Die Schwanzlänge der Nachkommen temperaturmodifizierter Ratten, Mus (Epimys) decumanus Pall. und M. (E.) rattus L.

(Die Umwelt des Keimplasmas. XIII.)

Von

Hans Przibram.

(Aus der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften in Wien [Zoologische Abteilung].)[1])

Mit 1 Textabbildung.

(Eingegangen am 2. August 1924.)

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Problemstellung 549
II. Methodik und Technik 550
A. Apparatur, Genauigkeit 550
B. Ausschaltung subjektiver Irrtümer 551
C. Ausschaltung objektiver Irrtümer 551
1. Breite des Materiales 551
2. Verhinderung der Ausspaltung 552
3. Gesundheit 555
D. Versuchsplan 555
III. Material und Stammbäume, Anordnung 557
A. Hausratte, *Epimys rattus*, „Semmering" 559
B. Wanderratte, *Epimys decumanus* 559
a) Wilde, agutifarbene, „Wien" 559
b) Zahme, albinotische α) Stamm „Ställe" 559
β) „ „Molkerei" 560
γ) Kreuzung „St." × „M." 560
C. Hausmaus, *Mus musculus*, α) nach *Sumner* 561
β) „ *Sundstroem* 561
IV. Versuchsergebnisse über Schwanzlänge der Nachkommen 561
A. Ohne Temperaturwechsel; Erfolg: Konstanz 561
B. Versetzung um 10° C „ Transgression 563
C. Rückversetzung „ Transversion 564
D. Nachkommen (Rück-) Versetzter „ Regression 565
E. Geringe Beeinflussung „ Reapparation 566
F. Übergangsfälle „ Progression 568
V. Deutung der Resultate 569
A. Zusammenhang zwischen Körperwärme und Schwanzlänge . . . 569
B. „ „ „ „ Stoffwechsel 570
C. „ „ Stoffwechsel und Schwanzlänge 572

[1]) Ein Auszug dieser Arbeit erschien unter dem Titel: Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt usf. Nr. 91 im Akad. Anzeiger, Wien, Nr. 24—25 vom 30. November 1922. — In Punkt 4 dieser Mitteilung sind versehentlich die Worte „längere" und „kürzere" vertauscht worden, welcher sinnstörende, aus dem ganzen Zusammenhange als solcher kenntliche Fehler hiermit richtiggestellt sei (die richtige Darstellung findet sich auch in „Temperatur und Temperatoren" 1923, S. 65, und Tabelle E).

Seite
VI. Wirkt Zeitdauer oder Generationenanzahl? 576
VII. Die Abweichung von der Geraden in der Abhängigkeit der Körperwärme und K.S.-Relation bei verschiedenen Außentemperaturen . . 577
VIII. Zusammenfassung 580
IX. Literaturverzeichnis 582
X. Tabellen 583
(Tabelle I—X s. „Umwelt XI"; Tabelle XI—XXI s. „Umwelt XII"; diese Tabellen werden aus Ersparnisrücksichten nicht wiederholt, der Übersicht halber sind die der vorliegenden Mitteilung jedoch fortlaufend nach jenen numeriert.)
Tabelle XXII. Stammbaum und K.S.-Relation Hausratte, *E. rattus*, „Semmering". 583
Tabelle XXIII. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, aguti „Wien". 596
Tabelle XXIV. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Ställe", Versuchsanfang 15° und 30° 584
Tabelle XXV. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Ställe", Versuchsanfang 0° und 34—40° 586
Tabelle XXVI. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Ställe", Versuchsanfang 5° und 20°. 588
Tabelle XXVII. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Molkerei", Versuchsanfang 15° und 35° 590
Tabelle XXVIII. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Molkerei", Versuchsanfang 25° 592
Tabelle XXIX. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Molkerei", Versuchsanf. 25° A, 20°—15° A (Nässeversuche) 594
Tabelle XXX. Stammbaum und K.S.-Relation Wanderratte, *E. dec.*, albino, „Ställe" × „Molkerei", Versuchsanfang 20°—15° A . . . 597
Tabelle XXXI. Schwanzlänge — Konstanz bei Ratten 598
Tabelle XXXII. „ — Transgression und Transversion bei Ratten. 601
Tabelle XXXIII. „ — Transgression, Transversion und Reapparation bei Mäusen 604
Tabelle XXXIV. „ — Regression bei Ratten. 602
Tabelle XXXV. „ — Reapparation bei Ratten 605
Tabelle XXXVI. „ — Progression bei Ratten 606
Tabelle XXXVII. Veränderungen der Körperwärme bei hungernden Ratten in verschiedenen Außentemperaturen, nach *Goto* 607
Tabelle XXXVIII. Durch Wasserdampf abgegebene Wärmemengen derselben, nach *Goto* 608
Tabelle XXXIX. Sauerstoffverbrauch von Ratten, nach *Goto* und *Giaja-Maleš* 609
Tabelle XL. Stoffwechselzahlen verschiedener Säugetiere bei verschiedenen Außentemperaturen 610

