

Zur Frage des biochemischen Geschlechtsdimorphismus der Hautgebilde.

Von
Dr. Kosjakoff (Leningrad-Odessa).

Die Arbeiten unseres Landsmannes *Manoiloff*, welche das Problem der chemischen sekundären Geschlechtsmale von Grund aus erfassen, eröffnen uns ein neues Kapitel der Biologie. Wenn bis zur letzten Zeit die Frage des Geschlechtsdimorphismus hauptsächlich die Morphologen beschäftigte, interessiert jetzt diese Frage auch den Chemiker.

Die biochemische Geschlechtsverschiedenheit der Hautgebilde, und in erster Linie der Haare, war in der wissenschaftlichen Literatur bis jetzt nicht geklärt. Die Differenzierung der Geschlechter nach den Haaren auf chemischem Wege hat neben der physiologisch-chemischen auch eine große gerichtlich-medizinische Bedeutung. Der gerichtlich-medizinische Sachverständige befindet sich oft in einer schwierigen Lage, zu entscheiden, ob männliches oder weibliches Haar zur Untersuchung vorliegt. Unter dem Mikroskop können wir das Haar des Menschen von demjenigen des Tieres unterscheiden (nach dem Bau der einzelnen Bestandteile). Wir können auch die Schamhaare von den Kopfhaaren differenzieren. Wenn wir aber die Frage zu lösen haben, ob das vorliegende Haar männliches oder weibliches sei, so finden wir in der Literatur nur folgende Angaben: „Das Haar, welches nicht beschnitten wurde, bekommt, infolge von Reibung und Kämmen, längsverlaufende Fissuren und bildet an den Haarenden eine Art Besen (die Haare von Frauen, russischen Geistlichen, Künstlern usw.).“ (*Hoffmann-Kossorotoff*, Handbuch der gerichtlichen Medizin. 1923.)

Dieses Zeichen ist nicht sicher, besonders bei der jetzigen Mode, wo die meisten Frauen sich das Haar schneiden.

Ich stellte mir die Aufgabe, ein Mittel zu finden, das Geschlecht nach den Haaren zu bestimmen, und nach einer Reihe vorläufiger Untersuchungen gelang es mir, festzustellen, daß das Haar chemische Geschlechtsunterschiede zeigt, welche durch eine einfache Methode dargestellt werden können.

1. Technik der Reaktion.

Man wiegt 0,1 g männliches und weibliches Haar, fügt 1 ccm einer 10proz. KOH hinzu und kocht es $\frac{1}{2}$ —1 Minute, bis das Haar in eine Gallerte übergeht und sich schließlich in eine braungelbe Flüssigkeit auflöst. Man gießt 1 ccm de-

stilliertes Wasser hinzu und erhitzt es wieder bis zum Kochen, setzt noch 15 ccm Wasser hinzu, schüttelt, und die Lösung ist zum Gebrauch fertig.

Die weitere Bearbeitung durch Reagenzien muß sofort erfolgen, denn durch das Stehen der Lösungen wird der Prozentsatz falscher Ergebnisse größer. Man bringt mit einer Mooreschen Pipette 2 ccm Haarlösung in 2 kleine Reagensgläschchen, in das eine das männliche, in das andere das weibliche, und setzt zu jeder 1 Tropfen einer 1 proz. alkoholischen Methylenblaulösung hinzu. Mit gleichem Erfolge wurde Methylenblau verschiedener Firmen angewandt, von Merck, von Grüber. Nach Zusatz von Methylenblau werden die Reagensgläschchen geschüttelt und in beide tropfenweise gleiche Mengen einer 4 proz. Salzsäurelösung zugegossen, wobei gewöhnlich schon bei dem 9. bis 12. Tropfen der Unterschied zu merken ist: die männliche Haarlösung wird entfärbt, die weibliche bleibt blau gefärbt. Bei weiterem tropfenweisen Zusatz der Salzsäure bilden sich in der männlichen Lösung Flocken, die weibliche Lösung wird heller, aber bei weiterem Zufügen der Salzsäurelösung wird sie ebenfalls entfärbt. Wenn wir die Reagensgläschchen mit den Lösungen 2—3 Minuten stehen lassen, so entfärbten sich beide Lösungen (die männliche und die weibliche und in der oberen Schicht der Flüssigkeiten tritt die Farbe wie ein blauer Streifen hervor.

