

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 68 (1926)

Heft: 2

Artikel: Entwicklungsmechanische und physiologische Betrachtungen über die Ursachen der Streifen- und Fleckenzeichnungen bei Pferd und Rind

Autor: Duerst, Ulrich

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-588097>

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: 09.07.2025

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

SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizerischer Tierärzte

LXVIII. Bd.

Februar 1926

2. Heft

Entwicklungsmechanische und physiologische Betrachtungen über die Ursachen der Streifen- und Fleckzeichnungen bei Pferd und Rind.¹⁾

Von Ulrich Duerst, Bern.

Eine Arbeit zu Ehren Erwin Zschokkes sollte eigentlich Knochenstatistik und -mechanik betreffen. Ich habe auch eine solche, völlig im Sinne und Geiste unseres verehrten Lehrers und Freundes gehalten, hier für diese Festschrift spenden wollen, doch fiel sie wegen der knappen Raumbegrenzung der einzelnen Arbeiten nun ausser Betracht. Sie musste daher schon vorher unter dem Titel „Versuch einer statisch-mechanischen Berechnung der Formgestalt des Schädels einiger Säuger des Hausstandes nach den absoluten Grössen der wirkenden Kräfte“ in der „Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, Berlin, Paul Parey, III. Jahrgang, Mai/Juniheft 1925, Seite 297—341“ erscheinen. Möge der Herr Jubilar auch jene Forschungsergebnisse, gleich dieser nachfolgenden kleinen Skizze als Opfer auf dem Altar der Dankbarkeit und Freundschaft betrachten.

In neuester Zeit haben die Färbungsmerkmale unserer Haustiere zahlreiche Untersuchungen veranlasst. Leider sind aber die meisten derselben mehr spekulativer Natur und die Ursachen werden mehr hypothetisch konstruiert, statt wie ich es mit meinen Schülern nun seit bald zwei Jahrzehnten mache, durch direkte chemisch-physiologische und experimentelle Methoden erforscht.

So haben wir zum Beispiele die sehr einseitig geschriebenen Arbeiten von Porcherel (1) und von Meirowski und Leven (2).

Bedeutend wertvoller ist die schöne Studie von Krieg (3), obgleich auch er diese Fragen philosophisch zu sehr kompliziert und die Lösung viel zu weit sucht. Doch ist er unbedingt auf dem richtigen Wege, wenn auch für unsere Einhufer des Hausstandes

¹⁾ Aus der Festschrift der vet.-med. Fakultät Zürich zum 70. Geburtstag von Herrn Prof. Zschokke.

seine Hypothesen direkt irreleiten, wie dies für Gmelin (4) schon geschehen ist.

Gewiss ist eine „mechanische“ Betrachtungsweise zur richtigen Erfassung der Streifen- und Fleckzeichnung bei unsern Haustieren das allein richtige. Selbstverständlich aber fast ausschliesslich bloss mit Bezug auf diejenigen Flecken und Streifen, die nicht auf einer pathologischen Erscheinung, wie Albinismus oder Vitiligo (Schimmelung) beruhen, sondern bei denen das Pigment normal beschaffen und auch in normaler Weise abgelagert wird.

Um die Entstehung der Streifenzeichnung bei unsern modernen Pferden, Maultieren, Mauleseln und Eseln zu verstehen und in jedem Falle einfach zu erklären, muss ich in wenigen Worten den gegenwärtigen Standpunkt unserer Pigmentstudien an Pferd und Rind festlegen, wie er auf Bruno Blochs Arbeiten aufbauend durch eine Fülle von Einzeluntersuchungen bei vielen Rassen und Arten unserer Haustiere in meinem Institute erreicht worden ist.

Nach unseren Forschungen kommt die Färbung der Hausäugetiere zustande durch ein Normalpigment und das Melanin.

a) Das Normalpigment wird aus einer, möglicherweise den Nieren- und Gallenfarbstoffen verwandten Muttersubstanz (3, 4 Dioxyphenylalanin, Dopa nach Bloch) mittelst des in normaler, gesunder Haut vorkommenden Fermentes (Dopaoxydase Blochs) in der Basalschicht der Epidermis gebildet. In der Farbe ist es immer rötlich, in stark konzentrierter Lösung fast bordeauxrot, in dünner Lösung gelblich erscheinend, wird die jeweilige Nuancierung vor allem durch die quantitative Variation der beiden Faktoren bei der Kombination bedingt. Für die Erscheinungsfarbe im Haare selbst kommen dann die Anhäufung der Pigmentkörnchen also ihre Menge, sowie ihre Lagerungsverhältnisse in Rinde und Mark, Lufteinlagerung in die Rinde oder das Mark, beginnende Auflösungserscheinungen des Pigmentes, usw., sowie Brechungserscheinungen des Lichtes zur Geltung, über die ich ja recht eingehend andernorts 5) gesprochen habe.

Die verschiedenen Nüancen der Normalpigmentierung stehen in ganz engem Zusammenhange mit der Konstitutionsstärke des betreffenden Tieres¹⁾ und mit der Reaktionsfähigkeit des Organismus

¹⁾ Als Belege hierzu erwähne ich die nachfolgenden, dies experimentell und durch Beobachtungen beweisende Arbeiten aus meinem Institute: *Widmer, H*: Kritische und experimentelle Studien über die Pigmentierung des Integumentes mit besonderer Berücksichtigung ihres Zusammen-

auf infektiöse Krankheiten. Man kann allgemein konstatieren, dass die höhere Alkalität des Blutes auch die dunklere Nüancierung des Normalpigmentes bedingt.

b) Die schwarze Färbung wird verursacht durch einen anderen, ähnlichen Farbstoff, das Melanin.

