**Zeitschrift:** Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

**Herausgeber:** St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

**Band:** 42 (1900-1901)

**Artikel:** Natürliche und künstliche Umformung der Lebewesen

**Autor:** Fischer, E.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-834605

**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:** 02.07.2025

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

IX.

# Natürliche und künstliche Umformung der Lebewesen.

Von Dr. med. **E. Fischer**, Zürich.

---

Referat über den am 25. Februar 1902 in der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft St. Gallen (mit zahlreichen Demonstrationen) gehaltenen Vortrag.

---

Die Studien über diese Frage wurden vom Vortragenden mittelst abnormer *Temperaturen* an *Schmetterlingspuppen* auf experimentellem Wege durchgeführt. Es sind die Schmetterlinge für solche Zwecke die geeignetsten Tiere. — Der Vortragende bemerkt zunächst, dass schon vor mehr als fünfzig Jahren Temperatur-Experimente mit Schmetterlingspuppen ausgeführt wurden, und zeigt durch einen kurzen historischen Überblick, dass *Dorfmeister* und *Weismann* durch Beobachtungen an *Vanessa levana* und *atalanta* zu der Überzeugung gelangt waren, dass die Kälte die Fähigkeit besitzen müsse, die Farbe und Zeichnung dieser beiden Falterarten zu verändern, sofern diese Kälte auf die frische Puppe zur Einwirkung gebracht werde. Es war diesen unter anderm gelungen, die Sommergeneration der Vanessa levana, d. h. die *var. prorsa*, in die Wintergeneration levana in mehr oder weniger hohem Grade umzuwandeln, also eine Zwischenform (die *var. parima)* zu erzeugen, wenn sie die Puppen frisch 2 bis 3

Wochen einer Temperatur von zirka + 2° C. aussetzten. Dagegen gelang es nur sehr schwer, durch Erhöhung der Temperatur die Wintergeneration levana in die Sommerform prorsa umzuändern. Gestützt auf dieses letztere Faktum legte *Weismann* dar, dass die Wintergeneration levana die erdgeschichtlich ältere, die ursprünglichere Form sei und schon zur Eiszeit in Europa als einzige Jahresgeneration gelebt habe, während sich die prorsa erst später infolge des wärmer gewordenen Klimas allmälig ausbildete. Es konnte somit gesagt werden, dass durch Kälte aus der Sommerform prorsa ein *Rückschlag* zu der alten Form levana erzeugt werden könne.

Seit dem Jahre 1875, wo Weismann seine Resultate publizierte, unterblieb nun jeder weitere, zu irgendwelchen neuen Ergebnissen führende Versuch, bis nach einem siebzehnjährigen Stillstande der Vortragende durch eine besondere, unter normalen Verhältnissen 1892 erhaltene Varietät von Vanessa io (dem Tagpfauenauge) jene von Dorfmeister und Weismann angebahnten Experimente von neuem ins Leben rief und durch Einführung besserer Methoden sehr rasch zu bedeutendem Aufschwung brachte.*)

Der Vortragende hatte damals diese io-Varietät als *Rückschlag* aufgefasst, und da Weismann es wahrscheinlich gemacht, dass *Rückschlag* durch *Kälte*-Einwirkung erzeugt werde, so setzte Vortragender Puppen von io in

*) Wie später auf dem Kontinent bekannt wurde, waren inzwischen allerdings von Merrifield in England einige Versuche ausgeführt, aber als Objekte drei kleine Nachtfalterarten gewählt worden, die sich sehr wenig eignen, während die vom Vortragenden verwendeten acht europäischen Vanessen als ausgezeichnet reaktionsfähige und überhaupt für diese experimentellen, auf die Phylogenese abzielenden Untersuchungen als fast einzig geeignete Arten sich erwiesen.

