

## Über das Manifestwerden der ererbten Anlage einer Abnormität.

(Nach Untersuchungen an *Cyclops*.)

Von Dr. Friedrich Alverdes.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Halle.)

Mit 1 Abbildung.

1920

Unter einer Zwischenrasse versteht de Vries eine Rasse, welche auch bei Selbstbefruchtung nie völlig rein züchtet, selbst nicht bei Selektion durch viele Generationen; zu ihnen gehören viele Rassen, die durch das regelmäßige Auftreten von Monstrositäten ausgezeichnet sind. Sie werden in Halbbrassen (gleich den Schwachrassen Plate's) und Mittelrassen eingeteilt, je nachdem der Prozentsatz der „Erben“ gering oder beträchtlich ist. Die Zahl der letzteren kann innerhalb gewisser Grenzen schwanken; es läßt sich jedoch nie eine Halbbrasse in eine Mittelrasse überführen und umgekehrt. Ebenso ist es unmöglich, eine normale Rasse in eine Zwischenrasse zu verwandeln.

Die Ursachen, welche die Schwankungen der Erbenzahl hervorgerufen, sind noch nicht mit Sicherheit erkannt. Ein Teil der Autoren (de Vries u. a.) führt an, daß gute Lebenslage die Zahl der Abnormitäten erhöhe. Allerdings muß von vornherein die Anlage zu einer Monstrosität in der betreffenden Rasse darin stecken. Denn die üppige Ernährung wirkt beim Auftreten der Mißbildung nicht als verursachender, sondern nur als auslösender Faktor (Goebel, Woltreck). Andere Autoren bezeugen, daß eine schlechte Lebenslage bei Zwischenrassen die Zahl der Abnormitäten erhöhe (Vöchting u. a.). Es scheint, als ob in diesem Punkte artliche Verschiedenheiten bestehen. Lehmann zeigt, daß die Zahl der auftretenden Anomalien nicht einfach der Ausdruck einer stärkeren oder schwächeren Ernährung ist, sondern daß auch innere Faktoren entscheidend mitspielen.

Bemerkenswert ist die Periodizität, welcher gewisse Pflanzen während ihres individuellen Lebens bezüglich der Ausbildung von Anomalien (z. B. an den Blättern und Blüten) unterworfen sind. Im Frühjahr erscheint die Anomalie nur angedeutet, im Sommer überwiegt die Zahl abnormer Blätter oder Blüten, im Herbst treten die letzteren wieder in den Hintergrund. Diese Periodizität wird von manchen Autoren damit erklärt, daß die abnormen Gebilde (wofern es sich um Plusvariationen handelt) mehr Nahrung brauchen als normale. Im Frühjahr und Herbst arbeite die Pflanze in bezug auf ihren Stoffwechsel träger als im Sommer, weshalb die betreffenden Varianten hauptsächlich nur im letzteren ausgebildet würden. Lehmann macht allerdings auf Grund seiner Befunde für diese Periodizität kompliziertere Ursachen als nur die während des individuellen Lebens auftretenden Ernährungsschwankungen verantwortlich.

Suchen wir auf zoologischem Gebiet nach Beispielen einer Vererbungsweise, wie sie für pflanzliche Zwischenrassen charakteristisch

ist, so wäre festzustellen, daß eine Anzahl der von Woltereck gezüchteten *Daphnia*-Rassen durch eine Reaktionsweise mit „umschlagendem“ Erfolge sich als solche Zwischenrassen erweisen. Auch die von Kuttner beschriebenen *Daphnia*-Klone gehören hierher, bei denen in jeder Generation der eine Teil der Individuen normal ist, während der andere neben sonstigen Defekten eine abnorme Beborstung der Ruderantennen zeigt. Die Abnormität variiert individuell und — insbesondere bei Regeneration — intraindividuell. Kuttner erklärt die Anomalien nicht durch starre Gene. Die Verfasserin nimmt vielmehr an, daß in den betreffenden Stämmen eine erbliche Störung der „Reaktionsnorm“ (Woltereck) vorliegt. Diese letztere wäre in der Weise abgeändert, daß die Organanlagen schon auf geringe Reize durch qualitative und quantitative Abänderungen der fertigen Organe antworten.