Dasselbe lässt sich nach dem Verfahren von Salkowski (6) sehr gut von dem Normalpigmente chemisch trennen und dürfte wohl die von Berdez und Nencki (7) ausgesprochene Auffassung zu Recht bestehen, dass dieser Farbstoff wenigstens in seiner Muttersubstanz — die ich persönlich aber für kaum verschieden von Dopa halte — ein Produkt der Nierentätigkeit sei, wie denn auch Salkowski S. 126 betont, dass die Annahme der Abstammung des Melanins vom Hämoglobin als erledigt gelten könne. Wie dem auch sei, können wir doch konstatieren, dass Melanin beim Tiere stets nur als Hilfsfarbstoff funktioniert, zur Unterstützung des Normalpigmentes, das gleichzeitig neben Melanin in der Haut gebildet werden kann.

Ich nannte daher diesen Farbstoff gestützt auf unsere Untersuchungen bei Rinderrassen einen Mantel, der das wahre Pigment, das sich darunter versteckt, verbirgt und gleichzeitig einen beabsichtigten Schutz des Körpers bewirkt, weshalb ihm ja auch in der Humanmedizin der Name „braunes Abnutzungspigment“ gegeben

hanges mit der Widerstandskraft und Leistung unserer Haustiere. Inaug.-Diss. Bern 1920. Druck: Schaper, Hannover. 1923. 25. Heft: Arbeiten der Deutschen Gesellsch. f. Züchtungskunde.

Stihl, H.: Studien über die Alkaleszenz des Pferdeblutes und ihren Zusammenhang mit der Farbe. 1922.

Glaus, W.: Studien über die Beeinflussung der Blutalkaleszenz durch Splenektomie. 1924.

Utiger, E.: Über den Einfluss der Thyreoidea auf die Beschaffenheit des Blutes und ihre Bedeutung für die Konstitution und die Farbe der Tiere. 1923/25.

Huber, A.: Untersuchungen über Korrelation von Milch, Haarfarbe und der Schilddrüse zur Trockensubstanz des Blutes beim schweizerischen Braunvieh. 1924.

Lehmann, W.: Studien über den Zusammenhang von Wüchsigkeit mit Trockensubstanz und Alkaligehalt des Blutes bei Schweinen. 1924.

Eichenberger, A.: Untersuchungen über Farbe des Freiburger Rindes. 1925.

Duerst, U.: Neue Forschungen über die Konstitution unserer Haustiere. Mitteilungen der Gesellschaft schweiz. Landwirte. Febr. 1923, S.31-56.

Duerst, U.: Welche Eigenschaften soll das Rindvieh besitzen usw. Comptes-Rendu des travaux du Congrès international pour l'élevage de l'espèce bovine, p. 638—647.

Ferner darf ich von einer Mitteilung des Herrn Dr. U. Gisler, Direktor des eidgen. Hengstendepots in Avenches, hier Gebrauch machen, dass er bei der letzten schweren Drusen-Epidemie unter den Hengsten des Depots die Beobachtung machte, dass entsprechend unseren Untersuchungsergebnissen alle Fuchse und helleren Farben am schwersten litten und am leichtesten alle Dunkelbraunen und Dunkelfuchse durchkamen, was er sich für spätere Ankäufe merken wolle.

wird, weil er als letztes Schutzmittel bei Organen aufzutreten pflegt, die durch schwere Krankheiten abgenutzt sind.

Nicht nur beim Pferde, sondern auch bei den andern Haussäugetieren, lässt sich dieser in dünner Schichte braune, in stark gehäufte hingegen schwarze Farbstoff chemisch nachweisen.

Werden ja schon die meisten der schwarzbunten Rinderrassen, wie ich mich bei einem Studienaufenthalt in Oldenburg und Holland überzeugen konnte, teilweise rot oder falbhaarig geboren, so lässt sich, wie ich anlässlich des Internationalen Kongresses für Rindviehzucht im Haag und der dortigen Rindviehausstellung den holländischen Kollegen zeigen konnte, jederzeit erkennen, von welchem Normalpigmente die betreffenden Individuen der friesisch-holländischen (F. H.) Rasse sind, indem gewöhnlich hinter den Ohren noch eine Stelle im Faltentale existiert, die die normale Färbung behalten hat und vom Melanin noch nicht überdeckt ist.

Eichenberger (8) hat dann jetzt auch für die Freiburger Schwarzschecken bewiesen, dass unter dem schwarzen Deckmantel meist ein rotes bis dunkelrotes, seltener ein falbrotes bis falbes Haarpigment verborgen ist.

Es ist nun aber klar, dass die „schwarzen“ Streifen und Flecken bei den verschiedenen Gattungen und Arten unserer Haustiere, wie deren konstitutionellen Typen, verschiedenartige Ursachen haben.

1. Die Entstehung von schwarzen Streifen beim Hauspferde.

Aus dem Vorgesagten geht hervor, dass nur bei melanistisch veranlagten Pferden eine Entstehung schwarzer Streifen eintreten kann. Sie wird dort am besten sichtbar, wo das Normalpigment nur schwach ist und daher bei Falben und Mausrappen am schärfsten erkennbar sein.

Bei Braunen ist die Streifung dort am auffallendsten, wo eine Tendenz zur Generalisierung des Melanismus besteht. Aber auch bei den nicht melanistischen Füchsen treffen wir deutlich sowohl Streifung, wie Bildung dunklerer Flecken durch blosse Anhäufung des Normalpigmentes in den Haaren. Es ist dort allerdings nicht so deutlich und daher bisher wohl selten beobachtet, aber nichtsdestoweniger leicht erkennbar, besonders bei richtiger Beleuchtung und eventuell genauen quantitativen Farbstoffmessungen an verschiedenen Stellen des Haarkleides. Seit bald zwei Jahrzehnten habe ich meine Studierenden stets auf die Stiefelung, die Knieflecken und die Zebrastreifen bei Füchsen aufmerksam gemacht, die gewöhnlich nicht beachtet werden, weil sie rot sind, wie das übrige Deckhaar und nur durch Pigmentkumulation an diesen Stellen bewirkt werden.