einem Eiskeller 3 Wochen lang einer Kälte von zirka + 3° C. aus, um jene io-Varietät künstlich hervorzurufen. Dieses gelang nun tatsächlich und ausserdem stellte sich schon beim ersten Experimente noch eine ganz andere, bis damals durchaus unbekannte, also *neue* Varietät ein, *die durch ihre Flügel-Färbung und Zeichnung überraschende Ähnlichkeit mit einer ganz andern Art (mit Vanessa urticæ, dem Nesselfalter) aufwies und damit ihre einstige Abstammung von derselben mit einem Schlage aufgedeckt hatte.* Damit war nun ein Weg gefunden, die eine Art in eine andere in gewissem Sinne und Grade umzuprägen, und dieses neue, überraschende Faktum führte sofort zu einer wahren Hochflut solcher Experimente mit Schmetterlingspuppen.

Die Fortsetzung der Experimente im Jahre 1893, wobei Puppen von 8 verschiedenen Vanessen-Arten auf der einen Seite der *Kälte* (0° + 10° C.) 2 bis 6 Wochen, auf der andern aber der *Wärme* (+ 35 bis + 42° C.) 2 bis 4 Tage meist ununterbrochen ausgesetzt wurden, ergab nun ein für die Deszendenzlehre höchst bemerkenswertes Resultat, denn aus den Puppen verschiedener mitteleuropäischer Vanessen entwickelten sich bei *Kälte* die im *nördlichen*, bei *Wärme* die im *südlichen* Teile des Verbreitungsgebietes der betreffenden Arten sich vorfindenden Varietäten, und daraus liess sich der wichtige Schluss mit aller Bestimmtheit ableiten, *dass jene nördlichen und südlichen Varietäten dem Klima, unter dem sie leben, ihre Entstehung verdankten,* dass die Art also *weder konstant* sei, *noch auch spontan sich verändere*, sondern durch *äussere Einflüsse,* namentlich durch den *mächtigsten* Faktor der Aussenwelt, die *Temperatur*, zwangsweise verändert werde.

Vermutet hatte man das Walten dieses Prozesses schon früher, jetzt aber war einmal ein experimenteller Beweis für die Richtigkeit jener Annahme erbracht und so ein fester Boden gewonnen.

Was Weismann hinsichtlich des entwicklungsgeschichtlichen Alters der Van. levana wahrscheinlich gemacht, ergab sich aus diesen neuen Experimenten noch viel bestimmter für unsere mitteleuropäische Van. urticæ, die durch das Kälte-Experiment in die in den Polarregionen lebende var. polaris direkt übergeführt worden war; diese var. polaris ist nämlich nachgewiesenermassen eine alte Form, die schon zur Eiszeit in Europa existierte; unsere heutige urticæ war also durch den Kälteversuch in die *Eiszeitform* zurückverwandelt worden, und da sich viele andere Vanessen analog verhielten, so muss dieser Schluss auch für sie Gültigkeit haben.

Es ergab sich sonach aus allen durch Kälte- und Wärme-Experimente gewonnenen Resultaten schliesslich die These:

*Durch Kälteeinwirkung von 0° bis + 10° C. auf Puppen der Vanessen entstehen Varietäten, die entweder der Wintergeneration (wie bei levana), oder der nördlichen Varietät (wie bei urticæ-polaris) oder der Eiszeitform entsprechen. Anderseits ergeben Wärme-Experimente mit Temperaturen von + 35° bis + 40° C. die im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes der betreffenden Art sich jetzt vorfindenden oder doch in Zukunft sich offenbar dort einstellenden Varietäten.*

Bei diesen Experimenten vermochte der Vortragende aber noch eine andere, *im höchsten Grade befremdende Tatsache* aufzudecken: Da die Kälte- und Wärme-Varietäten in ihren Veränderungen sich *gegensätzlich* verhalten, indem diejenigen Farben, die bei Kälte zunehmen, bei

Wärme sich vermindern, so war man von jeher (schon seit Dorfmeister's Zeiten) der Meinung, dass Wärme *umgekehrt* wirke wie Kälte, was ja als so ziemlich selbstverständlich erscheint; man glaubte, Kälte wirke also *spezifisch, direkt* oder *unmittelbar* und ebenso wirke auf der andern Seite die Wärme spezifisch oder direkt.