Wenn wir solche entfärbte Flüssigkeiten $\frac{1}{2}$ —1 Minute lang energisch umschütteln, so verschwinden in der männlichen Lösung diese Farbenansammlungen, in der weiblichen aber tritt wieder allmählich der blaue Farbenton auf, der bei energischem Schütteln immer intensiver wird. Eine solche Wiederherstellung der Farbendifferenz kann durch Schütteln mehrmals wiederholt werden, aber nach einigen Stunden werden schließlich beide Lösungen gänzlich entfärbt.

Für eine gerichtlich-medizinische Untersuchung, wo eine streng begründete Geschlechtsbestimmung des Haares erforderlich ist, schlage ich folgendes vor: dem Laboratorium muß immer ein Vorrat männlicher und weiblicher Haare verschiedener Farbe zur Verfügung stehen, die in verschiedenen Kombinationen durch meine Reaktion geprüft, immer eine richtige Antwort geben.

Wenn wir die Geschlechtszugehörigkeit des Haares zu bestimmen haben, so werden zu diesen unbekannten Haaren drei passende, als Muster dienende Haarpaare aufgesucht. Erstes Paar — männliches und weibliches Haar, die beide der Farbe nach dem zu bestimmenden Haar möglichst gleichen. Zweites Paar — männliches heller, das weibliche dunkler als das zu untersuchende. Drittes Paar — männliches dunkler, weibliches heller. Aus diesen drei Paaren von Haarproben und aus der zu untersuchenden werden Lösungen hergestellt und mit jedem Paar die Reaktion dreifach ausgeführt. Nur wenn die Kombination mit allen drei Kontrollpaaren das gleiche, oder wenn mit zwei Kontrollpaaren das gleiche und mit dem dritten Paar ein unbestimmtes Ergebnis erhalten wird (Färbung mittlerer Intensität, dem einen wie dem anderen Komponenten der Kontrollpaare ähnlich), können wir unser Urteil mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aussprechen (siehe weiter unten). Andernfalls aber müssen wir mit dem Urteil zurückhalten.

Nachdem ich die Methodik ausgearbeitet hatte, prüfte ich die Reaktion an einer möglichst großen Zahl von Objekten. Menschliches Haar,

Säugetierhaar, Vogelfedern wurden von mir untersucht, wobei 230 geschlechts- und farbenverschiedene Haarproben (vom Menschen) angestellt und in 91% der Fälle die Geschlechtszugehörigkeit der Haare richtig bestimmt wurde. Die Ergebnisse sind in der beigegebenen Tab. I dargestellt.

Tabelle 1. *Die zur Reaktion verwendeten Haare (nach Farbe und Geschlecht).*

Farbe der Haare	Männer	Frauen	Knaben	Mädchen	Im ganzen
Grau	3	3	—	—	6
Blond	4	3	2	1	10
Hellblond	24	11	—	1	36
Dunkelblond	63	33	—	1	97
Kastanienbraun	2	9	—	—	11
Rot	1	3	—	—	4
Hellkastanienbraun	26	31	—	1	58
Schwarz	4	4	—	—	8
Im ganzen	127	97	2	4	230

Als ich mit derselben Methodik zur Untersuchung der Säugetiere und Vögel herantrat, stellte es sich heraus, daß auch hier eine Gesetzmäßigkeit, aber eine der menschlichen entgegengesetzte, vorhanden ist. Die Männchen von Säugetieren und Vögeln geben keine Entfärbung, die Weibchen Entfärbung. Der Unterschied ist nicht so scharf ausgeprägt wie bei dem Menschen (es muß weniger Säure zugesetzt werden, um Entfärbung der zweiten Komponente des Paares zu erzielen).

Es wurden von mir 1039 verschiedene Haarproben von Tieren und Vogelfedern angestellt, wobei in 86,1% das Geschlecht des Tieres richtig festgestellt wurde.

876 Proben von Säugetierhaaren gaben 86% richtiger Antworten. 163 Proben Vogelfedern gaben 87,2% richtige Ergebnisse.

Die Tab. 2 enthält ausführlichere Angaben.

Das Material für die Herstellung der Lösungen wurde folgendermaßen entnommen: bei Pferden wurde eine Haarflechte aus der Mähne, gleich an der Haarwurzel abgeschnitten (um vergleichbare von der Haarlänge nicht abhängende Resultate zu erzielen). Beim Rind wurde das Haar von der Stirn, bei den übrigen Säugetieren vom Bauche genommen. Die Schweinsborste wurde mit der Zwiebel herausgezupft und damit zusammen gekocht. Bei den Vögeln wurden kleinere Federn an der Brust ausgewählt, dabei nur die Fahnen der Federn, der schwer lösliche Schaft wurde nicht benutzt.

