Kleinere Mitteilungen.

Studien über Vererbung bei Pferden.

Von Ad. R. Walther.

I. Die Vererbung des schwarzen Pigments.

Wie Hurst zuerst nachgewiesen hat, ist beim Pferde das Vorhandensein von schwarzem Pigment dominant über sein Fehlen, eine Erkenntnis, die vor allem aus der Tatsache abgeleitet wird, daß zwei Füchse = rote Pferde ohne schwarzes Pigment niemals andere als Fuchsfohlen erzeugen. Da angeblich Ausnahmen von dieser Regel beobachtet worden sein sollen, von denen jedoch bisher nicht eine einzige als sicher nachgewiesen werden konnte, so ist es von Interesse zu sehen, daß auch in dem bisher noch nicht untersuchten Material des k. k. Hofgestüts Kladrub in Böhmen keine solche Ausnahme zu finden ist. Die Gestütsakten der letzten Jahrzehnte weisen dort im ganzen 58 Nachkommen aus der Kreuzung Fuchs $\times$ Fuchs auf, meist englisches Vollblut, da in den Halbblutzuchten die Kreuzung dieser Farben streng vermieden wurde. Von diesen 58 sind 57 bei der Geburt als Füchse bezeichnet worden, ein Tier als braun. Bei näherer Prüfung stellte sich das jedoch als eine irrtümliche Eintragung heraus, das betreffende Fohlen wird als Jährling dann als Fuchs bezeichnet.

Offen blieb bisher die Frage nach der Vererbung der verschiedenen Grade der schwarzen Pigmentierung, die je nach ihrer Ausdehnung und je nachdem, ob das von schwarz epistatisch gedeckte Grundpigment gelb oder rot ist, zur Entstehung des Rappen (vollständiger Melanismus mit gelbem oder rotem Grundpigment), des Braunen (unvollständiger, meist auf Unterfüße, Mähne und Schweif beschränkter Melanismus mit rotem Grundpigment), oder des Falben (unvollständiger, meist auf Unterfüße, Mähne und Schweif beschränkter Melanismus bei gelbem Grundpigment) führt.

Gelegentlich der Quatrième Conférence de Génétique 1911 habe ich nun in einem Vortrage über die Vererbung der Pferdefarben folgende Tabelle mitgeteilt, die aus dem dritten Bande des „Stutbuchs des Kgl. Preußischen Hauptgestüts Trakehnen“ zusammengestellt ist und das Material der Stuten Nr. 1—500 umfaßt:

Tabelle I.

Kreuzungen von Rappen mit Rappen, Braunen und Füchsen.

Farbe der Eltern	Farbe der Nachkommen		
	Rappe	Braun	Fuchs
Rappe $\times$ Rappe	566	—	68
Rappe $\times$ Braun	90	209	9
Rappe $\times$ Fuchs	8	42	21

Ich habe aus diesem Material, speziell dem Ergebnis der Kreuzung von Rappen mit Füchsen den Schluß gezogen — allerdings schon unter einem gewissen Vorbehalt —, daß die verschiedenen Stufen der schwarzen Pigmentierung sich gradweise vererben und daß dabei der fortgeschrittenere Grad des Melanismus rezessiv zum weniger fortgeschrittenen ist.

Der Zweck der vorliegenden Mitteilung ist es, zu zeigen, daß diese Ansicht auf einer falschen Beurteilung des Materials und daß die Annahme einer gradweisen Vererbung auf einer Verkennung der erblichen Bedeutung der Füchse beruhte.

In Wirklichkeit handelt es sich bei der schwarzen Pigmentierung des Pferdes um eine bifaktorielle Eigenschaft. (Vorsichtig ausgedrückt: Um eine mindestens von zwei Paaren von Faktoren bedingte Eigenschaft!):

1. Das eine Paar dieser Erbinheiten bedingt das Auftreten, bezüglich Nichtauftreten von schwarzem Pigment überhaupt. Das Auftreten ist, wie schon oben ausgeführt wurde, dominant.
2. Das zweite Paar dieser Erbinheiten bestimmt darüber, ob dieses schwarze Pigment, wenn sein Auftreten durch das unter 1. genannte dominante Gen bedingt ist, in der Form der Braunzeichnung = des unvollständigen Melanismus, oder in der Form der Rappenzeichnung = des vollständigen Melanismus auftritt. Die Braunzeichnung ist dominant und spaltet glatt auf gegenüber der rezessiven Rappenzeichnung.