Gegen diese unerschütterlich erscheinende Lehre wandte sich aber der Vortragende, da er bereits 1894 hatte beobachten können, dass bei einem *Wärme*-Experimente *nicht* die *Wärme-Varietät,* epione, sondern eine *Kälteform,* var. artemis, auftrat, *gerade so, als ob die Puppen von Anfang über Eis aufbewahrt worden wären.* Diese bis damals absolut unbekannte, unerwartete und darum sehr verblüffende Tatsache, dass Wärme hier *gleich* wirkte wie Kälte, führte notwendig zu einer andern Anschauung über Ursache und Wesen der Variationen und Aberrationen; sie war für alle darauffolgenden Untersuchungen von grösster Bedeutung und führte den Vortragenden bereits 1894 dazu, seine sogenannte *„Hemmungstheorie“* aufzustellen, in der er mit Bestimmtheit die Ansicht vertrat, dass Kälte und gewisse Wärmegrade *ganz gleich* wirken, dass mithin *keine direkte* oder *spezifische* Wirkung dieser Temperaturgebiete vorliege, dass vielmehr die aberrative Veränderung dadurch zu stande komme, dass diese genannten Temperaturen in der Entwicklung der Puppe gewisse *Hemmungen erzeugen!* — Diese Theorie wurde anfänglich von der „Kritik“ zurückgewiesen, weil man nicht einzusehen vermochte, dass Wärme gleich wirken sollte wie Kälte und dass sie überdies die Entwicklung hemmen könnte. Allein es folgten bald ausgezeichnete Bestätigungen ihrer Richtigkeit:

Im Sommer 1893 hatte Autor nämlich von Vanessa

antiopa noch eine ganz eigentümliche Aberration bei einem Wärme-Experiment erhalten, die unter dem Namen *hygiæa* als grösste Seltenheit aus der Natur bekannt ist. Nun erweiterte er 1895 durch Einführung eines neuen, bereits 1893 von ihm ausgedachten Verfahrens die Kälte-Experimente, indem er nicht wie bisher Temperaturen von $0^0$ bis $+ 10^0$ C. anwandte, sondern *unter* $0^0$ C. ging und Temperaturen von $- 4^0$ bis sogar $- 20^0$ C. zur Einwirkung brachte!

Diese seine neue Methode der *intermittierenden* Anwendung *tiefer Kälte* ergab nun, wie er auf Grund seiner Theorie vorausgesagt hatte, ganz exorbitant veränderte Formen, sogenannte *Aberrationen,* und unter diesen befand sich nun auch die *hygiæa,* die der Vortragende zwei Jahre vorher durch *Wärme* zuerst erzog.

Früher hatte also ein Wärme-Experiment die durch mässige Kälte ($0^0$ bis $+ 10^0$ C.) erzogene var. artemis ergeben, jetzt war es umgekehrt gelungen, die Wärme-Aberration hygiæa durch tiefe Kälte ($- 4^0$ bis $- 20^0$ C.) zu provozieren! Also in beiden Fällen *gleiche* Wirkung der Kälte und Wärme, mithin *keine* spezifische oder direkte, — und damit zunächst die eine Bestätigung der Theorie.

Da diese Erzeugung der hygiæa auf beiden Wegen gelungen war, so erschien es möglich, auch die durch tiefe Kälte ($- 4^0$ bis $- 20^0$ C.) erzeugten Aberrationen der *andern* 5 Vanessen-Arten umgekehrt auch durch hohe Wärme zu erreichen und dies gelang tatsächlich und fand auch durch nachmalige Untersuchungen anderer Experimentatoren volle Bestätigung.