Auch mir gelang es, ein Objekt zu finden, an dem der für eine Zwischenrasse charakteristische Vererbungsmodus sich studieren ließ. Eine derartige Rasse stellt die von mir gezüchtete Nachkommenschaft eines ♀ von *Cyclops viridis* Jurine dar, welches in meinen Notizen als *viridis* 8 ♀ bezeichnet wurde. (Ausführlich wird auf die Ergebnisse meiner Untersuchungen in einer demnächst erscheinenden Arbeit: „Über die Vererbung von Abnormitäten bei *Cyclops*“ eingegangen.) Das Charakteristikum dieser Rasse ist, daß die Anlage des rudimentären 5. und 6. Fußpaares eine labilere Reaktionsweise besitzt, als sie bei normalen Stämmen vorliegt. Mittels Geschwister- und Verwandtenpaarung wurde die Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8 durch 3 Generationen gehalten. Diese Zuchten ergaben insgesamt 579 ♂♂ und 539 ♀♀. Eine 4. Generation war durch 26 Individuen vertreten. Es zeigte sich bei allen diesen Versuchen, wie bei den Kontrollzuchten, eine von Generation zu Generation zunehmende Unfruchtbarkeit, welche sich vermutlich infolge des Gefangenlebens einstellte und die eine Weiterführung der Zuchten durch eine größere Anzahl von Generationen verhinderte. Bei meinen Versuchen wurde meist jedes ♂ mit mehreren ♀♀, jedes ♂ dagegen stets mit einem ♂ gepaart; denn da das ♀ den Samen im Receptaculum seminis speichert und dieser Vorrat für mehrere Eiablagen ausreicht, so wäre es unmöglich, den Vater der jungen Tiere festzustellen, wollte man das ♀ von mehreren ♂♂ begatten lassen. Neben der Nachkommenschaft des ♀ *viridis* 8 hielt ich Kontrollzuchten unter genau den gleichen Bedingungen. Dieselben stammen von 2 normalen ♀♀ ab; die beiden Familien wurden nur durch Geschwisterpaarung fortgeführt. Ich erzielte aus den Kontrollzuchten 712 ♂ und 667 ♀ Individuen; dazu würden etwa 500 Wildfänge aus verschiedenen Teilen der Umgegend Halles untersucht.

Es scheint mir wünschenswert, zunächst ganz kurz die Morphologie der in Frage kommenden Körperteile von *Cyclops viridis* auseinanderzusetzen. Hinter den 4 Paaren wohlentwickelter Ruderfüße folgen am 5. Thoraxsegment die sogenannten rudimentären 5. Füße. Diese

Extremitäten (vgl. die Abb. des abnormen Fußes) bestehen aus einem Basal- und einem Endgliede. Das erstere ist lateralwärts verbreitert und trägt an der seitlichen Spitze eine Borste. Das Endglied ist mit einer apikalen Borste und einem dem Innenrande angehörigen Dorne versehen.

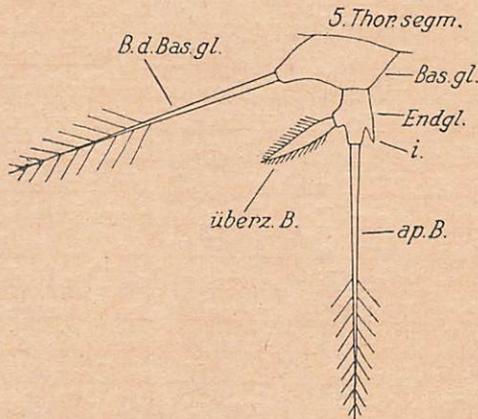
Das rudimentäre 6. Füßchenpaar ist dem 1. Abdominalsegment angefügt. Es stellt keinen abgegliederten Anhang des Körpers dar, sondern wird nur durch 3 Dornen resp. Borsten angedeutet; diese überdecken die Geschlechtsöffnung und bilden wohl einen gewissen Schutz für letztere. Beim ♂ besteht die 6. Extremität aus einem kräftigen ventralen Dorn und 2 weiter dorsalwärts gelegenen Fiederborsten. Beim ♀ ist die Extremität noch weiter reduziert als beim ♂; es finden sich 2 winzige Dorne und dorsal von ihnen eine gefiederte Borste (vgl. hierzu die Abb. meiner ausführlichen Arbeit).

An den Tieren meiner Kontrollzuchten und an den Wildfängen wurde zunächst die normale Variabilität des 5. und 6. Fußes von *Cyclops viridis* festgestellt. Ein gewisser Geschlechtsdimorphismus ist darin zu sehen, daß die Variationsbreite des Innenranddornes bei ♂ und ♀ eine verschiedene ist, und zwar erweist sie sich bei ersterem als eine größere als bei letzterem: Dieser Dorn ist beim ♀ immer stiftförmig (vgl. Abb.); beim ♂ kann er an der Basis kolbig verdickt sein. Die Verdickung des Innenranddornes betrifft entweder die eine oder aber auch beide Körperseiten.