Bezeichnen wir dieses erstgenannte Paar mit M, m, das unter 2. genannte mit B, b, so erhalten wir, nach dem bekannten Schema für das gleichzeitige Auftreten zweier sich gegenseitig dabei nicht beeinflussender Erbinheitspaare folgende Möglichkeiten:

Erbformel	Phaenotyp	Erbformel	Phaenotyp
MB	Braun (9)	Mb	Rappe (3)
MB		Mb	
MB		Mb	
Mb		mb	
MB		mb	
mB		Mb	

Erbformel	Phaenotyp	Erbformel	Phaenotyp
MB	Braun (9)	mB	Fuchs (4)
mb		mB	
Mb		mB	
MB		mb	
Mb		mb	
mB		mB	
mB		mb	
MB		mb	
mB			
Mb			
mb			
MB			

Der erste Anhaltspunkt für diese Beurteilung der erblichen Eigenschaften von Braunen, Rappen und Füchsen ergab sich bei Untersuchungen an Pferden aus dem k. k. Hofgestüt Kladrub in Böhmen. Es fand sich, daß einige, für den Zweck dieser Untersuchungen besonders ausgesuchte braune Hengste Fohlen folgender Farben erzeugten:

Tabelle II.

Kreuzung brauner Hengste mit braunen und Rappstuten.

Name des Hengstes	mit Rappstuten		mit braunen Stuten	
	Rappfohlen	braune Fohlen	Rappfohlen	braune Fohlen
Rinaldo	—	14	—	Zahl nicht genau ermittelt, jedoch sicher die aller anderen Spalten weit übersteigend.
Hindu	—	13	—	
Buckrose	3	—	7	
Taxis	12	6	9	

Diese Ergebnisse wiesen schon darauf hin, daß wir es hier nicht mit irgendwelchen gradweisen Unterschieden zu tun haben, sondern daß vielmehr die Verteilung des schwarzen Pigments bei Braunen und Rappen durch ein sehr einfaches Aufspalten geregelt wird. Doch mußte ich, um einen ausführlichen Beweis für diese Ansicht aufstellen zu können, auf Material aus dem Hauptgestüt Trakehnen zurückgreifen, da das Gestüt zu Kladrub fast keine Füchse zur Zucht benutzt.

Das Material ist dem II. Bande (Berlin, Parey, 1901) und dem III. Bande (daselbst 1910) entnommen. Die Grundfarbe aller Pferde ist stets die gleiche: rot.

Tabelle III.

Kreuzung von für B homozygoten braunen Hengsten mit Rappstuten.

Name des Hengstes	Seine Erbformel (auch an anderem Material geprüft!)	Farbe der Fohlen		
		Braun	Rapp	Fuchs
Discant	BBMM	16	—	—
Gorden	BBMm	20	—	—
Lehnsherr . . .	BBMm	8	—	—
Paßvan	BBMm	13	—	2
Perfektionist . .	BBMm	13	—	3
Zusammen . .		70	—	5

Aus diesen Angaben folgt, daß es braune Pferde gibt, die mit Rappen ausschließlich braune Fohlen erzeugen.

Tabelle IV.

Kreuzung von für B heterozygoten braunen Hengsten mit Rappstuten.

Name des Hengstes	Seine Erbformel (auch an anderem Material geprüft!)	Farbe der Fohlen		
		Braun	Rapp	Fuchs
Elfenbein . . .	BbMm	21	29	1
Elewin	BbMm	4	4	—
Flügel	BbMm	10	19	7
Larifari	BbMm	6	8	—
Malteser . . .	BbMm	25	16	2
Marswörth . .	BbMm	37	46	11
Optimus . . .	BbMM	66	59	—
Thebaner . . .	BbMm	4	3	3
Tunnel	BbMm	5	8	—
Zusammen		178	192	24
Erwartetes Verhältnis Braun : Rapp		185	185	—

Aus diesen Angaben folgt, daß es braune Pferde gibt, die mit Rappen braune und Rappfohlen in gleicher Anzahl erzeugen.