Es blieb daher jetzt nur noch übrig, zu zeigen, dass (ausser der var. artemis) auch sämtliche durch *mässige*

Kälte ($0^0$ bis $+ 10^0$ C.) erzeugten Varietäten bei Wärme gleichfalls hervorgerufen werden könnten. Das vom Vortragenden für eine Art (antiopa-artemis) bereits 1894 konstatierte *gleiche* Variieren bei *unter-* und *über*normaler Temperatur war nämlich vereinzelt geblieben und schien keine Beachtung gefunden zu haben. Vor vier Jahren erbrachte der Vortragende aber auch für diese Variationenreihe den vollgültigen Beweis und stürzte damit die alte, fünfzigjährige Lehre der spezifischen, direkten oder unmittelbaren Wirkung der mässigen Kälte, die sogar in allerneuester Zeit durch erste Fachkenner hatte neu begründet und befestigt werden wollen.

Beinahe unfasslich erscheint das vom Vortragenden seinerzeit theoretisch vorausgesagte und nachher experimentell bestätigte Faktum, dass die in den *Polarregionen* wohnende var. polaris, sowie die *Winterform* levana, resp. die Übergangsform zu derselben, die var. parima, welch beide man bisher naturgemäss nur durch mässige Kälte erreichen zu können glaubte, nun auch durch eine Temperatur von $+ 38^0$ bis $+ 41^0$ C. erzeugt werden konnte und zwar in der denkbar typischsten Form. —

Von weiterm Interesse war nun aber ferner auch die Art und Weise der *Zeichnungsänderung* dieser Varietäten und Aberrationen: es ging nämlich entsprechend der Eimer'schen Zeichnungsregel die *Längsstreifung* zum Teil in *Fleckung* und diese in *Querstreifung* über, was namentlich bei den urticæ-Formen schön nachzuweisen war; weiter erfolgte die Veränderung überhaupt bei den Aberrationen in der Richtung von unten nach oben und von hinten nach vorn, sofern die Aberrationen durch *tiefe Kälte* erzeugt wurden. Erzog sie der Vortragende aber durch *hohe Wärme,* so kehrte sich der Verlauf meistens

um, und es zeigte sich diese Umkehrung nicht nur bei der Zucht dieser Formen im Thermostaten, sondern auch dann, als der Experimentator eine Anzahl Puppen mehrere Stunden den *direkten Sonnenstrahlen* aussetzte, wobei ihre Körpertemperatur auf + 38° bis + 43° C. und sogar höher stieg. Da nun diese Aberrationen auch in der freien Natur, wenn auch als grösste Seltenheit, erscheinen (ohne dass man bisher wusste, wie sie entstehen und was sie eigentlich bedeuten sollen) und zudem die *gleiche* Veränderung (von oben nach unten und von vorn nach hinten) zeigen, wie die oben genannten, als Puppen den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzten, so folgte daraus die Erkenntnis, *dass diese Falter-Aberrationen in der Natur dadurch entstehen, dass dann und wann eine Puppe zufolge ihres besondern Ruheortes von den Sonnenstrahlen 4—6—10 Stunden getroffen wird.* Aber auch im Frühjahr und Herbst unzeitig auftretende Frostnächte (mit oder ohne Reifbildung) und selbst die Winterkälte können gelegentlich solche Aberrationen bewirken.

Was das *Wesen* der Aberrationen betrifft, so bekämpft der Vortragende die Ansicht derjenigen Lepidopterologen, die diese Aberrationen als Anomalien oder als pathologische Produkte hinstellen, und fasst sie vielmehr mit Eimer als hochentwickelte Formen auf, ja er taxiert einige derselben als sicher in der Zukunft auf der Erde als ständige Arten sich einstellende Formen und kann dafür Beweise erbringen.

