

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 60	S. 159 - 165	Innsbruck, Okt. 1973
-------------------------------	---------	--------------	----------------------

**Unkrautbekämpfungsmittel als Ursache für Flügelmißbildungen
bei Schmetterlingen am Beispiel von *Semiothisa clathrata* (L.)
(Lepidoptera: Geometridae)**

von

Karl BURMANN*)

**Pesticides causing deformities on wings of the butterfly *Semiothisa
clathrata* (L.) (Lepidoptera: Geometridae)**

Synopsis:

In different years (1964–68) a number of geometrids (*Semiothisa clathrata*) (L.) were observed which had no hind wings. The locality was situated near a track-ground of the Austrian Federal Railway, which has been sprinkled more or less regularly with special pesticides. The established deformities on the hind wings and the abnormality of the whole behaviour of the butterflies could be a result of poisoning. The caterpillars received the chemicals by feeding their food-plants. The exact effect of the pesticides to the different tissues of the primary consumers is an interesting question, to which this study will stimulate. 2 photos.

Seit längerer Zeit kann man mit zunehmender Besorgnis eine auffallende Falterarmut feststellen, die sich in der näheren und weiteren Umgebung von Straßen und Städten oder Industrieanlagen besonders bemerkbar macht. Immer wieder hört man auch aus Laienkreisen die bange Frage, was denn mit unseren Schmetterlingen los sei. Man sieht ja nicht einmal die früher so häufigen, schönen Tagfalter. Die nächstliegende Frage ist dann die nach den Ursachen solcher auffälliger Veränderungen in der Natur innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes. Ist es die neuzeitliche Schädlingsbekämpfung, ist es die winterliche Salzstreuung auf unseren Straßen, ist es die chemische Düngung, sind es die Industrie- und Fahrzeugabgase oder sind es, wie neuerdings vielfach angenommen wird, vielleicht physikalische Einflüsse? Alle diese Faktoren sind wohl mitbestimmend, daß unsere heimatische Landschaft auf weite Strecken bereits zur fast falterlosen Welt geworden ist. Nur wirken die einzelnen Faktoren sich eben nach dem Ort und der Stärke der Verschmutzung oder Vergiftung und nach den jeweiligen meteorologischen Verhältnissen (in erster Linie sind auch gerade Luftströmungen und Niederschläge maßgebend) verschieden stark aus. Wo mehrere die Umwelt der Pflanzen und Tiere im negativen Sinne beeinflussende Umstände zusammentreffen, sind die Auswirkungen entsprechend auffällig. So sind z. B. Straßendämme, wo Fahrtwindströmungen die Abgase immer oder vorwiegend in dieselbe Richtung verfrachten und die Verbrennungsrückstände der vielen

*) Anschrift des Verfassers: Karl Burmann, Anichstraße 34, A-6020 Innsbruck, Österreich.

Kraftfahrzeugmotore dann in verstärktem Maße auf die Pflanzen ablagern, besonders betroffen. Die Raupen jener Falterpopulationen, die von den mit dem giftigen Belag bedeckten Pflanzen fressen, weisen bereits eine erhöhte Sterblichkeitsziffer auf. Und die aus diesen Raupen hervorgehenden Schmetterlinge zeigen durch die chemischen Einflüsse auf die inneren Körperorgane bereits deutlich erkennbare Störungen des Muskel- und Nervensystems. Bei den Nachkommen derartig geschädigter Populationen kann man eine von Generation zu Generation in stark steigendem Maße sich bemerkbar machende Sterilität erkennen.

Was bargen in früheren Zeiten die Straßenränder und -dämme mit der vielseitigen und interessanten Flora für eine Fülle von Lepidopterenarten, die für diese Lebensräume charakteristisch war. Auch Bahndämme zeigten ein ähnlich lebendiges Bild mit vielen auch für solche Biotope eigentümlichen Tierarten. Heute ist davon nur mehr wenig zu sehen. In absehbarer Zeit, in einzelnen Gebieten ist dies leider bereits heute der Fall, wird man bald keine Schmetterlinge mehr sehen. So veröden nach und nach die vor wenigen Jahren noch so belebten Bahn- und Straßendämme zusehends. Diese früher doch auch dicht besiedelten Lebensräume einer großen Anzahl von Lepidopterenarten werden immer mehr zu einer Todeszone für die Tiere und in der Folge bald zu einem vollkommen tierlosen Gebiet.