Die Angaben dieser beiden Tabellen werden ergänzt durch die folgenden Tatsachen:

1. Zwei Rappen erzeugen nur Rappfohlen oder Fohlen ohne jedes schwarze Pigment (siehe Tab. I).
2. Es sind eine große Anzahl von Fällen bekannt, in denen zwei braune Eltern Rappfohlen erzeugt haben. Über die äußeren

Gründe, die es so gut wie unmöglich machen, für diese Kreuzung zweier für eine bestimmte Eigenschaft heterozygoter dominanter Pferde aus dem Material von Gestütn Tabellen zusammenzustellen, deren Zahlen mit der theoretischen Erwartung übereinstimmen, verweise ich auf den erwähnten Bericht auf der 4^e Conférence de Génétique.

Aus diesen sämtlichen Angaben läßt sich mit Sicherheit schließen, daß die Braunzeichnung unter glatter Aufspaltung dominant über die Rappzeichnung ist.

Größere Schwierigkeiten stellen sich dem Versuch entgegen, entsprechende Tabellen zusammenzustellen zum Zwecke des Nachweises, daß auch Füchse ganz ebenso in ihrer Erbformel BB, Bb oder bb tragen müssen. Die Schwierigkeit beruht zum Teil darin, daß mit dem Trakehner Material meist in Farbenreinzucht gezogen wurde, Füchse also weitaus am meisten mit Füchsen, verhältnismäßig selten mit Braunen oder Rappen gekreuzt wurden, zum Teil darin, daß bei Füchsen eine weitergehende Erblchkeitsanalyse durch Züchtung als bei Braunen oder Rappen nötig ist, da ja das Äußere nicht wie bei diesen Anhaltspunkte für die Einreihung des einzelnen Tieres in die Gruppen BB, Bb oder bb gewährt. Immerhin werden die folgenden Tabellen als Beweismittel für die oben aufgestellten Behauptungen genügen, zumal da das Durcharbeiten eines jeden einzelnen Tieres des III. Bandes der genannten Gestütsbücher keinerlei denselben widersprechende Tatsachen zutage gefördert hat.

Wir prüfen die Füchse ebenfalls durch Untersuchung ihrer Produkte aus Kreuzungen mit Rappen, deren Erbformel für Schwarzzeichnung ja nach unseren obigen Ausführungen als sicher in jedem einzelnen Falle feststeht.

Tabelle V.

Kreuzung von für B homozygoten Fuchshengsten mit Rappstuten.

Name des Hengstes	Seine Erbformel (auch an anderem Material errechnet!)	Farbe der Fohlen		
		Braun	Rapp	Fuchs
Apis	BBmm	16	—	—
Red Prince . .	BBmm	15	—	2
Zusammen . .		31	—	2

Es folgt daraus, daß es Füchse gibt, die mit Rappstuten — neben Fuchsfohlen — ausschließlich braune Fohlen (niemals Rappen) erzeugen.

Tabelle VI.

Kreuzung von Rapphengsten mit Fuchsstuten, die latent BB oder Bb tragen.

Name des Hengstes	Seine Erbformel (auch an anderem Material errechnet!)	Farbe der Fohlen		
		Braun	Rapp	Fuchs
Boulevard . . .	bbMM	1	1	—
Fürstenberg . .	bbMM	2	2	—
Greif	bbMm	10	—	10
Hirtenknabe . .	bbMM	6	2	—
Jenissei	bbMM	4	1	—
Justizminister .	bbMm	5	1	8
Venezuela . . .	bbMM	3	2	—
Zusammen . .		31	9	18

Es folgt aus dieser Tabelle, daß es Fuchse gibt, die, mit Rappen gepaart, Braune und Rappen geben. (Es mußte, um diesen Beweis führen zu können, diese weniger übersichtliche Tabelle genommen werden, da unter dem Trakehner Material nur wenige Bb tragende Fuchshengste vorkommen, und keiner von diesen mit einer in Betracht kommenden Anzahl von Rappstuten gekreuzt wurde.)