I. Problemstellung.

Im Arbeitsprogramme zum Studium der „Umwelt des Keimplasmas" (1912, S. 667) habe ich die Erfassung von drei[1]) größeren Frage-

[1]) An der angegebenen Stelle ist versehentlich „zwei" statt „drei" gedruckt; es sind aber richtig die drei Fragekomplexe aufgeführt.

komplexen verlangt: „erstens die Feststellung der physikalischen Verhältnisse, unter denen die Keimdrüsen normalerweise im Körper stehen, zweitens die Veränderungen, welche diese Verhältnisse bei Veränderung der Umwelt (äußere Faktoren und Soma) erleiden, und drittens die Wechselbeziehungen zwischen den Keimdrüsen und dem übrigen Körper, zwischen ihrer Binnenwelt und ihrer ‚Umwelt' im engeren Sinne". Für die Keimdrüsen der Ratten (und ähnlicher Säuger) ist durch vorausgehende Mitteilungen (Umwelt III, VI, VIII, X, XII) die thermische Umwelt erläutert, ferner die Abhängigkeit der Schwanzlänge von der Außen- und Innentemperatur dieser Tiere quantitativ festgestellt worden (Umwelt VIII—XI), so daß wir uns nun daran machen können, ein Bild der Wechselwirkungen zu entwerfen, welche zwischen den Keimen und deren Erzeugern durch Vermittlung des elterlichen Somas als „Umwelt im engeren Sinne" bestehen und für die Übertragung erworbener Eigenschaften in Betracht kommen. Geht die durch Temperatureinfluß erzwungene Veränderung der relativen Schwanzlänge auf die Nachkommen auch bei Rückversetzung in eine gemäßigte Außentemperatur über und wie steht es dabei mit der Abhängigkeit der Schwanzlänge von der inneren Temperatur?

II. Methodik und Technik.

Fast allen Untersuchungen über Vererbung erworbener Eigenschaften hat man gewisse Mängel der Methodik und Technik vorgeworfen und auf Grund dieser ihre Beweiskraft in Abrede gestellt. Es war daher notwendig, von vornherein die Versuche so zu gestalten, daß diese Einwände nicht mit Recht erhoben werden könnten, deren man drei Gruppen unterscheiden mag: A. Mangelnde Genauigkeit, B. Unabsichtliche oder willkürliche Gruppierung des Materiales zugunsten voreingenommener Meinung, C. Fehler des zu geringen oder nicht einheitlichen Materiales. Es sei zunächst angeführt, was ich zur Ausschaltung dieser Fehlerquellen vorgekehrt hatte.

A. Apparatur, Genauigkeit.

Die Temperaturanlagen, Kontrollierung, Messung und Registrierung der Wärmekonstanz sind bereits eingehend (Umwelt XI A) beschrieben worden. Gegenüber den bis dahin zur Verfügung gestandenen Wärme- und Kühlkästen boten die Kammern völlige Verläßlichkeit der gewünschten Temperatur, jahrelang mit kaum halbgrädigen Schwankungen, dabei ununterbrochene Serie aller überhaupt in Betracht kommender Fünfgradintervalle. In dieser Beziehung konnten daher die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen über die Vererbung von Temperatureinflüssen, z. B. jene *Sumners* an Mäusen, weit überholt werden. Die Adoptierung der auch von *Sumner* verwendeten relativen Schwanzlänge als modifizierbares Merkmal gestattete eine quantitativ gut durch-

führbare Messung. Vorteile waren hier die bedeutendere Größe unserer Versuchsratten gegenüber *Sumners* Mäusen, und die weiter auseinanderliegenden Temperaturintervalle, weil diese beiden Momente eine bedeutendere Verschiedenheit der absoluten Meßwerte und damit eine Einengung des noch unter eine mögliche Meßfehlergrenze Fallenden mit sich bringen mußten. Die Isolierung jeder Rattenfamilie (vgl. Umwelt XI B) und deutliche Markierung der Jungen bei der ersten Messung (Umwelt XI C) schloß praktisch jede Verwechslung aus.