Während es also durch die Versuche mit *mässiger* Kälte gelungen war, unsere Vanessen-Formen über ungeheure Zeiträume zurück (bis zur Eiszeit) zu verschieben, war anderseits durch die Experimente mit mässig gesteigerter Wärme, weit mehr aber noch durch die mit tiefer

Kälte und hoher Wärme ein Weg entdeckt worden, der Natur vorauszueilen und Schmetterlingsformen einer fernen Zukunft heute schon künstlich herzustellen. —

Wenn nun aus den Resultaten der Experimente mit mässiger Kälte und gering gesteigerter Wärme sich ergab, dass die nördlichen und südlichen Varietäten durch das Klima entstanden, so muss nun zur Vollständigkeit noch bewiesen werden, dass die durch die Temperatur resp. das Klima erzeugten Veränderungen sich auf die Nachkommen übertragen, sich vererben, sonst wäre eine erhebliche Abweichung selbst in längsten Zeiträumen nicht möglich, das Klima müsste bei jeder Generation mit seiner verändernden Wirkung wieder von vorne anfangen.

Lamarck hat vor etwa 100 Jahren zuerst den Gedanken und in voller Schärfe ausgesprochen, dass die Faktoren der Aussenwelt (Nahrung, Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Gebrauch und Nichtgebrauch der Gliedmassen etc.) den Körper der Tiere verändern und dass sich diese Veränderungen auf die Nachkommen übertragen oder vererben. Aber eigentliche Beweise hiefür fehlten und die nicht wohl zu bestreitende Umformung der Lebewesen suchte man später auf ganz andere Weise zu erklären.

Neben vielen negativ ausgefallenen Versuchen, den Lamarck'schen Gedanken als richtig zu erweisen, ist im Jahre 1888 Weismann durch ein entsprechendes Experiment mit einer südlichen Faltervarietät die Lösung dieser Frage nahezu gelungen; allerdings suchte er das positive Ergebnis anders, und zwar zu gunsten seiner persönlichen Ansicht auszulegen, was aber nichts an der Tatsache änderte. Im Jahre 1897 erzog Standfuss aberrativ veränderte Nachkommen von künstlich erzeugten Aberrationen

der Vanessa urticæ L., jedoch kaum 0,8 %, so dass da Zufälligkeiten nicht ganz ausgeschlossen sein könnten. Im Sommer 1890 führte der Vortragende selber einen längst geplanten und in Vorschlag gebrachten Versuch mit *Arctia caja L.* (dem Bärenspinner), dem hiefür wohl am besten geeigneten Objekt, aus. Puppen dieser Art wurden auf — 8° C. abgekühlt und lieferten zum Teil stark von der Normalform abweichende Falter; die tiefe Kälte von — 8° C. hatte also neue Eigenschaften an diesen Faltern erzeugt und nun galt es, zu entscheiden, ob sich diese neuen, durch den äussern Faktor erzeugten Eigenschaften vererben oder nicht. Die Eier, Raupen und Puppen, die aus der Paarung solcher künstlich veränderter Individuen erlangt wurden, gelangten nun *nicht* mehr unter abnorm niedrige Temperatur, sondern wurden unter *ganz normalen Verhältnissen* aufgezogen; gleichwohl lieferten sie nun tatsächlich eine ganze Anzahl (im ganzen nahezu 10 %!) im Sinne der Eltern und zum Teil fast so stark wie diese aberrativ veränderte Nachkommen.

*Die neu erworbenen Eigenschaften hatten sich also faktisch vererbt!*

Nun aber folgt die Frage, *wie* haben sie sich vererbt, d. h. *auf welchem Wege* haben sie sich auf die Fortpflanzungszellen, oder, kurz gesagt, auf die Eier*), aus denen die Nachkommen hervorgingen, übertragen?

Es stehen *zwei* Erklärungen zur Verfügung.

Entweder leiteten sie sich, wie wir nach dem Lamarckschen Prinzip**) uns vorstellen müssen, durch den Flügel,

*) Es ist hier natürlich der Einfachheit wegen an das bereits *befruchtete* Ei gedacht.

**) Gemäss dem pag. 324 Gesagten ist unter *Lamarckismus* die Lehre zu verstehen, dass die Lebewesen *verändert* werden (und zwar durch *äussere* Faktoren, nicht durch eine innere, geheimnis-

den Vorderkörper, an dem die Flügel eingelenkt sind, und den Hinterleib hindurch und prägten sich in die Fortpflanzungskeime (die Vererbungssubstanz) auf irgend eine Weise ein, — oder aber die Temperatur wirkte sowohl auf die Flügel als auch auf die Fortpflanzungszellen *direkt* ein und veränderte beide *gleichzeitig* und *gleichsinnig* (Galton-Weismann'sches Prinzip).