Und nun zu meinen Beobachtungen von mißgebildeten *Semiothisa clathrata* (L.)-Faltern an einem engbegrenzten Platz, im Verlaufe eines Zeitraumes von über 5 Jahren. Dieses eine Beispiel möge zeigen, welche verheerende Auswirkungen solche Vergiftungen auf die Schmetterlingswelt haben können. Sie sind wohl mit eine der Ursachen der Verarmung unserer Schmetterlingsfauna.

Der Fundort dieser Geometride war ein ungefähr 15 bis 20 m² großer, ebener Platz neben dem Geleise der Brennerbahnlinie vor der Station Brennersee in einer Seehöhe von 1400 m. Er war durch Aufschüttung von schotterigem Abraummateriale eines Felssturzes entstanden und wies bis zur neuerlichen Aufschüttung im Jahre 1968 eine ziemlich vielfältige Vegetation auf. Unter vielen anderen Pflanzen erwähne ich nur die auffallendsten. *Epilobium angustifolium* (SCOP.), *Melilotus altissima* (THUILL.), *Trifolium campestre* (SCHREB.), *Medicago lupulina* (L.), *Galium mollugo* (L.), *Senecio sylvaticus* (L.), *Arabis alpina* (L.), große Umbelliferen, besonders *Heracleum sphondylium* (L.), kleine Büsche von *Alnus incana* (MOENCH.), einige *Salix*-Arten und mehrere Graminaeen.

Die geleisnahe Vegetation der Bahnanlagen wurde seit Jahren mit einem chemischen Unkrautvertilgungsmittel besprüht. Die Zusammensetzung des von der Österreichischen Bundesbahn verwendeten Sprühmittels konnte leider trotz intensiver Bemühungen nicht in Erfahrung gebracht werden.

Besuchen dieses Platzes nie einen vollkommen windstillen Tag vermerken) wurden, wenn auch vielleicht nur geringe Mengen dieser Sprühflüssigkeit auf den kleinen Aufschüttplatz am Eingang des Vennatales geweht und auf den Pflanzen abgelagert. Knapp neben dem Geleise waren durch dieses chemische Mittel alle Pflanzen infolge von Wachstumsstörungen verstümmelt und stark verfärbt oder gänzlich vernichtet. Besonders auffallend waren die oft zu unförmigen Gebilden verunstalteten und gebleichten *Heracleum sphondylium*-Pflanzen. Diese gaben ein deutliches Zeugnis von der starken Wirkung dieses Pflanzenvertilgungsmittels.