Die sämtlichen dieser Gruppe angehörenden Streifungen sind durchaus mechanischen Ursprunges. Sie sind im Grunde dasselbe wie die bekannten „Brandflecken“. Sie werden verursacht durch traumatische Reizung der Innenseite der Körperdecke und Stauungen in den Hautzirkulationsgefäßen infolge der auf und abgleitenden, stossenden und drückenden Knochen, Gelenke und Sehnen. In meinem Buche „Die Beurteilung des Pferdes“, Stuttgart 1922, habe ich auf Seite 201/02 hierauf aufmerksam gemacht.

Dort, wo das Nackenband und die Dornfortsätze einen fortwährenden Reiz auf die Haut ausüben, kommt es je nach der konstitutionellen Eignung des betreffenden Tieres zu einer Schutzanhäufung von Pigment oder Melanin. Darauf beruht die „schwarze“ Mähne der Braunen und der Aalstrich bei Falben, die infolge ihrer ganz geringen Menge von Normalpigment dieses Melaninschutzes in der Haut auch über dem Rückgrate eher bedürfen als die kräftig pigmentierten Braunen, bei denen das etwas gehäufte Normalpigment Schutz genug ist.

Der Aalstrich kommt aber auch hie und da bei Braunen vor, jedoch meist bloss im Fohlenalter und verschwindet mit der Kräftigung der allgemeinen Konstitution im kräftigsten Alter. Auch bei Rindern finden wir Aalstriche. So z. B. beim schweiz. Braunvieh treffen wir sowohl tiefdunkle Aalstriche (Beispiel: Kuh Nadia, Staatsdomäne Münsterlingen, Thurgau) mit deutlich verkürztem und verdicktem Haar mit Pigmentkumulation wie auch helle Aalstriche an, die ihrerseits durch Rindenentfärbung und Melaninkumulation im Marke charakterisiert sind. Ich werde diese Fragen nächstens andernorts noch eingehender besprechen. Bei den Rindern hat Schläfli (9) durch ca. zwanzigtausend Haarmessungen in sehr deutlicher Weise bestätigt, dass in gleicher Weise, wie ich dies schon in meinem Buche über Pferdebeurteilung sagte, die direkt auf Knochen aufliegenden Haare dicker und meist kürzer zu werden pflegen. Das dickere Haar erscheint dann auch dunkler, weil es durch vermehrte Dicke mehr Pigment anhäuft.

In gleicher Weise entsteht auch das einfache Schulterkreuz, das wir bei braunen Fohlen häufig, fast konstant aber bei grauen Esselfohlen begegnen, als die Folge des Druckes und der Reibung der Spina scapulae unter der Haut. In manchen Fällen ist die Zone der durch die Reibung bei der Schulterbewegung gereizten Haut so glatt abgespiegelt, dass entsprechend der Grätenbeule zervikal und kaudal derselben zwei oder mehr diffus verdunkelte Querstreifen entstehen, wie solche auch Krieg (10) beobachtet

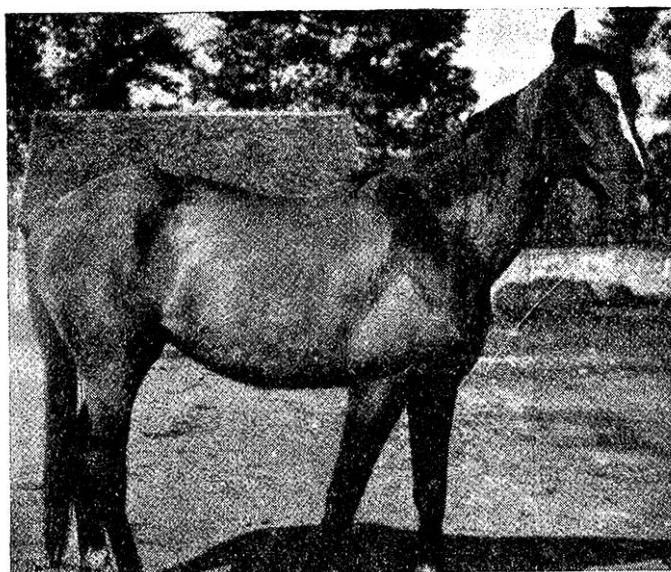


Abbildung 1. Photo Dr. H. Stihl.

Lichtbraunes Fohlen mit dunkelbraunem Schulterfleck und im Sinne der Schulterbewegung gerichteten Streifen der Grätenbeulenreizung.
Gestüt des Marquis de Croix, G  nelard (Saône et Loire).

hat, weshalb ich hier von einer Publikation meiner fast identischen Bilder absehe.

Auch hier verschwinden mit der Zunahme der Blutalkalit  t und der Bluttrockensubstanz und damit der Widerstandskraft des Organismus gegen die Pubertät hin diese Zeichen der Hautschw  che.

In Ausnahmefällen kommt es zu einer verstärkten Ausprägung des Schulterkreuzes bei zarten Fohlen mit schwacher Haut. Da sich in den verschiedenen derartigen, mir bekannten Fällen diese Hautschw  che hereditär übertrug, ist sogar infolge mangelnden Verstehens der Ursachen der Verfärbung hier die beliebte Eselsbrücke „Mutation“ verwendet worden, um zu „erklären“, dass in der gleichen Familie öfters abnorme Dunkelf  rbungen auftraten. Einen hübschen derartigen Fall stellt mir verdankenswerter Weise Dr. H. Stihl, Tierarzt in Stein a. Rhein aus seiner französischen Gest  tpraxis zur Verfügung. Abbildung 1 zeigt ein 1³/₄j  hriges Fohlen aus der Paarung eines französischen Vollbluthengstes des Gest  tes Cluny mit einer Charolais-Orloff-Traberstute. Das Fohlen ist sehr melanistisch veranlagt und zwar durch mütterlichen Einfluss, indem ein mir gut bekannter Bruder dieses Fohlens, der aus dem berühmten Fuchshengst Marsan in Cluny stammt, als Fohlen einen ausgeprägten fast schwarzen Aalstrich längs der Wirbelsäule trug, der aber, wie ich mich persönlich überzeugen konnte, mit dem Alter von ca. 5 Jahren verschwunden war. Das hier abgebildete Fohlen, das sich durch seine hohe schwarze Stiefelung als stark melanistisch