Die Zahl der Fuchsstuten, die nachweislich latent die homozygote Rappzeichnung bb tragen, ist unter meinem ganzen Material sehr gering: 17. Davon sind 11 ausschließlich mit Füchsen gekreuzt, eine Prüfung auf ihre Erbformel ist also bei ihnen unmöglich. Der Rest von 6 Stuten ergibt folgende Tabelle:

Tabelle VII.

Kreuzung von Fuchsstuten, die latent bb tragen, mit Rapp- und braunen Hengsten.

Farbe der Hengste	Farbe der Fohlen		
	Braun	Rapp	Fuchs
mit Rapphengsten	—	3	1
mit heterozygot-braunen ¹⁾ Hengsten	3	6	2
mit homozygot-braunen ¹⁾ Hengsten	2	—	1

Diese Tabelle kann mit Rücksicht auf die geringe Zahl der Fälle nicht als zwingender Beweis bezeichnet werden. Immerhin ist das Fehlen von Nachkommen gerade an den beiden Stellen, an denen ein solches Fehlen nach der Theorie zu erwarten ist, ein deutlicher Hinweis auf die Richtigkeit der vorgebrachten Ansicht.

¹⁾ Die Erbformel ist auch an anderem Material errechnet.

Es folgt daraus, daß Füchse latent die Eigenschaft für Braun- oder Rappzeichnung tragen, die jedoch nicht in die Erscheinung treten kann, da ihnen die Fähigkeit der Bildung schwarzen Pigments überhaupt fehlt.

Die Tatsache, die auch wieder an Kladruber Pferden bestätigt werden konnte, daß Füchse trotzdem imstande sind, schwarz pigmentierte Haare in geringer Menge in Mähne und Schweif zu tragen, wird dadurch allerdings nicht geklärt. Solange diese Frage nicht genauer untersucht ist, werden wir wohl an der Ansicht festhalten müssen, daß es sich dabei um eine genotypisch vollständig anders zu beurteilende Erscheinung handelt, die mit dem bisher in diesem Aufsatz behandelten schwarzen Pigment nichts zu tun hat.

Referate.

SEMON, R. Der Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Fortschr. d. naturw. Forschung 2 1910. S. 1—82.

— Die somatogene Vererbung im Lichte der Bastard- und Variationsforschung. Verhandl. Naturforsch. Vereins Brünn 49 1911. S. 241—265.

Der Streit ist in der Wissenschaft der Vater allen Fortschrittes, und in diesem Sinne, indem sie darauf hinweist, wo Lücken und schwache Stellen in der Beweisführung der Gegner liegen, wird die Lektüre der Arbeiten SEMONS auch für seine wissenschaftlichen Gegner von großem Nutzen sein. Man kann, wie Ref., in fast allen prinzipiellen Punkten anderer Meinung sein und man wird doch seine anregend geschriebenen Ausführungen mit Interesse und Vergnügen lesen, zumal SEMON immer in einer musterhaft sachlichen und vornehmen Weise diskutiert.

In einzelnen Punkten, so vor allem darin, daß immer nur eine bestimmte Reaktionsfähigkeit vererbt wird und nicht etwa die Außenmerkmale als solche, werden wohl auch die meisten experimentellen Forscher, oder wie SEMON sagt, die „Autoren, deren Ausgangspunkt die Bastard- oder Variationsforschung bildet“ mit SEMON übereinstimmen. Um so größeren Widerspruch wird SEMON dagegen in diesem Lager in der Deutung sehr vieler mehr oder weniger ungenügender Versuche und Beobachtungen finden, mit denen er immer und immer wieder operiert.

Man kann der Frage nach der Entstehung der Arten oder der Entstehung des Angepaßteins, der zweckdienlichen Eigenschaften der Organismen von sehr verschiedener Seite nähertreten. Ein Weg, den man früher fast ausschließlich ging, ist der einer indirekten Schlußfolgerung aus Befunden der vergleichenden Anatomie der vergleichenden Entwicklungsgeschichte und der Paläontologie. Daß das ungeheuer große Tatsachenmaterial, das auf diesen Gebieten bekannt ist, uns die Annahme der Entstehung mindestens sehr vieler Eigenschaften durch „Vererbung erworbener Eigen-