Am 20. 6. 1964 sah ich an dem von mir gerne besuchten kleinen, pflanzenreichen Platz, der mir immer interessante Beobachtungsergebnisse brachte, neben einigen anderen Lepidopterenarten 1 ♂ von *clathrata* mit fehlendem rechten Hfl¹⁾ an einem Grasstengel ruhend. Ich beachtete dieses Tier allerdings nicht weiter und ließ es sitzen. Man fängt ja hin und wieder einen Krüppelfalter oder ein Tier, dem ein Flügel nur teilweise oder vollständig fehlt. Wohl eine entschlüpfte Beute eines Vogels oder einer Eidechse? Fast ein Jahr später am 7. 6. 1965 fing ich am selben Platz 2 frischgeschlüpfte ♂♂ von *clathrata*, denen der rechte Hfl fehlte. Eine genauere Nachsuche ergab keine weiteren Tiere mehr. Nun machte ich mir doch Gedanken, denn daß ich ausgerechnet am selben eng begrenzten Platz in zwei aufeinanderfolgenden Jahren *clathrata* mit fehlenden Hfl beobachtete, konnte kein Zufall sein. Was war wohl die Ursache dieser bemerkenswerten Feststellung? Eine Woche später am 13. 6. 1965 war ich wieder am Fangplatz. Wo sich in den vorhergehenden Jahren noch viele Lepidopteren tummelten, war es ziemlich ruhig geworden. Nur noch wenige Arten bevölkerten diesen Lebensraum. Das Fangergebnis: 3 ♂♂ und 1 ♀ mit fehlendem rechten Hfl, 1 ♂ mit fehlendem linken Hfl und trotz genauester Suche nur 1 normales ♂. Alle Tiere waren frischgeschlüpft. Am 1. 7. 1965 fand ich nur mehr 1 stark abgeflogenes ♂ ohne rechten Hfl. Im Jahre 1966 konnte ich wegen Zeitmangels und infolge der Ungunst der Witterung während der Flugzeit dieser Geometride den Fundplatz nur einmal, und zwar am 9. 8. besuchen. Ich erbeutete nur mehr 1 stark defektes ♀ mit fehlendem rechten Hfl.

Nachdem ich meine Beobachtungen Innsbrucker Sammelfreunden mitgeteilt hatte, sagte mir Herr Tarmann, daß er am 3. 7. 1966 an meiner Fundstelle mehrere *clathrata* sah, denen offensichtlich ein Hfl fehlte. Da er wie auch ich zuerst vermutete, daß es sich um krüppelhafte oder von Vögeln verstümmelte Tiere handelte, schenkte er seiner Beobachtung weiter keine Beachtung.

Im Jahre 1967 setzte ich, soweit es meine Freizeit wieder erlaubte und das Wetter es zuließ, meine Beobachtungen fort. Am 4. 6. vormittags fand ich 1 ♀ ohne rechten Hfl frischgeschlüpft, mit noch weichen Flügeln an einem dünnen Grashalm sitzend. Ein weiteres Suchen blieb an diesem Tage wegen des herrschenden Sturmes erfolglos. Am 24. 6. fand ich bei schönem und sonnigem Wetter wieder am frühen Vormittag meist frische Falter, und zwar: 6 ♂♂ und 10 ♀♀ mit normalen Flügeln, 3 ♂♂ und 3 ♀♀ ohne rechten Hfl, 1 ♂ und 1 ♀ ohne linken Hfl und 1 ♂, dem beide Hfl fehlten. 1 ♀ ohne rechten Hfl, 1 ♀ ohne linken Hfl und 1 normales ♀, das am Eingang des Vennatales, etwa 100 m vom Fundplatz der mißgebildeten Falter entfernt, gefangen wurde, wurden zur Eiablage lebend mitgenommen. Am 2. 7. fand ich vormittags nach einem starken Gewitter, bei trübem Wetter, nur wenige Tiere. Die Imagines dürften an diesem Tage tief in der nassen Vegetation versteckt gewesen sein. Alle Tiere waren bereits stark abgeflogen. Ich beobachtete 1 ♂ und 4 ♀♀ mit normal ausgebildeten Flügeln und 2 ♀♀ und 1 ♀ ohne rechten Hfl. Am 12. 7. fand ich wieder bei sonnigem Wetter 2 ♂♂ und 1 ♀ normalflügelig, 1 ♀ mit etwas deformiertem linken Hfl und 1 ♂ und 4 ♀♀ ohne rechten Hfl. Die Falter waren bereits stark beschädigt, da die Hauptflugzeit längst vorbei war. Eine Nachschau am 28. 6. 1968 ergab, daß der Fangplatz durch Neuaufschüttung von Abraummateriale fast

1) Hfl = Hinterflügel, Vfl = Vorderflügel.