Die in der Familie *viridis* 8 auftretenden Abnormitäten des 5. und 6. Fußpaares lassen sich gliedern in Plus- und Minusvariationen und sonstige Aberrationen. Als Plusvariation ist zunächst eine überzählige Borste am Endgliede des 5. Fußes anzuführen. Diese Abnormität zeigt, wie manche andere Anomalie (z. B. Hyperdaktylie bei Vögeln und Säugetieren) eine sehr große individuelle Variabilität. Die überzählige Borste kann lang und glatt (ähnlich wie die apikale Borste) oder breit und gezähnt sein (vgl. Abb.). Im ersteren Falle vermag sie  $\frac{2}{3}$  der Länge der apikalen Borste zu erreichen, in anderen Fällen fehlt sie selbst gänzlich und nur die Vorbuchtung des Außenrandes, auf welcher eine überzählige Borste zu entspringen pflegt, ist vorhanden. Zwischen den angeführten Extremen finden sich alle Übergänge. Überzählige Borsten trugen 14 ♂♂ und 4 ♀♀; die Abnormität erschien entweder rechts oder links, nie rechts und links gleichzeitig. Sie fand sich bei keinem Exemplare der Kontrollzuchten und nur bei einem einzigen ♂ Individuum aus der freien Natur. Da das letztere von dem gleichen Fundort wie ♀ 8 stammt, so vermute ich einen verwandtschaftlichen Zusammenhang zwischen diesen beiden Tieren.

Auch Abnormitäten des Innenranddornes traten bei den Nachkommen des ♀ *viridis* 8 auf, aber stets nur bei ♂ Exemplaren, in keinem Falle bei einem ♀. Die Abnormität besteht entweder in einer außergewöhnlichen Verdickung, in einer Verkrümmung oder in einer feinen Behaarung des Innenranddornes. Eine solche Anomalie trat meist

nur an einer Körperseite, in wenigen Fällen dagegen auch rechts und links auf. Bei einem ♂ zeigte sich neben einer überzähligen Borste am linken 5. Fuße eine Verdoppelung der Apikalborste und am 6. Fuße der gleichen Körperseite eine Verachtfachung der Mittelborste. Bei einem anderen ♂ erwies sich die überzählige Borste des 5. Fußes als verdoppelt: es waren 2 einander vollkommen gleichende überzählige Borsten vorhanden.



Abnormer, mit einer überzähligen Borste verschöner rechter 5. Fuß von *Cyclops viridis*. 5. Thor. segm. = 5. Thoraxsegment. Bas. gl. = Basalglied. Endgl. = Endglied. *i.* = Innenranddorn. *ap. B.* = Apikalborste. *überz. B.* = Überzählige Borste. *B. d. Bas. gl.* = Borste des Basalgliedes. Vergrößerung 300×.

Als Minusvariationen sind die verkümmert ausgebildeten 5. Füße einiger Individuen zusammenzufassen. Das Endglied des 5. Fußes kann abnorm verschmälert oder es kann auch der ganze Fuß mehr oder minder verkümmert sein. Am weitesten geht die Reduktion bei einem ♂, bei dem vom linken 5. Fuße keine Spur mehr vorhanden ist, während vom rechten nur ein kleines Stiftchen (wohl der Rest des Endgliedes) und die Borste des Basalgliedes übrig blieb. Das Basalglied selbst ist in diesem Falle offenbar in das Thoraxsegment einbezogen. Auf die Weise entspringen Endgliedrudiment und Borste des Basalgliedes getrennt voneinander am Körper.

Auch bei dem 6. Fuße meiner Versuchstiere konnte ich einige Unregelmäßigkeiten auffinden; Fälle, in denen die Abnormitäten mit Sicherheit auf eine genotypische Veranlagung zurückgeht, ließen sich allerdings nur unter den ♂ Exemplaren zeigen. Wiederum sind Plus- und Minusvariationen zu unterscheiden. Zu den ersteren zählen einige Vorkommnisse, wo beim ♂ auf der einen Körperseite der ventral gelegene Dorn verdoppelt ist. Bei anderen Exemplaren stellt sich einer der beiden 6. Füße als eine Minusvariation dar, indem die Mittelborste verkümmert ist oder gänzlich fehlt. Selbstverständlich werden nur solche Tiere hierher gerechnet, bei denen die fehlenden

Borsten überhaupt nicht angelegt waren; Individuen, bei denen die Borsten halb abgebrochen oder offensichtlich mechanisch durch irgendwelche äußeren Eingriffe entfernt waren, zählten als normale Tiere.