ausweist, zeigt nun auf seinem Deckhaar von der Nüance Lichtbraun 3 eine ausgebreitete Pigmenthäufung auf der rechten Schulter, die sich in der Nüance Dunkelbraun 3 präsentiert. Es ist also nicht ein melanistisches Abzeichen, weil augenscheinlich die Haut hier kein Melanin zu bilden vermag, sondern diese Fähigkeit erst bis über die Carpalia und das Sprunggelenk an den Extremitäten vorgeschritten ist, sondern ein auf blosser Pigmentkumulation in der durch die Schulterbewegung gereizten Haut beruhendes Abzeichen, das wahrscheinlich in einigen Jahren ganz verschwunden sein wird. Es ist aber interessant, wie sich auch hier die Gräten-Beule wiederum durch einen Strich kennzeichnet, der kaudo-ventral wie zervikal gerichtet ist, sie also sicher die Haut am meisten reizt.

Sehr typisch sind auch die hie und da bei allen möglichen melanistischen Pferden beobachteten Beinstreifen. Wir haben hier in Bern eine Reihe von Pferden verschiedener Herkunft gehabt, die diese sog. Zebrastreifung der Extremitäten aufwiesen und bei denen ich dieselbe genau studieren und analysieren konnte. Auch diese Streifung ist jedenfalls rein mechanischen Ursprunges. Sie stellt je nach der Grundfarbe die Anhäufung des Normalpigmentes oder Melanins an den Stellen der Ausgleichung der Hautmuskelzüge beim Beugen und Vorschleudern der Gliedmassen dar. Sie findet sich aber typisch nur bei Tieren mit sehr hoher melanistischer Disposition und starker Hautschwäche.

Es entsteht meist auf der volaren und plantaren Seite der Extremitäten sowohl direkt auf dem Gelenke (Sprunggelenke, Karpalgelenke), dort, wo bei der Gelenkbeugung die Hauthochfalten entstehen, Zusammenschiebung und Anhäufung des Pigmentes oder Melanins als Schutz gegen Entzündungen in der Längsrichtung dieser Hautfalten. So am Vorderbeine beim Zusammenwirken der Fussbeuger und des musc. biceps und am Hinterbeine bei der Kontraktion der Kruppenmuskeln, der fascia cruris und des Fersensehnenstranges.

Gleichzeitig wird auch gewöhnlich der Carpus dorsal melanistisch verfärbt und zwar nach seiner Bewegung bis ziemlich hoch dorsal auf die Sehne des M. extens. carpi radialis hinauf. Dass dabei dann der ganze Unterfuss sich durch das fortgesetzte Trauma des Aufschlagens der Hufe von Krone, Fessel und Köthe an aufwärts melanistisch verfärbt, habe ich schon früher (11) beschrieben.

Da, wo der harte Röhrenknochen direkt die Haut drückt, stellt sich früher die Pigment- oder Melaninanhäufung ein, als an der dorsalen Fläche der Metakarpen und Metatarsen, wo die Sehne weicher wirkt. An der Hinterextremität färbt sich die

Umgebung des Calcaneus und des tendo plantaris meist sehr stark, infolge der ständigen Reizung der bedeckenden Haut an diesen Körperstellen. Die Pigmenthäufung lässt sich fast immer sogar bei älteren Füchsen wahrnehmen, bei Braunen ebenfalls, obwohl sie hier — weil ziemlich proximal gelegen — nicht so leicht melanistisch wird, wie die distalen Beinenden.

Es ist nun interessant, dass bei genauer Kontrolle, wie ich solche seit Jahrzehnten in eigenen Ställen, wie in den Militärstallungen über die Variation dieser Farben im Laufe des Alters derselben Pferde durchführte, sich folgendes erkennen lässt:

Beim Fohlen finden wir bei relativ hohem Alkalitätsgehalt des Blutes und geringer Hautwiderstandskraft die Tendenz, sofort und rasch zu melanisieren.

Mit dem adulten Tiere schwinden die eventuell vorhandenen Jugendstreifen des Melanins, sofern nunmehr die Normalpigmentation in voller Stärke einsetzen kann. Jetzt beginnt die Wirkung des Gebrauches und der Abnützung der Gliedmassen sich zu zeigen; die schwarzen Stiefel steigen bei stark-melanistisch veranlagten Braunen mit den Jahren mehr und mehr proximal aufwärts. Die traumatischen Bewegungsflecken und Streifen bilden sich aus.

Mit dem Beginne des Seniums sinkt die gesamte Haarfärbungsnüance allmählich, Rappen werden zu Dunkelbraunen usw. Auch die Stiefel reduzieren sich teilweise, die Altersstichelhaare treten auf und zeigen an, dass eine generalisierte Ansäuerung der Haut durch Mangel an Gewebsatmung einzutreten beginnt.

Einen experimentellen Beweis zu diesen Beobachtungen, die ich sammelte und jeweils durch exakte Prüfungen mikroskopisch und chemisch kontrollierte, gab uns Schultz (12), der traumatisch bei Kaninchen die melanistische Entstehung von „Pantherflecken, Giraffennetz, Rehflecken usw. provozierte. Indessen hat er in der Erklärung seiner vorzüglichen Versuche den Irrtum (S. 551) begangen, anzunehmen, dass Melaninablagerung, resp. Schwarzfärbung durch „schlechteren Blutumlauf“ in den betreffenden Hautbezirken bewirkt werde. Es dürfte dies aber nur dann zutreffen, wenn das betreffende Tier an sich schon sehr viel Normalpigment bildet. Nach unseren Beobachtungen und experimentellen Studien über die Entstehung des Apfelschimmelmusters und der Spiegelung beim Pferde mit Injektion des Hautadersystemes ist es stets der dunkle Teil des Netzwerkes, der die reichlichste Gewebsatmung durch gesteigerte Blutzufuhr besitzt, während gerade die innersten Teile der durch die

Hautadern gebildeten Maschen diejenigen sind, die zuerst sich entfärben, weil hier die Gewebsatmung augenscheinlich behindert ist und Säuerung auf das Pigment einwirken kann.