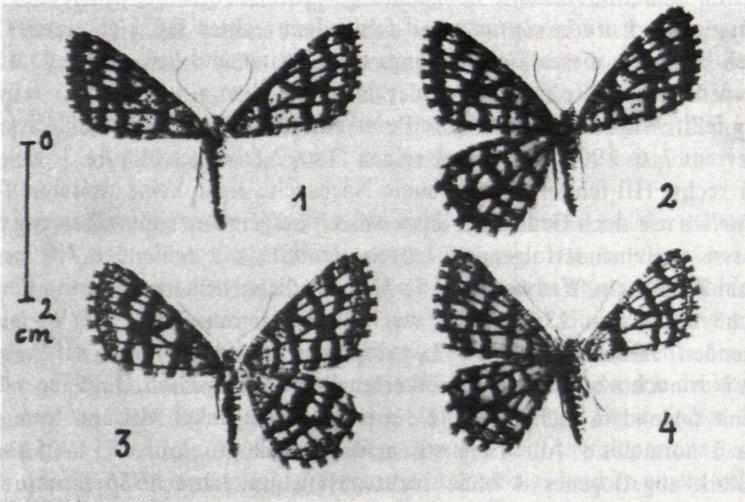


Abb. 1–3: *Semiothisa clathrata* (L.) ♂♂ mit Flügelmaßbildungen. Fundort: Vennatal-Eingang, Zillertaler Alpen, Nordtirol, 1400 m, 24. 6. 67, leg. et coll. Burmann.

Abb. 4: *Semiothisa clathrata* (L.) ♀, mißgebildet, von derselben Fundstelle, 4. 7. 67, leg. et coll. Burmann (Foto: A. Trawöger, Innsbruck).

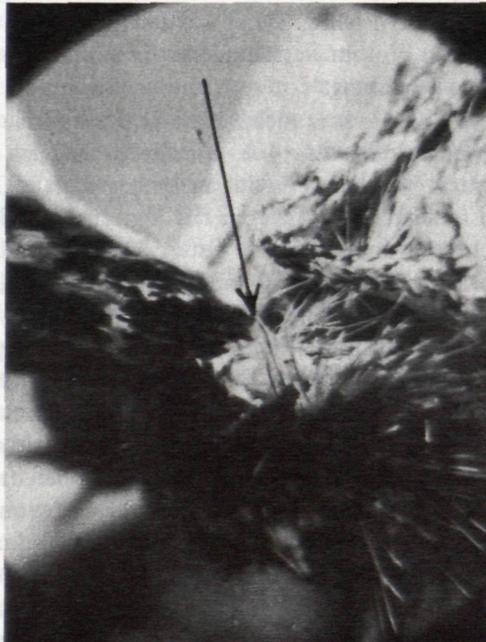


Abb. 5: *Semiothisa clathrata* (L.) Exemplar von Abb. 3, linke Seitenansicht, etwas schräg, Blick auf die Vorderflügelbasis (links) und die potentielle Ansatzstelle des Hinterflügels (siehe Pfeil). Vergrößerung 40fach (Foto: A. Trawöger, Innsbruck).

ohne Vegetation war. Trotzdem fing ich an einer kleinen von der Aufschüttung verschonten Stelle noch 2 ♂♂ ohne rechten Hfl. Weiters erstmals 1 ♂ von *Perizoma blanda* (SCHIFF.) ohne rechten Hfl und 1 weiteres ♂ der gleichen Geometridenart ohne linken Hfl.

Das waren also meine Beobachtungen während der Jahre 1964 bis 1968, die leider wegen Zeitmangels nicht fortlaufend gemacht werden konnten oder durch die Ungunst der Witterung (der Fundort liegt ja in der Brennersenke des Alpenhauptkammes, wo das Wetter sehr unbeständig ist) sehr beeinträchtigt wurden. In der Folge konnte ich den mehrjährigen Beobachtungsplatz wieder einige Male aufsuchen. Nach der Neuaufschüttung stellte ich am 11. 6. 1969 fest, daß eine Wiederbesiedlung in bescheidenem Maße vonstatten ging. So hatten einige Ruderalpflanzen, unter anderen auch die Hauptfutterpflanze von *Semiothosa clathrata*, *Trifolium campestre*, sich in kleinen Beständen bereits wieder angesiedelt. An diesem Tage konnte ich wegen eines schweren Gewitters überhaupt keinen Falter finden. Ebenso setzte am 28. 6. gleich nach Ankunft am Fundplatz starker Regen ein. Eine Suche nach Tieren blieb ohne Ergebnis. Am 2. 7. des gleichen Jahres brachte ein Besuch infolge eines Dauerregens keinen Erfolg. Ab dem Jahre 1970 machte ich dann keine Beobachtungen mehr.