2. Das Wesen der Reaktion.

Da es mir gelungen ist, meine Reaktion an einem großen Material zu prüfen, wobei es sich als möglich erwies, die Geschlechtszugehörigkeit der

Tabelle 2.

Bezeichnung der Tiere	Zahl der Ver- suche	Ent- färbung	Keine Ent- färbung	Richt. Ant- worten in Proz.	Anmerkungen
Hengst	75	11	64	85	227 Pferde: 77% richtiger Antworten.
Stute	73	55	18	76	
Kastrierter Hengst	79	58	21	73	
Ochs	51	7	44	86,3	261: Rindvieh gibt
Kuh	82	76	6	92,7	88,2% richtiger Antworten.
Kastrierter Ochs	36	35	1	97,3	
Kalb, Männchen	53	13	40	75,5	
Kalb, Weibchen	39	35	4	89	
Eber	11	—	11	100	
Sau	25	22	3	88	
Kastrierter Eber	18	16	2	89	
Schafbock	80	12	68	85	1 kastrierter Schafbock gab Entfärbung.
Schaf, Weibchen	120	109	11	90,8	
Ziegenbock	2	—	2	—	
Ziege	2	2	—	—	
Hund	55	11	44	80	
Hündin	40	38	2	95	
Kater	2	—	2	—	
Katze	2	2	—	—	
Kaninchen, Männchen . .	4	—	4	—	
Kaninchen, Weibchen . .	8	8	—	—	
Meerschweinchen, Männchen.	6	1	5	83,4	Gravide Meerschweinchen gaben
Meerschweinchen, Weibchen .	13	12	1	92,4	keine Entfärbung.
Hahn	40	8	32	80	
Henne	76	67	9	88,2	
Sperling, Männchen . . .	10	1	9	90	
Sperling, Weibchen . . .	9	7	2	78	
Enterich	5	—	5	—	
Ente	13	12	1	92,4	
Schwalbe, Männchen . . .	3	—	3	—	
Schwalbe, Weibchen . . .	4	4	—	—	
Stieglitz, Männchen . . .	2	—	2	—	
Stieglitz, Weibchen . . .	1	1	—	—	

Haare zu bestimmen, stellte ich mir die Aufgabe, das Wesen der Reaktion, die Rolle der Farbe der Haare, die Einwirkung der endokrinen Gleichgewichtsstörung und endlich den chemischen Vorgang, der sich bei der Bearbeitung der Haare mit Reagenzien abspielt, zu erklären.

Bei genauerer Betrachtung der falschen Ergebnisse sehen wir, daß die Reaktion durch die Farbe der Haare nicht beeinflußt wird. In der

Tab. 3 sind alle Fehler bei der Untersuchung von 230 menschlichen Haarproben nach dem Geschlechte und nach der Farbe getrennt dargestellt.

Tabelle 3. *Die Verteilung der Fehler nach dem Geschlecht und nach der Farbe der Haare.*

Haarfarbe	Männer	Frauen	Knaben	Mädchen	Im ganzen
Grau	—	2	—	—	2
Blond	—	—	2	—	2
Hellblond	3	2	—	—	5
Dunkelblond	1	3	—	—	4
Kastanienbraun	—	—	—	—	—
Rot	—	—	—	—	—
Hellkastanienbraun.	3	5	—	—	8
Schwarz	—	—	—	—	—
Im ganzen	7	12	2	—	21

Vgl. Tab. 1.

Es stellte sich heraus, daß zwischen der Haarfarbe und der Geschlechtsreaktion kein gesetzmäßiger Zusammenhang vorhanden ist.

Es wurden spezielle Untersuchungen angestellt mit männlichen und weiblichen Haaren verschiedener Farbe. Z. B.: männliches blond und weibliches schwarz, männliches schwarz — weibliches blond, männliches rot mit weiblichem braun, männliches braun und weibliches blond usw. Bei allen diesen Kombinationen zeigte die Reaktion richtig das Geschlecht an. Andererseits standen die falschen Antworten in keiner Beziehung zur Farbe. Auch bei den anderen Säugetieren und bei den Vögeln war keine Abhängigkeit der Reaktion von der Farbe der Haare und der Federn zu konstatieren.