Deshalb eben wirken die sämtlichen Traumen, wie Rasur, Ausrupfen von Haaren, Kälte oder Wärmetrauma, die Schultz versuchte, eben Hyperämie erzeugend und die Folge derselben ist die Verdunkelung der Färbung. Ich habe ja dasselbe 1911 ebenfalls bei einigen Kaninchen demonstriert, über die Thäl (13) schrieb.

Beweisend erscheint mir hierfür auch die Beobachtung, die ich mit meinen Studierenden nicht nur in den Eidgen. Remontendepots, sondern auch in der Klinik des Tierspitals machte, dass ziemlich häufig braune Pferde, namentlich Braunschimmel, vorkommen, bei denen auf der Kopfhaut ganz deutlich die Knochenleisten des Schädels durch Verdunkelung der Haarfarbe abge spiegelt sind. So wurde auf der Klinik vor kurzem ein Braunschimmel vorgeführt, der eine ganz scharf abgeprägte Linie längs der Wangenleiste und eine grosse verdunkelte, scharf begrenzte Fläche über die ganze „ungepolsterte“ Fronto-Nasal-knochenebene besass, so dass auch niemandem vom Auditorium ein Zweifel darüber blieb, dass nicht das direkte Aufliegen der Haut auf der harten Unterlage für diese Fleckung verantwortlich sei, so scharf waren die Grenzlinien. Ähnliches berichtet auch Wriedt (14) über Backenflecken auf der Wangenleiste mit Haarverstärkung, die dann sogar vererbten, oder wenigstens in der Anlage.

2. Die Entstehung heller Streifen und Flecken.

Die hellen Streifen und Flecken rühren stets von relativem Pigmentschwund her und die Entfärbung führen wir zurück auf schlechtere Gewebsatmung und Ansäuerung der Haut. Wir sind hierzu berechtigt; nicht allein durch die alten Beobachtungen, wie sie schon Reinhard (15) gibt, dass während der Krisen und trophischen Kopfnervenstörungen bei Epileptikern, deren Kophaare in gewissen Fällen plötzlich viel heller werden, um dann später nach Aufhören der Krisen wieder nachzudunkeln. Privatdozent Dr. Ritzenthaler hat bei seinen Anaphylaxieversuchen bei Pferden, bei denen ich ihm durch Blut- und Eiteranalysen behilflich war, gezeigt, wenn wir das Blut eines Pferdes tief unter die Norm neutralisierten und dabei stark saurer, steriler Eiter entstand, sich sofort eine diffuse Stichelhaarigkeit bis Schim-

melung über das ganze Tier besonders an den jeweiligen Implantaten ausbreitet.

Sollte also Metschnikoff (16) wirklich seine amöboiden „chromophagen“ Zellen, die die Pigmentkörner fressen oder expulsierten sollen, beobachtet haben, so können wir jedenfalls auch hier ein einfacheres Arbeitssystem des Organismus erwähnen, das durch chemische Reaktionen mit einem Schlage die davon betroffenen Haarteile durch Ansäuerung entfärbt. Diese Art der Entfärbung ist besonders deutlich auch bei demjenigen Altersergrauen das Widmer (17) und ich seinerzeit beobachteten, und das uns damals schon den Gedanken nahe legte, es möchte doch hier eine rein chemische Wirkung walten, die inzwischen zweifellos bewiesen ist.

Es bestätigt dies ja auch Fröhner (18) wenn er S. 82 sagt: „Das spätere Auftreten persistierender weisser Haare (auch bleibender Abzeichen) an der Stirn konnte ich durch die örtliche subkutane Injektion von Suprarenin künstlich erzeugen.“ Auch hier wird durch die Verengung der Gefäßlumina, die Adrenalin erzeugt, die Gewebeatmung soweit gestört werden, dass die automatisch erfolgende Kohlen- und Milchsäurevergiftung der Haare das Pigment löste.

Auch die Arbeit von Züblin (19), die ich von diesem Autor über die Schimmelfarbe der Pferde ausführen liess, bewies, dass die Schimmelung auf einem progressiven Schwunde der Hautfermentbildungsfähigkeit beruht und dabei hie und da merkwürdige Fälle sich ereignen können, bei denen ein Hautbezirk periodisch unpigmentiert, bald darauf nochmals pigmentiert wird, um dann schliesslich sich ganz zu entfärben mit Ausnahme weniger Haarzwiebeln, die noch dauernd Ferment zu bilden vermögen.

So können wir erkennen, dass jedes Haar weit mehr als man bisher annahm, mit dem Organismus und seiner Gewebstätigkeit in direkter enger Beziehung bleibt und wirklich individuell lebt.

Wir konnten durch diese Studien auch erfahren, dass die Spiegelung eine Art von Vorstufe der Schimmelung darstellt, indem hier in der Umgebung des Venennetzes der Haut mehr Farbstoffe angehäuft sind, während das Innere der Hautadermaschen sich zu entfärben beginnt. Bei der Schimmelung wird dieser Zustand aber direkt pathologisch und die Pferde hochgradig geschwächt, wobei allerdings konstitutionell von Bedeutung ist, auf welcher Normalpigmentierung die Schimmelung erfolgt.