Bei allen während dieser Jahre fallweise erfolgten Besuche des Fangplatzes beobachteten 55 *clathrata*-Falter wurden 10 ♂♂ und 15 ♀♀ mit normalen Flügeln und 30 mit fehlenden Hfl registriert; und zwar fehlten bei 15 ♂♂ und 11 ♀♀ der rechte Hfl, bei 2 ♂♂ und 1 ♀ der linke Hfl und bei 1 ♂ beide Hfl. Bei allen diesen Freilandtieren fehlten also nur Hfl und in der Mehrzahl der rechte Hfl. Diese Flügel fehlten aber vollkommen. Es war keine Spur eines Flügels mehr vorhanden, und man sah auch bei geringer Vergrößerung nur mehr eine nackte Narbe anstelle des fehlenden Hfls.

Alle diese dreiflügeligen Tiere waren naturgemäß viel weniger beweglich und fluchtüchtig, als die normalflügeligen. Sie ließen sich bereits bei geringsten Störungen sofort ins Gewirr der dichten Vegetation fallen, verharrten dann längere Zeit vollkommen regungslos und waren kaum zu entdecken. Sie zeigten ein ganz anderes Verhalten, als die sehr beweglichen und ziemlich flinken Artgenossen mit vier Flügeln. Die Normaltiere flogen bei Störungen immer sofort in die Höhe, um sich erst nach kurzem Fluge wieder niederzulassen. Es schien so, als ob sich die mißgebildeten *clathrata* ihrer geringen Beweglichkeit bewußt gewesen wären und sich durch dieses geänderte Verhalten den Nachstellungen ihrer vielen Feinde zu entziehen suchten. Da mit dem Fehlen eines Flügels wohl auch eine Muskel- und Nervenschädigung verbunden war, war die Haltung des Vfls bei fehlendem Hfl immer abnormal. Der jeweilige Vfl hing immer etwas schräg nach unten. Es war mit Sicherheit anzunehmen, daß der Prozentsatz solcher dreiflügeliger *clathrata* wohl wesentlich höher war, als auf Grund der verhältnismäßig nur wenigen Beobachtungen festgestellt werden konnte. Am Fangplatz traten sicherlich während der Entwicklung große Ausfälle auf, da die Lebensfähigkeit der Raupen durch die Gifte doch stark herabgemindert war. Wohl nur ein kleiner Teil aller abgelegten Eier ergab die Falter und von diesen waren wieder viele mißgebildete Tiere. Es war anzunehmen, daß die Ausfallsquote von Generation zu Generation stark stieg. Daß dort überhaupt noch *clathrata* flogen, war wohl auf den Umstand zurückzuführen, daß immer neue Falter der doch recht weit verbreiteten Art aus benachbarten Lebensräumen zugewandert sind. Wäre dies nicht der Fall gewesen, würde meines Erachtens dort schon lange keine *clathrata*-Population

mehr vorgekommen sein. Die Ursache dieser Mißbildungen bei diesen *clathrata*-Faltern liegt meines Erachtens einzig und allein in der Besprühung der Vegetation mit dem Unkrautvertilgungsmittel.