Es wurden also nur 4 ♀♀ konstatiert, welche eine Mißbildung des 5. Fußes besaßen (und zwar ein jedes eine überzählige Borste). Alle anderen besprochenen Anomalien blieben auf ♂ Tiere beschränkt. Zur Erklärung hierfür nehme ich an, daß in den ♀ Exemplaren ein besonderer, im übrigen völlig unbekannter Hemmungsfaktor wirksam ist, welcher die Ausbildung einer Abnormität meist unterdrückt. Andere Unregelmäßigkeiten als die des 5. und 6. Fußpaares ließen sich bei meinen Versuchstieren aus der Familie *viridis* 8 nicht auffinden. Ich mußte mich damit begnügen, durch Stichproben festzustellen, ob Antennen, Ruderfüße oder Furka irgendwelche Anomalien aufwiesen. Diese Untersuchung förderte nur normal gebildete Organe zutage. Ebenso wenig konnten bezüglich der Zahl und Gestalt der Chromosomen irgendwelche Abnormitäten festgestellt werden. Der Gedanke lag nahe, daß solche vorhanden wären, da Braun beobachtete, daß — phylogenetisch gesprochen — innerhalb der Gattung *Cyclops* parallel mit der Reduktion des 5. Fußes ein Rückgang in der Chromosomenzahl erfolgte.

Das Auftreten einer überzähligen Borste und eines behaarten Innenranddornes fasste ich als Atavismus auf, da die Cyclopiden zweifellos von Formen mit stärker ausgebildeten 5 Füßen abstammen, als sie die jetzt lebenden Formen besitzen. Der abnormerweise behaarte Innenranddorn von *Cyclops viridis* erweist sich als eine „Transversion“ (Haecker) in das Artbild verschiedener anderer *Cyclops*-Arten (*strenuus*, *capillatus* u. a.). Die Ausbildung einer schwertförmigen, gezähnelten überzähligen Borste bedeutet eine „Transversion“ in den Merkmalskomplex von *Limnoithona*, einer Gattung, für deren 5. Fuß das Vorhandensein einer derartigen Borste am Außenrande des Endgliedes charakteristisch ist.

Von den atavistischen Borsten sind die Doppel- und Mehrfachbildungen scharf zu trennen. Ihre Entstehung verdanken die letzteren wohl einem vegetativen Teilungsvermögen, welches sich bei Pflanzen und niederen Tieren allgemein findet und das abnormerweise auch bei höheren Tieren vorliegen kann (Haecker). Doppel- resp. Mehrfachbildungen nahm ich an, wenn 2 oder mehrere, einander durchaus ähnlich sehende Borsten nebeneinander standen. Ich lehnte es ab, derartige Fälle als ein Zurückgreifen auf sehr frühe phylogenetische Stadien zu deuten, in welchen das 5. Fußpaar noch mit 4 Anhängen ausgestattet war.

Der zukünftige Verlauf der Phylogenese von *Cyclops* wird wahrscheinlich dadurch gekennzeichnet sein, daß die beiden rudimentären Beinpaare sich immer mehr reduzieren. Man wird aber darum noch

nicht einem jeden beliebigen verkümmerten 5. Fuß eine prospektive phylogenetische Bedeutung zuschreiben dürfen. Als ein Individuum, welches ein zukünftiges stammesgeschichtliches Stadium bis zu einem gewissen Grade vorwegnimmt, wurde jedoch jenes ♂ aufgefaßt, dessen rechter 5. Fuß nur aus einem kurzen Stummel und einer lateral davon entspringenden Borste besteht. Dies geschah auf Grund der Ähnlichkeit mit dem 5. Fuße zweier Arten (*Cyclops bicolor*, *varicans*), bei denen die Reduktion bereits weiter fortgeschritten ist als bei *viridis*, indem das Basalglied mit dem Thorax verschmolzen ist; nur das mit einem einzigen Anhang (einer Borste) versehene Endglied und die selbständig lateral davon entspringende Borste des Basalgliedes blieb übrig.