Äthernarkose und die sehr einfachen Meßbehelfe (Umwelt XI D) machten Fehler durch falsche Ablesung unwahrscheinlich, überdies wurde jede Messung mindestens zweimal durchgeführt. Die mehrfache Protokollierung (Umwelt XI E) und die Verarbeitung der Resultate mittels vollständiger Hilfstabellen (Umwelt XI F) garantieren, daß keine wesentlichen Auslassungen vorgekommen sind. Über die Genauigkeit der Temperaturmessungen in den Tieren möge man die Ausführungen in Umwelt XII (Abschnitt VII) nachlesen und namentlich wegen der Berücksichtigung der Meßtiefe Tab. XIX nachschlagen!

B. Ausschaltung subjektiver Irrtümer.

Eine nicht zu unterschätzende Fehlerquelle ergibt sich aus der unwillkürlichen „Bias" unserer Finger und Augen zugunsten eines gewünschten Resultates. Diese Quelle konnte dadurch ganz verstopft werden, daß ich selbst überhaupt keine Messung ausführte, sondern nur die Vorschriften dazu gab, während der Beobachter selbst nicht übersehen konnte, wie sich überhaupt das Problem in den Versuchen gestalte, mithin auch ein „Korrigieren des Glückes" ausgeschlossen war. Zudem wurde auch in der Person des Beobachters gewechselt. Eine Verschiedenheit im Messen wurde jeweils durch direkte Übergabe einer Meßserie vom früheren an den späteren Beobachter zu verhindern gesucht, wo beide dieselben Zahlen erhalten mußten. Nur ganz zu Ende der Versuche, als mir keine genügend geschulte Hilfskraft mehr zur Verfügung stand, hat sich dadurch eine kleine Ungenauigkeit eingeschlichen. Die betroffenen Werte habe ich in meinen Tabellen mit F (falsch) bezeichnet. Glücklicherweise betreffen sie aber nicht solche, welche das Gesamtresultat wesentlich beeinflussen könnten. Um Rechenfehler auszuschließen, habe ich jede Berechnung selbst mindestens zweimal durchgerechnet, die Durchschnittswerte der Würfe, welche das Grundmaterial für die Tabellen bilden, auch noch von meinem Assistenten Dr. *Jan Dembowski* durchrechnen lassen. Die gefundenen Fehler waren gering.

C. Ausschaltung objektiver Irrtümer.

1. Breite des Materiales.

Wie die subjektive Bias muß auch der objektive Zufall ausgeschaltet werden. Dies geschieht am besten durch große Zahl der Versuche und

die Verwendung verschiedener Zuchtstämme. Das Wanderrattenmaterial umfaßt zwei Farbrassen in drei Stämmen mit 264 Würfen und 1346 Jungen und Stammeltern, abgesehen von den Vorversuchen. Dazu kommen noch Angaben über die Hausratte, 12 Würfe mit 60 Exemplaren, und albinotische Hausmaus, letztere von anderen Autoren geliefert (vgl. Abschnitt III unten; sowie Tab. X in Umwelt XII). Für die in Betracht zu ziehenden Erscheinungen sind überdies noch Vergleiche mit anderen Warmblütern herangezogen: so für die Abhängigkeit der Innen- von der Außentemperatur (Umwelt XII, Abschnitt IV und VII, Tab. XIV und XIX), des Stoffwechsels von der Außentemperatur (unten Abschnitt V C, Tab. XL), des Verhaltens von Längen bei Kreuzung (wie gleich folgt).