Über den Einfluß der endokrinen Funktion der Geschlechtsdrüsen auf die Reaktion habe ich folgendes zu berichten:

1. Versuche mit *kastrierten Tieren*. Es wurden von mir 134 Haarproben von kastrierten Männchen untersucht, und in 81% der Fälle war die Reaktion typisch „weiblich“ (s. Tab. 2). Leider konnte ich nicht die Einwirkung des Alters der Kastration auf die Reaktion prüfen.

2. Versuche an *graviden Frauen* sprechen auch dafür, daß die endokrine Sphäre den Chemismus der Haare beeinflußt. Ich stellte 15 Versuche mit Haaren von graviden Frauen an, um die Einwirkung der Schwangerschaft auf die Reaktion zu prüfen, und es stellte sich heraus, daß sie einen großen Prozentsatz (60%) männlicher Reaktionen geben, wobei das Geschlecht der Frucht hier keinen Einfluß auf die Reaktion ausüben konnte, da die Haare während der Entbindung entnommen wurden. Die Einwirkung der Schwangerschaft auf die Zahl der falschen Geschlechtsdiagnosen wurde auch von *I. J. Jakowleff* bestätigt, welcher bei der Nachprüfung meiner Reaktion im gerichtlich-medizinischen

Laboratorium des Instituts für ärztliche Fortbildung zu Leningrad noch bessere Resultate erzielt hat als ich in meinen Versuchen (98% richtiger Antworten, bei meinen Versuchen 91%), da er die Graviden aus den Prozentzahlen ausschloß.

3. Außerdem habe ich falsche Angaben der Reaktion in folgenden Fällen beobachtet: Typisch weibliche bei einem 22jährigen hochwüchsigen Eunuchoiden, mit Frauentypern der Schamhaare, haarlosem Gesicht, hoher Stimme, unvollständiger Testikelentwicklung (kirschen groß), Fehlen der Libido und der Potenz. Weibliche Reaktion bei zwei Knaben von 4 und 13 Jahren, typisch männliche Reaktion bei einer 23jährigen Frau mit beiderseitiger Ovarientzündung, auch bei einer 45jährigen, fast ganz grauhaarigen Frau, Mutter eines 6jährigen Kindes, bei der im Laufe der letzten 2 Jahre die Menstruation unregelmäßig war. Eine Frau nach Eintritt des Klimakteriums ergab auch männliche Reaktion.

Andererseits kann nicht verschwiegen werden, daß auch vereinzelt Fälle ganz anderer Art vorkamen: bei 4 Mädchen war die Geschlechtsangabe richtig (2 6jährige, 1 10- und 1 11jährige), auch bei einer 74jährigen Frau war die Geschlechtsangabe richtig.

Alle unsere Beobachtungen, abgesehen von vereinzelt vorkommenden Fehlschlägen, veranlaßten uns zu vermuten, daß die endokrine Sphäre eine Einwirkung auf die Reaktion ausübe. Besonders scheinen die reinen Versuche an den kastrierten Tieren dafür zu sprechen.

Bei weiteren Untersuchungen müssen wir folgende, von *Poljakoff* und seiner Schule mitgeteilte Beobachtung ins Auge fassen (Institut für ärztliche Fortbildung zu Leningrad):

Die chemischen Veränderungen der Haare, welche der Tätigkeit der Geschlechtsdrüsen zuzuschreiben sind, werden in dem Haarabschnitte fixiert, welcher zu der Zeit einer gewissen Veränderung in der endokrinen Sphäre aufwuchs. Wenn wir z. B. die Schwangerschaft zu bestimmen haben, so müssen wir die unmittelbar an der Haarwurzel wachsenden Haarteile zur Untersuchung nehmen. Wenn wir die Haarabschnitte 1 cm entfernt von der Haarwurzel entnehmen, so können wir die Veränderungen, die in den Haaren im Laufe des letzten Monats eingetreten sind, wahrnehmen, denn das Haar wächst ungefähr jeden Monat um 1 cm.

Da es schwierig ist, 0,1 g 1 cm langer Haare zu bekommen (denn es muß ein großer Bezirk abgeschert werden), so nimmt man 4—10 mal weniger Haare und entsprechend weniger Reagenzien. Selbstverständlich muß bei so kleinen Mengen die analytische Waage benutzt werden.