Vererbt wurde in der Familie *viridis* 8 nicht ein bestimmter Mißbildungstypus, sondern nur die Fähigkeit, allerlei Anomalien des 5. und 6. Fußpaares hervorzubringen. Wie Barfurth für hyperdaktyle Hühner, so stellte ich für diese *Cyclops*-Familie fest, daß nur die Mißbildung im allgemeinen, nicht die besondere Variante derselben von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird. Man kann bei *Cyclops* von einer fakultativ-identischen Vererbung sprechen, da es bis zu einem gewissen Grade ein zufälliges Zusammentreffen ist, wenn Eltern und Kinder mit der gleichen Abnormität behaftet sind.

Die Art und Weise, in welcher bei *Cyclops* sich die Potenz zur Ausbildung abnormer 5. und 6. Füße vererbt, läßt eine mendelistische Deutung nicht zu. Denn die Prozentzahl der Erben ist in allen Fällen eine viel zu geringe. Ich nehme, wie schon erwähnt, an, daß in der von mir gezüchteten Zwischenrasse (Familie *viridis* 8) die Reaktionsweise der Anlage des 5. und 6. Fußes labiler sei als bei normalen Stämmen und daß diese erhöhte Labilität sich von Generation zu Generation vererbt. Ich vermute, daß diese Labilität irgendwann mutativ unter den Vorfahren des ♀ *viridis* 8 entstanden ist. Auf Grund dieser besonderen Reaktionsweise können die verschiedensten Abnormitäten des 5. und 6. Fußes: Atavismen, Doppel-, Mehrfach- und Defektbildungen und sonstige Aberrationen entstehen; alle diese Anomalien sind also die Phänotypen ein und derselben genotypischen Anlage. Sie stellen sich bald auf der einen, bald auf der anderen Körperseite und bald auf beiden ein, je nachdem während einer sensiblen Periode die entsprechenden adäquaten Reize in Wirksamkeit treten. Bleiben letztere aus, so wird das Vorhandensein der labileren Reaktionsweise bei den betreffenden Tieren nicht phänotypisch manifest. Mit Hilfe dieser Annahmen läßt es sich erklären, daß Eltern, welche beide mit einer Abnormität behaftet sind, einen hohen Prozentsatz normaler Kinder besitzen und daß phänotypisch normale Eltern unter Umständen abnormen Kindern das Leben schenken.

Einer besonderen Hervorhebung bedarf der Umstand, daß Träger einer überzähligen Borste des 5. Fußes sich nur unter den sich am raschesten entwickelnden Individuen eines Geleges vorfinden, während

das Auftreten der übrigen Mißbildungen (abnormer Innenranddorn, Defektbildungen u. s. w.) nicht an eine bestimmte Entwicklungsgeschwindigkeit des betreffenden Individuums gebunden erschien.

Leider wurde ich auf diesen wichtigen Punkt erst verhältnismäßig spät aufmerksam, als meine Zuchten bereits am Aussterben waren. Aus äußeren Gründen hatte ich vielfach die jungen Larven zweier oder dreier Eisätze desselben ♀ im gleichen Zuchtgefäße vereinigt. Wären die Individuen der verschiedenen Eisätze getrennt voneinander aufgezogen worden, so ließe sich genauer, als dies jetzt geschehen kann, angeben, welchem Paketpaare die einzelnen Mißbildungen angehören. Trotzdem trat die Erscheinung, daß die mit einer überzähligen Borste ausgestatteten Individuen immer dem sich am raschesten entwickelnden Teile einer Geschwisterschaft angehörten, mit wünschenswerter Deutlichkeit hervor. Offenbar ist das Auftreten einer überzähligen Borste am 5. Fuße abhängig von den gleichen konstitutionellen oder konditionellen Bedingungen, welche dem Individuum eine rasche Erledigung seiner Entwicklung ermöglichen. Auf botanischem Gebiete findet diese Beobachtung ein Gegenstück parin, daß bei manchen Zwischenrassen das Auftreten von Abnormitäten der Blätter und Blüten einer Periodizität unterworfen ist.