Noch schlimmer ist dann der vollständige Wegfall jeder Hautfermentbildung, wie er bei dem Albinismus auftritt, der eine Anomalie und Krankheitsform darstellt, über die ich speziell berichtete, in soweit als sie die Ursache der weissen (d. h. unpigmentierten) Abzeichen der Haustiere ist. In einer sehr hübschen

Monographie haben Pearson, Nettleship und Usher (21) das meiste allgemein wissenswerte hierüber zusammengestellt, während ich mit meinen Schülern in den letzten Jahren zu zeigen versuchte, dass durch den Wegfall der Pigmentierung die Haut an den entfärbten Stellen allgemein die einzelnen Zellen relativ vergrößert und sich daher verdickt und widerstandsloser wird, was den Gerbereien schon lange bekannt ist. Aber auch die Haare werden dann meist dicker und länger als die entsprechenden, pigmentierten desselben Tieres.

3. Streifenbildung bei Rindern.

Um nun zu zeigen, dass es ebenso ein Irrtum wäre, alle bei Pferden und namentlich bei Rindern auftretenden Streifenbildungen als Folgen mechanischer Hautreizung zu betrachten, sondern hier noch ganz andere Faktoren ursächlich sein können, — ich sehe hier von Schutzfärbungen bei Wildpferden (Tigerpferden) ganz ab — möchte ich die nachfolgenden Beobachtungen mitteilen.

Es kann eine gewisse Art von Streifung auch durch die sog. Mosaikvererbung veranlasst werden. Ähnlich der Bänderung auf den Federn gewisser „gesperberter“ Hühnerrassen sieht man auch bei Rindern eine Streifenbildung auf der Haut entstehen, wobei die Streifen bald weiter bald enger nebeneinander gelagert sind.

Altbekannt ist diese Erscheinung bei dem von Bakewell erstmals durch Bastardierung erzeugten Dishley-Longhorn-Rinde. Sie ist sodann bei dem Shorthornvieh recht häufig und wird von demselben mit grosser Dominanz bei Rassenkreuzungen vererbt. Henseler (22) (S. 59) konstatiert im Halle'schen Haustiergarten: „Bei Rinderkreuzungen tritt gelegentlich bei den Bastarden eine auffallende Streifung in der Färbung des Haarkleides ein. Es ist ein Gemisch von gelbroten und schwarzen oder gelbbraunen Streifen, die sich nach Art der Tigerzeichnung über den ganzen Körper, vom Rücken nach unten verlaufend, verteilen.“ Alle diese Rinder waren Bastarde mit Shorthorn und daher wird mit Recht diese Färbung „Shorthornstreifung“ genannt, wie ja auch in Holland, was uns Prof. Bakker (28) mitteilt, alle ähnlichen und verwandten Farbabweichungen auf frühere Shorthorneinkreuzungen zurückgeführt zu werden pflegen.

Da die Normänner Rasse Frankreichs diese „robe bringée“ als Standard besitzt, möglicherweise ebenfalls infolge früherer Shorthornkreuzungen, besonders aber deshalb, weil sie recht häufig bei Rindern auftritt, die nie eine Shorthorneinkreuzung erfahren haben,



Abbildung 2.

Bastardkuh, Simmentaler $\times$ Braunvieh, mit Querstreifung.

wie den Balkanrindern, aber auch der slavischen und tschechoslovakischen Buša (Frangoš) (24) so muss der Ursprung der Färbung doch wo anders gesucht werden.

Cornevin (25) hat einen erklärenden Fall geschildert, der aber auch nicht vollkommen einwandfrei gegen Shorthornblut spricht, weil ein Ayrshirestier verwendet wurde. „Im Jahre 1877 wurde eine reinrassige Schwyzerkuh von einem Ayrshirestiere gedeckt, beides Abkömmlinge reiner Rassentiere, die 1856 an die landwirtschaftliche Schule zu Saulsaie gebracht worden waren, die Kuh von der charakteristischen grauen Farbe, der Stier ein Rotfleck. Die Folge der Kreuzung war ein weibliches Kalb, das bei der Geburt von gelber Farbe, mit $2\frac{1}{2}$ Monaten dunkle Streifen auf der Schulter bekam und mit sechs Monaten einen ganz gestreiften Körper hatte. Spätere Kreuzungen dieses Tieres mit Schwyzer Stieren ergaben wiederum teils gestreifte, teils einfarbig-graue Tiere. Erst als ein junger gestreifter Stier fiel, wurde eine Familie gleichartig gestreifter Tiere erzielt.“

Der soeben verstorbene Professor Boucher hat dann, wie er mir zeigte, ein gleiches Rind auf dem Versuchsgut der tierärztlichen Schule von Lyon durch Bastardierung des schweizerischen Braunviehs mit reinrassigen Simmentalern erzielt, und ich habe auf meinem privaten Gutsbetriebe dies ebenfalls versucht. Thal (26) hat meine Resultate 1910 erstmals beschrieben.

Die Kuh wurde am 8. März 1908 auf meinem Landgute Bick bei Würenlos (Aargau) geboren aus der Kreuzung einer hochprämiierten Braunviehkuh mit einem aus allerbestem Original-Simmentaler Blut stammenden Zuchtstier. Das Kalb hatte völ-

lige Semmelfarbe. Mit drei Monaten zeigten sich auf dem Kreuz und der Lende graue Streifen, die in den nachfolgenden Monaten an Zahl zunahmen, so dass das Tier im Alter von zwei Jahren auf dem ganzen Körper mit Ausnahme der Unterfüsse, des Halses und des Kopfes mit fast silbergrauen Streifen versehen war. Die Dunkelfärbung zeigte sich nicht nur in den Haaren, sondern in der Haut des Tieres, die unter den grauen Streifen dunkelgrau gefärbt, unter den semmelfarbenen rosarot erschien.

Die Streifen waren aber bis zum 5. Lebensjahre recht schwach, so dass ich bei mehrfachen photographischen Aufnahmen ohne direkt farbempfindliche Platten nichts Scharfes davon auf die Platte bringen konnte. Der Landwirt Arnold Nötzli in Würenlos hat dann aus einer ähnlichen Kreuzung eine Kuh mit ausgeprägterer Streifenbildung erzielt, die heute 8 jährig ist und bei der sich die Streifen fast schwarz von der rötlichen Umgebung abheben, wie Abbildung 2 zeigt. — Inzwischen habe ich noch einige ähnliche „gestromte“ Tiere in dem Grenzgebiete der beiden hauptsächlichlichen Schweizer Rinderrassen beobachten können, so dass dieser Vererbungsmodus keine Seltenheit ist. Auch Wilkens (27) erwähnt so den aus der Kreuzung von rotscheckigem Berner Oberländervieh mit graubraunem Haslivieh entstandenen „Grindelwalder Schlag,“ der wegen seiner „streifigen“ Haarfarbe „Berner Tiger“ genannt wurde.