3. Der Chemismus der Reaktion.

Die Frage des Chemismus dieser Reaktion scheint am schwierigsten zu lösen zu sein. Zu ihrer Lösung mußte eine Reihe von Untersuchungen

angestellt werden, weil in der vorhandenen Literatur keine Angaben über die chemische Geschlechtsdifferenz der Haare zu finden sind.

Ich stellte mir erstens die Frage, ob die Reaktion specifisch ist, oder ob sie nur auf quantitativen Verschiedenheiten beruht.

Zur Klärung dieser Frage wurde eine Reihe männlicher und weiblicher Haarlösungen hergestellt, wobei durch Verdoppelung der Haarmengen und Verdünnung der gewöhnlichen Reagenzien Lösungen verschiedener Konzentration hergestellt wurden. Die Prüfung dieser Lösungen in verschiedenen Kombinationen mit einander zeigte, daß die konzentrierte Lösung sich früher entfärbt als die weniger konzentrierte.

Der Umstand, daß bei den Tieren die Gesetzmäßigkeit der Reaktion eine dem Menschen entgegengesetzte ist, spricht ebenfalls für eine rein quantitative Verschiedenheit, welche jedoch für das eine oder andere Geschlecht einer bestimmten Tierart eigen ist.

Die nächste Aufgabe war, die Rolle der Lipoide bei dieser Reaktion zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurden Untersuchungen mit Fettstoffextrakten aus Haaren vorgenommen, die negative Resultate ergaben. Die entfetteten Haare wurden getrocknet und wie gewöhnlich aufgelöst. Ihre Untersuchung gab jedoch das Geschlecht richtig an. Die Reaktion war noch intensiver als in den Kontrolllösungen mit den Haaren, die nicht mit fettlösenden Reagenzien bearbeitet worden waren.

Ferner entstand die Frage, inwiefern KOH und Salzsäure auf die Reaktion specifisch einwirken. Ich stellte Versuche mit verschiedenen Arten Alkalien (NaOH) und Säuren (HNO_3 , H_2SO_4 , CH_3COOH) an. Dabei wurden gleiche Resultate erhalten. Es ist daraus ersichtlich, daß die Art der Säure und des Alkali hier keine Rolle spielt und daß sie hier nur eine prinzipielle Bedeutung als Reagenzien haben, welche die Reaktion (p_{H}) der Lösungen bewirken. Diese Beobachtung veranlaßte mich, der Frage der Rolle der Reaktion des Mediums näherzutreten. Obwohl das Methylenblau sich nicht als geeigneter Indicator erweist, der seine Farbe in Abhängigkeit von der p_{H} -Größe ändert, scheint die Wasserstoffionenkonzentration bei der Reaktion doch eine gewisse Rolle zu spielen. Um die Reaktion der Lösung im Moment der Vollendung der Reaktion zu bestimmen, wurden die Haarlösungen mit Säure bearbeitet und anstatt Methylenblau Farblösungen genommen, die als Indicatoren für die p_{H} -Bestimmung dienen könnten (d. h., die ihre Farbe je nach der p_{H} -Größe änderten).

Diese Versuche zeigten, daß die männlichen Haarlösungen beim Menschen saurer, besser gesagt, weniger alkalisch sind als die weiblichen. Bei Tieren und Vögeln sind die Verhältnisse umgekehrt — die weiblichen Haarlösungen sind weniger „alkalisch“ als die männlichen.

Es ist also ein Zusammenhang der Entfärbung mit der p_{H} -Größe vorhanden, wobei Methylenblau nicht als Indicator anzusehen ist,

sondern eine indirekte Rolle mitspielt, denn p_{H} der Lösung wird durch den Schwefelwasserstoff bedingt, der sich am Schluß der Reaktion bei Säurezusatz ausscheidet und als Produkt der Cystinversetzung der Haare anzusehen ist.

Durch die Bestimmung des Schwefelwasserstoffgehaltes in den Haarlösungen wurde der Cystingehalt bestimmt. Es wurden 32 Schwefelwasserstoffbestimmungen jodometrisch ausgeführt, wobei $\text{n}/100$ Hyposulfit und Jodlösungen für die Titration benutzt wurden. Es stellte sich heraus, daß beim Menschen die männlichen Haarlösungen reicher an Schwefelwasserstoff sind als die weiblichen. Bei Tieren ist es umgekehrt: die weiblichen Lösungen und die der Kastraten enthalten mehr Schwefelwasserstoff, wobei die Differenz an Schwefelwasserstoffgehalt der Geschlechter bei den Menschen schärfer als bei den Tieren ausgeprägt ist, was mit der Deutlichkeit der Reaktion bei Menschen übereinstimmt.