Im Verlaufe meiner Sammeltätigkeit fand und finde ich immer wieder, wenn auch nur einzeln, dreiflügelige Lepidopteren, aber Reste des fehlenden Flügels waren meist noch vorhanden. Das sind Vögeln, Eidechsen oder anderen Tieren entwischte Falter oder Krüppeltiere, die durch Störungen der Raupe während der Verpuppungszeit oder durch mechanische Einflüsse im Puppenstadium entstehen können. Solche pathologische Formen sind besonders im Gebirge häufiger anzutreffen, wo die Raupen zur Verpuppung mit Vorliebe in das wärmespeichernde Gerölle kriechen. Die frischen und weichen Puppen werden dann oft durch Gesteinsverschiebungen deformiert und ergeben dann solche Krüppel. In letzter Zeit, wo die Umweltverschmutzung und -vergiftung immer unerträglichere Formen annahm, fand ich öfters Lepidopteren (meist Geometriden!) mit vollkommen fehlenden Hfln. Alle diese Tiere aber ausnahmslos in der Nähe von Bahnanlagen oder an Straßenrändern. So z. B. von *Epirrhoe alternata* (MÜLL.) bei Innsbruck am 14. 7. 1970 1 ♂ ohne linken Hfl, am 26. 4. 1971 1 ♀ ohne rechten Hfl und am 9. 6. 1971 1 ♀ ohne linken Hfl.

Von dem am 24. 6. 1967 eingetragenen 2 M ♀♀²) (1 ♀ mit fehlendem rechten Hfl. und 1 ♀ mit fehlendem linken Hfl) und 1 N ♀ wurden Nachzuchten durchgeführt. Allerdings mit Futterpflanzen (*Trifolium campestre*), die weitab von Straßen oder Bahndämmen eingetragen wurden. Es handelte sich dabei sicher um Pflanzen, die kaum mit irgendwelchen Chemikalien in Berührung gekommen waren. Diese Vergleichszucht erbrachte einige bemerkenswerte Ergebnisse.

Bei der Eiablage zeigten sich noch keine großen Unterschiede. Die beiden M ♀♀ legten zusammen etwa 250 Eier, das N ♀ 140. Aber nur ungefähr 60% der abgelegten Eier der M ♀♀ gegenüber 95% des N ♀ schlüpfen. 40% der Eier der beiden M ♀♀ waren also bereits unfruchtbar. Die Abkommen der M ♀♀ zeigten ein weit unregelmäßigeres Wachstum, als die des N ♀. Während der Zucht traten bei den Raupen der M ♀♀ mehr als 30% Verluste auf, während bei denen des N ♀ nur etwa 10% nicht zur Verpuppung gelangten. Die Zucht aller Raupen erfolgte unter denselben Bedingungen und auch das Futter wurde für alle Tiere vom selben Platz entnommen. Die Verpuppung der Raupen des N ♀ erfolgte ziemlich gleichmäßig im Verlaufe eines Zeitraumes von 1 Woche. Die der Nachkommen der M ♀♀ unregelmäßig in großen Abständen im Verlaufe von 4 Wochen. Von den Puppen des N ♀ schlüpfen im selben Jahre zwischen 24. 7. und 10. 8. 1967 15 ♂♂ und 19 ♀♀ und von denen der M ♀♀ zwischen 1. und 18. 8. 10 ♂♂ und 10 ♀♀. Die restlichen Puppen überwinterten und ergaben zwischen 24. 3. und 10. 5. 1968 vom N ♀ 41 ♂♂ und 34 ♀♀ und von den beiden M ♀♀ 38 ♂♂ und 35 ♀♀. Sämtliche Tiere aus den Zuchten, also sowohl die Abkömmlinge des N ♀ als auch die der M ♀♀, ergaben vollkommen normale Falter sowohl in der Größe als auch in der Färbung und Zeichnungsanlage. Es war kein einziges mißgebildetes Tier dabei. Daß im selben Jahr bei einem so raschen Zuchtverlaufe noch eine zweite, allerdings unvollständige Generation zur Entwicklung kam, war vorauszusehen. *Clathrata* hat in Nordtirol in Tallagen durchwegs 2 Generationen. Im höher

²) M ♀ = Weibchen mit fehlendem Flügel, N ♀ = Weibchen mit normalem Flügel.

