscheinung aber nur auf dem Zuckerwasser auf Filterpapier, nicht aber an Zuckerwasser in Watte aufgesogen.

Beim Zuckersirup konnte kein Fly-factor festgestellt werden.

In einem weiteren Kapital wird der Herdentrieb besprochen und die Zusammenhänge zwischen Fly-factor und Herdentrieb experimentell am Maisbrei-Köder belegt.

Die grössere Lockwirkung eines durch vorausgehenden Fliegenbesuch präparierten Maisbreiköders oder Zuckers besteht aus 2 gekoppelten Komponenten : aus dem Fly-factor, der durch die Präparierung des Köders durch den starken Frass der Fliegen am Köder entsteht und der die Fliegen zum sofortigen Fressen veranlasst, wodurch der Köder optisch markiert wird und dem Herdentrieb, der andere Fliegen zum durch diese fressende Fliege markierten Köder in gerichtetem Laufe hinführt. Der Fly-factor lösst den Herdentrieb aus und bewirkt dadurch dann die Massenansammlung, die dann wiederum die Entstehung des Fly-factors durch vermehrten Frass vieler Fliegen am Köder begünstigt. Es besteht also eine enge Wechselwirkung zwischen beiden.

Im letzten Kapitel erfolgt die Diskussion der Gesamtergebnisse.

## LITERATUR

1. Acree, F., Davis, P. L., Spear, S. F., LaBreque, G. C. and Wilson, H. G., 1959. *Nature of the attractant in sucrose fed on by houseflies.* Jl. Econ. Entom. **52**, 981–985.
2. Barnhart, C. S. and Chadwick, L. F., 1953. *A « fly-factor » in attractant studies.* Science **117**, 104–105.
3. Dethier, V. G., 1955. *Mode of action of sugar-baited fly traps.* Jl. Econ. Entom. **48**, 235–239.
4. Fraenkel, G. and Gunn, D. L., 1940. *The orientation of animals.* Oxford University Press, 1940.
5. Wiesmann, R., 1960. *Neue Mittel und Methoden zur Fliegenbekämpfung im Stall.* Schweiz. Archiv Tierheilkunde **102**, 134–146.
6. — 1960. *Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der Antennen von Musca domestica L. im Zusammenhang mit dem Köderproblem.* Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **33**, 121–154.
7. — 1960. *Zum Nahrungsproblem der freilebenden Stubenfliegen, Musca domestica L.* Z. f. angew. Zool. **47**, 159–181.