Auch eine Feststellung von Goldschmidt an *Lymantria* ist in diesem Zusammenhange zu erwähnen. Dieser Forscher fand, daß in Kreuzungen, die ausschließlich ♂♂ liefern, gelegentlich ein einziges ♀ auftrat, welches stets als letztes Tier ausschlüpfte. Hier liegt also eine Angabe über das zeitliche Erscheinen einer Abnormität vor (denn das Auftreten eines ♀ in einer Zucht, die nach der Berechnung nur ♂♂ liefern sollte, ist auch als eine Abnormität anzusprechen). Der späte Schlüpfungstermin und das abweichende Geschlecht der betreffenden Tiere haben vielleicht eine gemeinsame Ursache in einer besonderen Konstitution oder Kondition der Individuen. Goldschmidt erklärt seine Beobachtung durch „non-disjunction“, d. h. durch fehlerhafte Kombination der Heterochromosomen, indem bei der Reduktionsteilung der Samenzellen beide Geschlechtschromosomen abnormerweise nach dem einen Pol wandern. Vielleicht besteht zwischen diesem Fehler im Teilungsmechanismus und dem späten Schlüpfen ein Zusammenhang, indem beide Vorkommnisse auf eine schwächere Konstitution (oder Kondition) der in Frage kommenden Tiere zurückgehen.

Ich hege die Vermutung, daß in vielen Fällen, zu deren Erklärung man besondere Hilfshypothesen wie Faktorenaustausch geschaffen hat (siehe Morgan und seine Schüler nach dem Referate von Nachtsheim), sich die alternativen, scheinbar durch je ein besonderes Gen bedingten Eigenschaften als Phänotypen ein und desselben Gens beraustellen werden, wenn erst einmal die Verteilung der in Frage kommenden Charaktere auf die rascher und langsamer sich entwickelnden Individuen einer Geschwisterschaft festgestellt ist.

Eine weitere hierher gehörende Erscheinung aus dem Gebiete der Vererbungslehre, deren nähere Untersuchung bei verschiedenen Tiergruppen sich verlohnen dürfte, ist die der unvollständigen Dominanz. Unter diesem Namen sind bisher eine Menge sehr verschiedenartiger Vorkommnisse vereinigt worden. So spricht man von unvollständiger Dominanz angesichts der Unregelmäßigkeiten, die sich in der Vererbungsweise bei hyperdaktylen Hühnerrassen ergeben (Davenport). Vielleicht darf man die Anwesenheit einer überzähligen Borste bei *Cyclops* und die Hyperdaktylie der Hühner bis zu einem gewissen Grade miteinander vergleichen, obwohl die Extremitäten der Arthropoden und Wirbeltiere morphologisch nicht miteinander in Beziehung gebracht werden können und die überzählige Borste als Atavismus, die überzählige Zehe der Hühner dagegen als Doppelbildung aufzufassen ist. Führt man in den genannten beiden Fällen den Begriff der unvollständigen Dominanz ein, so sind die Unregelmäßigkeiten in der Vererbung damit nur erst unter einem gemeinsamen Namen zusammengefaßt, aber noch keineswegs erklärt.

### Literatur.

- (Ein umfangreicheres Verzeichnis findet sich am Ende meiner ausführlichen Arbeit.)
- Alverdes, F., Über die Vererbung von Abnormitäten bei *Cyclops*. Zeitschr. ind. Abst.-L. (Im Druck).
- Barfurth, D., Experimentelle Untersuchung über die Vererbung der Hyperdaktylie bei Hühnern. V. Arch. Entw.-Mech. Bd. 40. 1914.
- Braun, H., Die spezifischen Chromosomenzahlen der einheimischen Arten der Gattung *Cyclops*. Arch. Zellf. Bd. 3. 1909.
- Davenport, C. B., Inheritance in poultry. Carnegie Inst. Publ. 52. 1906.
- Goebel, K. Organographie. Bd. 1—2. 1898.
- Goldschmidt, R., Vorläufige Mitteilungen über weitere Versuche zur Vererbung und Bestimmung des Geschlechts. Biol. Zentralbl. Bd. 35. 1915.
- Haecker, V., Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse. Jena 1918.
- Kuttner, O., Über Vererbung und Regeneration angeborener Mißbildungen bei Cladoceren. Arch. Entw.-Mech. Bd. 36. 1913.
- Lehmann, E., Über Zwischenrassen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis*. Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 2. 1909.
- Nachtsheim, H., Die Analyse der Erbfaktoren bei *Dro ophila* und deren zytologische Grundlage (Referat). Zeitschr. ind. Abst.-L. Bd. 20. 1919.
- Plate, L., Vererbungslehre. Leipzig 1913.
- Vöchting, Über Blütenanomalieen. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 31. 1898.
- Vries, H. de, Die Mutationstheorie. Bd. 1—2. 1901.
- Woltereck, R., Variation und Artbildung. Bern 1919.