Der Vortragende weist nun an der Hand des experimentellen Resultates mit caja nach, dass (für die Temperaturwirkung wenigstens) die *letztere* Annahme die zutreffende ist; die *Nachkommen* waren nämlich zum Teil etwas *stärker* verändert als die Eltern. Die Lamarck'sche Vorstellung ist daher hier unzureichend, weil eine Veränderung von den Eltern auf die Nachkommen hätte übertragen werden müssen (eben der *Überschuss* der Veränderung bei letztern gegenüber den erstern), die bei den Eltern gar nicht vorhanden war; es wäre dies eine Wirkung ohne Ursache und deshalb unzulässig.

Der Vortragende macht aber darauf aufmerksam, dass damit das Lamarck'sche Prinzip nicht als total falsch

---

volle Kraft), dass so entstandene Veränderungen des Körpers sich jeweilen vererben und dadurch schliesslich zur Entstehung neuer Arten führen. Die Temperatur-Experimente mit den Vanessen haben die Richtigkeit dieser Lehre bewiesen. Lamarck betonte aber ganz besonders, dass die Veränderungen der Umgebung die Tiere vielfach zwingen, ihre Organe, namentlich die Gliedmassen, anders zu betätigen, anders zu gebrauchen, dass durch diesen veränderten *Gebrauch* die Glieder selber umgeformt werden und dass sich diese Umformungen auf die Nachkommen vererben. Es ist nun leicht einzusehen, dass *diese* Vererbung nur dadurch möglich wäre, dass sich die Veränderungen (z. B. die *Verdickung* eines *mehr* gebrauchten Muskels) durch den Körper hindurch auf die Fortpflanzungszellen hinüberleiteten. Diesen letztern Vorgang, dessen Vorkommen bis jetzt nicht bewiesen werden konnte, versteht man unter *„Lamarck'schem Prinzip“* oder *„Vererbung erworbener Eigenschaften“* im heutigen, wissenschaftlichen Sinn.

dargetan sei, wenn auch bisher keine völlig einwandfreien Beweise für dasselbe erbracht werden konnten und oben erwähntes Resultat bei caja sogar dagegen spricht.

Das Lamarck'sche Prinzip ist allerdings nicht zulässig, sofern es sich um Vererbung solcher Eigenschaften handelt, die durch Temperatur, Nahrung, Krankheit erzeugt sind, also durch Faktoren, welche sowohl auf den *Körper* als auch auf die *Vererbungssubstanz* direkt einzuwirken vermögen; dagegen scheint es für alle jene Faktoren in Betracht zu kommen, die *nur bestimmte Teile des Körpers* oder nur dessen *Oberfläche* treffen, zu der Vererbungssubstanz selber aber *nicht* direkt gelangen können, wie Licht, Verletzungen, Gebrauch oder Nichtgebrauch bestimmter Organe, rein örtliche krankhafte Veränderungen und ähnliches. Aber dass irgendwelche durch diese Faktoren erzeugten Neubildungen im Sinne Lamarck's durch die Körpergewebe hindurch auf die Keime sich fortleiten und sich so vererben, dafür fehlte bisher ein triftiger Beweis.

In neuerer Zeit ist es nun aber dem Vortragenden doch gelungen, auch diese am meisten umstrittene und schwierigste Frage zu lösen und zwar im bejahenden Sinne, und dieser Nachweis wird für die Deszendenzlehre und für die weitere biologische Forschung überhaupt von grösster Bedeutung sein. Diese letztern Forschungsresultate finden sich publiziert im VI. und VII. Bande der „Allgemeinen Zeitschrift für Entomologie" (Verlag von Neumann in Neudamm).