gelegenen Brennergebiet hat diese Geometride naturgemäß immer nur 1 Generation. Aus Zeitmangel konnte ich damals keine genaueren Daten festhalten. Aber dieser Zuchtversuch zeigte bereits deutlich, daß die Abkommen dieser mißgebildeten *clathrata* in allen Entwicklungsstadien, wobei im Puppenstadium erwartungsgemäß die geringste Ausfallsquote festzustellen war, bereits eine größere Sterblichkeit aufwiesen, als dies bei denen der Normaltiere der Fall war. Viele Eier waren nicht mehr befruchtet und viele Raupen starben während der Entwicklungszeit ab. Sogar die Schlüpfquote der Puppen war geringer, 10% gegenüber 5% bei Abkömmlingen des N ♀. Vom Ei bis zum Falter war bei den Nachkommen des N ♀ ein Ausfall von ungefähr 30% zu verzeichnen, was nach meinen Erfahrungen bei Geometridenzuchten mit Überwinterung der Puppen durchaus als normal bezeichnet werden kann. Dagegen betrug der Ausfall bei den Abkommen der beiden M ♀♀ über 60%. Und dies bei der Fütterung mit einwandfreien, nicht vergifteten Futterpflanzen. Wären die Raupen beispielsweise mit Pflanzen gefüttert worden, die mit dem Unkrautvertilgungsmittel besprüht wurden, hätte sich bestimmt ein anderes Bild ergeben.

An Hand des Beispiels von *clathrata* konnte ich durch Freilandbeobachtungen feststellen, wie schwerwiegend die Folgeerscheinungen solcher giftiger Pflanzenvertilgungsmittel sich auf die Insektenwelt auswirken können. Ich möchte damit nur eine Anregung zu weiteren diesbezüglichen Beobachtungen geben. Durch exakte Laboratoriumsversuche müßte es möglich sein, genaue Zahlenangaben über die Auswirkungen dieser Giftstoffe auf die Entwicklung und Fortpflanzung von Lepidopterenarten zu erhalten, wenn sie mit Pflanzen gefüttert werden, die mit Sprühmittel behandelt wurden. Unter anderem könnte die Grenze der Verträglichkeit festgestellt werden, bei der noch keine in Erscheinung tretende Folgen sich zeigen; weiters die Auswirkung auf die Generationsfolgen bei verschieden starker Dosierung und öfterer Anwendung. Durch solche Versuche müßte es auch möglich sein, genaue Daten über die sprunghafte Erhöhung der Sterblichkeitsrate während der Entwicklung der Raupen und die Zunahme der Sterilität bei den Weibchen zu erhalten. Diese häufige Geometride dürfte sich auf Grund der gemachten Freilandbeobachtungen ausgezeichnet für diesbezügliche Untersuchungen eignen.

Zusammenfassung

1. Auf engbegrenztem Platze wurden in verschiedenen Jahren eine Anzahl von Geometriden (*Semiothisa clathrata* (L.)) mit fehlenden Hinterflügeln beobachtet.
2. Der Fundplatz lag im Bereiche der mit chemischen Unkrautvertilgungsmitteln besprühten Geleiseanlagen der Österreichischen Bundesbahnen.
3. Die festgestellten Mißbildungen und Nerven- und Muskelschädigungen dürften eine Folge der Vergiftungen der durch die Raupen mit der Futterpflanze aufgenommenen Chemikalien sein. Es dürfte sich um eine ähnliche, bereits viel diskutierte Erscheinung handeln, wie sie bei Menschen durch Gliedmaßenfehlbildungen bei Neugeborenen nach Einnahme von „Contergan“ durch werdende Mütter bekannt wurde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Burmann Karl

Artikel/Article: [Unkrautbekämpfungsmittel als Ursache für Flügelmißbildungen bei Schmetterlingen am Beispiel von *Semiothisa clathrata* \(L.\) \(Lepidoptera: Geometridae\). 159-165](#)