Die Ergebnisse der Jodometrie sind in der Tab. 4 dargestellt, wo in Prozentzahlen die Differenz des bei der Titration verbrauchten Hyposulfits angegeben ist.

Beim Menschen ist also die Lösung männlicher Haare von der weiblichen Haare durch folgende Merkmale zu unterscheiden:

Tabelle 4.

Bezeichnung	Versuchs-zahl	In Prozent angezeigte Differenz des Hyposulfitverbrauches bei der Titration ¹
Mann	6	Die weibliche Lösung verbraucht durchschnittlich um 50% mehr Hyposulfit als die männliche (11,7 — 83%).
Weib	5	
Stier	2	Beim Stier wird um 6,5% mehr Hyposulfit verbraucht als beim kastrierten Ochsen und um 28% mehr als bei der Kuh.
Kuh	1	
Kastrierter Ochs .	2	
Ziegenbock . . .	1	Beim Ziegenbock um 2% mehr als bei der Ziege.
Ziege	1	
Eber	2	Bei dem Eber um 18% mehr als bei der Sau und um 21% mehr als bei dem kastrierten Eber.
Sau	1	
Kastrierter Eber .	1	
Schafbock	2	Beim Schafbock um 13,5% mehr Hyposulfit verbraucht als beim Schaf (Weibchen).
Schaf.	2	
Enterich	1	Beim Enterich 4,5% mehr als bei der Ente.
Ente	1	
Hengst	2	Beim Hengst um 26% mehr als bei der Stute.
Stute	2	

¹ Je mehr bei der Titration Hyposulfit verbraucht wurde, desto höher war der Gehalt an freiem Jod, desto niedriger der Schwefelwasserstoffgehalt in der Lösung.

1. raschere Entfärbung des zugefügten Methylenblaus,
2. größerer Gehalt an Schwefelwasserstoff in der männlichen Haarlösung,
3. weniger alkalische Reaktion.

Dieselben Merkmale, aber im entgegengesetzten Sinne, gelten für die Reaktion mit Tierhaaren und Vogelfedern.

Der Chemismus der Reaktion scheint auf der Differenz der Entfärbungsgeschwindigkeit des Methylenblaus bei beiden Geschlechtern zu beruhen, welche vom verschiedenen Gehalt der Haare an Schwefelwasserstoff (Cystin in den Haaren) und — was am wichtigsten ist — von der verschiedenen Reaktion des Mediums, der männlichen und weiblichen Haarlösung, abhängig ist. Die Entfärbung des Methylenblaus wird durch die Schwefelwasserstoffreduktion bedingt. Durch diese Reduktion geht das Methylenblau in eine farblose Leucobase über. Da aber die männliche Lösung des menschlichen Haares mehr Schwefelwasserstoff enthält, so verläuft die Entfärbung schneller und intensiver. Bei den Tieren ist das Umgekehrte der Fall.

Zusammenfassung.

1. Die Haare des Menschen zeigen wie die Tierhaare und Vogelfedern einen biochemischen Geschlechtsdimorphismus.
2. Dieser Dimorphismus kann durch meine Reaktion beim Menschen in 91 %, bei Tieren in 86 % festgestellt werden.
3. Die Schwankungen in der endokrinen Sphäre beeinflussen den Chemismus der Haare.
4. Der Chemismus der Reaktion wird auf die Entfärbung des Methylenblaus zurückgeführt, welche von der Differenz der Wasserstoffionenkonzentration der männlichen und weiblichen Haarlösung und von dem verschiedenen Schwefelwasserstoffgehalt (Cystingehalt) der Haare bei beiden Geschlechtern abhängig ist.
5. Die weitere Forschung muß in folgender Richtung geführt werden:
a) Einwirkung der Schwangerschaft und des Geschlechts des Fetus auf die Haarreaktion der Mutter; b) Nachweis der Gesetzmäßigkeit der Reaktion an einer möglichst großen Zahl von Arten. Besonderes Interesse bieten hier die Primaten; c) die Erforschung dieser Reaktion in bezug auf andere Hautgebilde (Nägel, Hörner, Hufe, Stacheln der Igel, Schuppen der Fische); d) elektrometrische p_H -Bestimmung in den verschiedenen Phasen der Reaktion.