Es kann sich hierbei absolut in keiner Weise um irgend einen Shorthorneinfluss handeln, sondern um eine Mosaikvererbungsform, bei der die Melaninbildung in der Haut bezirksweise mit deren Fehlen abwechselt, während die Normalpigmentbildungsfähigkeit gleichmässig über die ganze Haut verbreitet bleibt.

Die chemische Untersuchung der Schulterhaare der Jugendperiode ergab, dass die Streifen bildenden ca. 20% Normalpigment und ca. 80% Melanin enthalten. Die Haare der Streifen der alten Kuh von heute sind aber gefüllt mit 60% Normalpigment und 40% Melanin (Über die Methodik dieser Pigmenttrennung vgl. auch Lorétan (28).

Das Normalpigment der Grundfarbe war in beiden Fällen qualitativ gleich dem der Streifen, nachdem hier das Melanin ausgefällt war.

Die Nüance der sichtbaren Färbung der Haare der Jugendperiode entspricht dem hellfalb, jetzt ist die Grundfarbe das sog. „Rot“ der Simmentaler. Die Untersuchung der Deckkraft desselben nach meinem von Widmer publizierten Verfahren ergab eine Deckung während 9 Sekunden. Das Streifenpigment deckte wäh-

rend 26 Sekunden. Spektralanalytisch ergab das Normalpigment beider Haararten (Grundfarbe und Streifen) ein kontinuierliches Spektrum von 574 $\mu\mu$ (Mikromikron) bis 439 $\mu\mu$, hingegen der aus Melanin und Normalpigment ohne Ausfällung des letztern kombinierte Farbstoff der Streifen 574 $\mu\mu$ bis 491 $\mu\mu$.

Mikroskopisch zeigen die Stellen des Grundpigmentes etwelchen Pigmentzerfall in der Rinde und mehrere Stellen liessen sich sogar im Marke finden. Die Rinde war durchwegs heller gefärbt als das Mark. Bei den Streifen ist Mark und Rinde überwiegend mit Pigment gefüllt; in einzelnen Haaren löst sich aber auch etwas das Rindenpigment.

Ich mass von jedem Orte 100 Haare in bezug auf ihre Dicke ungefähr in der Mitte, leider musste ich die Haare abscheeren, weshalb ich die Länge nicht zu vergleichen imstande bin. Die Mittelwerte der hundert Dickenmessungen waren für die Grundfärbung 81,37 Mikromillimeter, für die Haare der Streifen 102,18 Mikromillimeter. Die Messung wurde mikroskopisch in Wasser vorgenommen.

Daraus erhellt, dass es sich in der Entstehung dieser dunklen Streifen um dieselbe Melanose handelt, wie sie die Standardfärbung des schweiz. Braunviehes neben der verschieden starken Normalpigmentierung generalisiert in der ganzen Haut verteilt, aufweist. Eine Produktion von Melanin konnte aber nach sämtlichen Untersuchungsverfahren inklusive Hautentnahme durch Biopsie in den Zonen neben den dunklen Streifen nicht wahrgenommen werden.

Diese Resultate scheinen mir nun insofern von allerhöchster Bedeutung, als es danach augenscheinlich bloss eine Umbildung der Fermentfunktion gewisser Hautbezirke sein dürfte, die Melanin aus der gleichen Muttersubstanz wie Pigment hervorgehen lässt, denn es ist doch mehr als ausgeschlossen, dass die Zirkulation und Zuführung des Grundmaterials für die beiden Farbstoffarten in so dicht nebeneinander liegenden Hautstellen verschieden sein sollte. Ich habe zu dem Ende noch speziell festgestellt, dass oft ein und dasselbe Hautgefäss die beiden so differenten Hautzonen mit Blut versorgt, also auf diese Weise jedenfalls nichts unterschiedliches zur Hauternährung herbeigeführt werden kann. Somit bleibt kaum ein anderer Schluss übrig, als dass es sich um eine entsprechende chemische Veränderung des Hautfermentes handeln muss, die die entstehende Differenzierung des Melanins aus dem Normalpigment bewirkt. Da nun aber gleichzeitig auch Normalpigment in diesen Haarzwiebeln entsteht, so müssen also beide

Fermentmodifikationen nebeneinander vorkommen und muss wie aus den Untersuchungen hervorgeht, die alte Kuh relativ mehr normale „Dopa-Oxydase“ bilden als „Melan-oxydase“, während es beim jungen Rinde noch das Melanin überwog.

Insofern ergänzt nun diese Beobachtung die erwähnte mechanische Entstehung von Melanin- und Pigmentanhäufungsstreifen beim Pferde, da bei allen an sich schon genetisch zu Melanismus disponierten Pferden, Ansammlungen von Melanin infolge von veränderten Hautchemismus an traumatisch gereizten Stellen entstehen.

Die Melanome, die wir hingegen bei Schimmelpferden hie und da antreffen, sind wohl als Ansammlungen des aus den Haaren und der Haut durch die progressive fluktuierende Hautfermentatrophie ausgestossenen unverwendeten Melaninmuttersubstanzmengen zu betrachten, die nun in Organteilen, die dazu Platz bieten und disponiert sind, eingelagert werden, und sich dabei in bekannter Weise verändern und schwärzen. Die Metschnikoff'sche Theorie der „Chromophagen“ hat jedenfalls hierbei gar keine Geltung.

Endlich muss noch darauf kurz hingewiesen werden, dass bei diesen Flecken und Streifen auch sogar die Sonnenwirkung allein schon von Bedeutung sein kann. So konnte ich bei genauen mikroskopischen und chemischen Untersuchungen von Haaren der weissgrauen Rinder-Rassen Italiens und Ungarns konstatieren, dass das Rindenpigment jeweils während des Wachstums des Haares von der Sonne in den Deckhaaren zerstört wird. Daher ist immer die unterste, der Haut noch zunächst liegende Haarrindenzone noch mit Pigmentzellen versehen, deren distalste Grenze sich aufzulösen beginnt. Das Mark hingegen ist in den meisten Fällen mit dunkelrotem Pigment gefüllt und die luftgefüllte entfärbte Rindenschicht wirkt wie ein Spiegel und reflektiert dann die Sonnenstrahlen. Werden solche Kälber in dunkeln Ställen aufgezogen, so erhält sich diese Rindenfärbung länger und ausgebreiteter, wenn gleich auch hier sich eine ererbte Pigmentaflösung in der Rinde schon bemerkbar macht.

Alle diese angeführten Tatsachen beweisen unbedingt, dass die Haut- und Haarfarben, die von unsern modernen Mendelforschern als beliebtestes Spaltungskriterium auch bei Säugtieren herbeigezogen worden sind, hier nicht so einheitlich vom genetischen Faktorenstandpunkte aus beurteilt werden dürfen. Man läuft sonst zu sehr Gefahr, Trugschlüsse zu begehen, weil gerade die Farbe von einer Unzahl von physiologischen, che-

mischen und selbst mechanischen Einflüssen bedingt ist, die sehr oft mit den eigentlichen Erbeigenschaften (Genen) auch nicht das geringste zu tun haben, sondern rein phänotypisch entstehen.

Zitierte Literatur.

1. *Porcherel*: Etude de la coloration chez les animaux. Journal de médecine vétérinaire et de Zootechnie, de Lyon. Année 1921. Toulouse 1921. p. 142—155, 345—354. — 2. *Meirowski* und *Leven*: Tierzeichnung, Menschenscheckung und Systematisation der Muttermäler. 79 Seiten, 383 Abbildungen. Berlin, 1921, Springer. — 3. *Krieg, H.*: Die Prinzipien der Streifenzeichnung bei den Säugetieren, abgeleitet aus Untersuchungen an den Einhufern. Berlin 1922, Springer. 101 Seiten, 58 Abbildungen. — 4. *Gmelin*: Das Äussere des Pferdes. Stuttgart 1925, Schickhardt. — 5. *Duerst*: Beurteilung des Pferdes. Stuttgart 1922, Enke. — 6. *Salkowski*: Über die Darstellung und einige Eigenschaften des pathologischen Melanins. Virchows Archiv 227. Bd. S. 121—137. — 7. *Berdez* und *Nencki*: Über die Farbstoffe der melanotischen Sarkome. Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie 1886. S. 346. — 8. *Eichenberger*: Untersuchungen über Farbe des Freiburger Rindes, dessen geschichtliche Entwicklung und praktische Bedeutung. Inaug.-Diss. Bern 1925. — 9. *Schläfli*: Vergleichende Studien über Haar, Horn und Haut beim Simmentaler Rinde. Inaug.-Diss. Bern 1925. — 10. *Krieg*: op. cit. p. 29, Abbild. 17. — 11. *Duerst*: Beurteilung des Pferdes. S. 227. — 12. Schwarzfärbung weisser Haare durch Rasur. I. Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. 41. Leipzig 1915, S. 535—557 und Ibidem 1922. — 13. *Thal*: Studien über die Dunkelfärbung bei Haustieren. S. 40/41. 1910. — 14. *Wriedt*: Vererbung von Backenflecken mit schwarzen Haaren bei norwegischen Westlandspferden. Zeitschrift f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, Band III Heft, 2. April 1925, S. 239—240. — 15. *Reinhard, O.*: Ein Fall von periodischem Wechsel der Haarfarbe. Virchows Archiv Bd. 115, Heft 2, S. 337—351. Berlin 1884. — 16. *Metchnikoff*: Sur le blanchissement des cheveux et des poils. Annales de l'Institut Pasteur 1901. Recherches sur le blanchissement hivernal des poils et des plumes. C. R. A. S. 7. Mai 1906. — 17. *Widmer*: Kritische und experimentelle Studien über die Pigmentierung des Integumentes. S. 61—62, 1920/23. Arbeiten der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde Heft 25. Hannover. — 18. *Fröhner, W.*: Arzneimittellehre für Tierärzte. 11. Auflage. Stuttgart 1919. — 19. *Züblin*: Untersuchungen über die Schimmelfarbe bei Pferden. 1920. — 20. *Duerst*: Abzeichen bei Pferd und Rind. Tierheilkunde und Tierzucht. Enzyklopädie der praktischen Nutztierkunde von Stang und Wirth. Wien-Berlin 1926. I. Bd. — 21. *Pearson, Nettleship* and *Usher*: A monograph on Albinism in Man. Drapers Comp. Research Memoirs, Biometric Series, VI. London. 1911. — 22. *Henseler*: Über die Bedeutung der Mendelschen Vererbungsregeln für die praktische Tierzucht. 23. Flugschrift der Deutsch. Gesellsch. f. Züchtungskunde. 1913. — 23. *Bakker*: Studien über die Geschichte, den heutigen Zustand und die Zukunft des Rindes und seiner Zucht in den Niederlanden usw. Diss. Bern. Maastricht 1909. S. 19 und 57. — 24. *Frangéš, O.*: Die Buša. Diss. Leipzig. Agram 1902. — 25. *Cornevin*: Traité de Zootechnie générale. Paris 1891, p. 384. — 26. *Thal*: op. cit. S. 34. — 27. *Wilkins*: Rinderrassen Mitteleuropas. Wien 1876. S. 157. — 28. *Lorétan*: Das Eringvieh. Inaug.-Diss. Bern 1924.