2. Verhinderung der Ausspaltung.

Das größte Gewicht pflegt man bei Vererbungsversuchen nach dem *Mendel*schen Verfahren auf die Reinheit des Ausgangsmateriales zu legen. Es ist kein Zweifel, daß vielen früheren Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften schwere Mängel in dieser Hinsicht anhaften (Literatur in Experimentalzoologie III). *Standfuss* (l. c. 168) und *Fischer* (l. c. 175) haben nur von den weitest veränderten Schmetterlingsindividuen mit positivem Ergebnisse weitergezogen, es ist also eine Auslese vorgenommen worden, welche eine Ausspaltung von Mutanten begünstigte, die nicht direkt vom modifizierenden Faktor abhängig zu sein brauchten. *Towers* Käfer (l. c. S. 161—163) ergaben bei Einwirkung äußerer Faktoren eine gesteigerte Variabilität, aber keine bestimmte Zuordnung eines Merkmales zu dem Grade eines oder des anderen Faktors. Die sofortige nach Mendelzahlen erfolgende Fixierung der neuauftretenden Charaktere zeigt, daß es sich um Mutation im Sinne von Trennung früher gekoppelter Anlagen gehandelt hat, eine Art „crossing-over", das ja auch durch äußere Faktoren in den Kombinationszahlen weitgehend modifiziert werden kann. Es ist nun leicht, diese Kritik zu üben, aber um so schwerer das Postulat der „reinen Linie" bei tierischen Objekten zu erfüllen. Versuche in dieser Richtung sind von *Kammerer* bei *Ciona*, deren Eier nach *Morgans* Methode selbstbefruchtet werden können geplant, aber bisher wegen äußerer Umstände nicht durchgeführt worden. Die viele Generationen lang sich parthenogenetisch fortpflanzenden Stabheuschrecken geben ebenfalls Gelegenheit, die durch Materialmischung gegebene Fehlerquelle zu beseitigen. Solche Versuche, die induzierten Färbungen betreffend, haben Frau Dr. *Brecher* und ich (Die Farbmodifikationen der Stabheuschrecke *Dixippus morosus*, Arch. f. Entomol. 50, 147. 1922) ausgeführt, doch trat der Beurteilung die Unmöglichkeit, Belichtungen desselben Grades dauernd zu verwirklichen, da uns nur natürliches Licht zur Verfügung

stand, hindernd entgegen. Wir hoffen das Ziel durch Finsterzucht zu erreichen. Das bisherige Ergebnis war eine Zunahme des Farbeinflusses in der II. Generation bei Andauern des modifizierenden Lichtfaktors trotz Kontraselektion. In seinen Salamanderversuchen (Arch. f. Entw.-Mech. 1910) hat *Kammerer* die beim Feuersalamander nicht tunliche Herstellung reiner Linien durch Auswahl der Ausgangsexemplare in entgegengesetztem Sinne, als es der Beeinflussung durch den Untergrund entsprechen würde, zu ersetzen gesucht[1]). Seine Kreuzung der *Salamandra maculosa forma typica* mit *forma taeniata* ergab Mendelverhältnisse mit Dominanz und Aufspaltung, es ist also doch noch mit dem Auftreten von Mutanten in seinen Versuchen zu rechnen, obzwar es höchst unwahrscheinlich ist, daß die Resultate — Übergang der am Elter aufgetretenen Farbanpassung auf die Nachkommen — damit erklärt werden können. Bei den Ratten und Mäusen ist das Herstellen reiner Linien der relativen Schwanzlänge erschwert infolge der weitgehenden Beeinflussung dieses Merkmales durch die Domestikation. So wird nach *Sumner* (1923, S. 246) bei den amerikanischen Hirschmäusen, *Peromyscus*, der Schwanz in der Gefangenschaft kürzer. Auch hat eine in strenger Inzucht vermehrte Rasse bald eine solche Abnahme der Fruchtbarkeit, namentlich was Anzahl der Jungen in einem Wurfe anlangt, daß die Gefahr naheliegt, bei unzweifelhafter Erreichung der Reinheit kein brauchbares Zuchtmaterial mehr vor sich zu haben. Zudem ist man selbst bei der anscheinend reinsten Linie vor dem plötzlichen Auftreten von Mutationen doch nicht sicher, was ja die Genetiker jetzt schon zu konzedieren geneigt sind. In der Tat sind auch meine Rattenversuche durch das gelegentliche Auftreten schwanzloser und stummelschwänziger Ratten bedroht worden. Doch sind diese Mutationen durch einen so weiten Spielraum in der Schwanzlänge selbst von den kürzesten Varianten der normal geschwänzten Ratten getrennt, daß sie keine Fehler einbrachten. Sie konnten ohne Störung der Versuche ausgeschaltet werden. Um ein phänotypisch möglichst homogen reagierendes Material zu erhalten, habe ich bei strengster Inzucht zur Methode möglichster Verhinderung der Ausspaltung gegriffen. Es ist bekannt, daß Kürze und Länge von Körperanhängen meist bei Kreuzung eine mittlere Länge ergeben, die auch nicht deutlich in der zweiten Generation aufspaltet. Als Beispiele seien die Ohren der Kaninchen (Lit. Experimentalzool. 3, 116, *Lang* 1910) und Schafe (*Wriedt* in *Castle* 1924, S. 19), insbesondere aber die Schwanzlängen der Hirschmäuse nach *Sumners* (1923, S. 245) Kreuzung von Lokalrassen genannt. Nach seinen Daten habe ich die folgende kleine Tabelle zusammengestellt:

---

[1]) Es ist also ein Irrtum *Morgans*, ihm die Auswahl der gewünschten Anpassungsfarben zuzuschreiben.

	Tab.	Seite	Lokalrasse	Gen.	Nr.	Schwanz %	Gen.	Nr.	Schwanz %	Gen.	Nr.	Schwanz %
Peromyscus maniculi.	1 (3)	276	*Calistoga*	P	118	85,48±0,32						
	1	276	*Cal.×Carl.*	F_1	152	94,73±0,31	F_2	84	93,28±0,42			
	1 (3)	276	*Carlotta*	P	108	104,42±0,36			frühere Bruten			spätere
	3	278	*Carl.×Vict.*	F_1	96	94,48±0,33	F_2	56	84,75±0,51	F_2	65	91,26±0,36
	2 (3)	277	*Victorville*	P	136	81,17±0,31						
	2	277	*Vict.×Eur.*	F_1	94	91,40±0,31	F_2	85	89,44±0,41			
	2	277	*Eureka*	P	141	104,21±0,30						

Diese Tabelle bringt eine willkommene Bestätigung der Voraussetzung, welche ich für die Methode zur Verhinderung von Ausspaltung gemacht hatte. Es wurde angenommen, daß bei Vereinigung solcher Geschlechtstiere eines Wurfes zu einem Paare, welche im Durchschnitte ihrer Schwanzlängen am wenigsten vom Durchschnitte des gesamten Wurfes abweichen, wieder Tiere von annähernd gleicher Schwanzlänge, natürlich bei unveränderten Außenbedingungen, herauskommen sollten. Es wurden zunächst das langschwänzigste Weibchen des Wurfes dem kurzschwänzigsten Männchen, dann das Weibchen mit etwas weniger langem Schwanze dem Männchen mit etwas weniger kurzem Schwanze zugesellt, und so fort, bis sich die ähnlichsten, auch dem Generaldurchschnitte nahestehendsten Partner trafen[1]). Da diese Manipulation in jeder Generation wiederholt wurde, sollte es zu einer Aufspaltung überhaupt nicht kommen. Aus *Sumners* Tabelle ergibt sich aus den angegebenen Abweichungswerten, daß in der zweiten Bastardgeneration die Variationsbreite nur sehr wenig über die der ersten hinausging, welche sich von den Elternrassen in bezug auf Variabilität gar nicht unterscheidet und stets in bezug auf die relative Schwanzlänge selbst fast genau in der Mitte steht[2]). Meine Ratten dürften sich nicht anders verhalten haben, doch sind die Variationsbreiten nicht berechnet. Leider konnte ich die begonnenen Kreuzungen verschiedener Stämme nicht beenden. Es liegen bloß einige Würfe aus der Kreuzung ♂ „Molkerei" × ♀ „Ställe" vor. Die Schwanzlängen richteten sich bei den

Temp.	Art	Nr.	Stamm	Gen.	Alter Wochen	K : S	Alter Wochen	K : S
20—15° Außenr.	*Epimys decumanus albinoticus*	95×106	„Ställe"	P	II	1,604	VIII-IX	1,250
		139×150, I	„Mo."×„St."	F_1	II	1,644	VIII-IX	1,241
		171×182, I, II						
		115×126	„Molkerei"	P	II	2,175	VIII-IX	1,315

[1]) In einigen wenigen Fällen ist bei Ermangelung eines geeigneten Bruders der Vater verwendet worden. Das ist natürlich am entsprechenden Ort bemerkt.

[2]) Nach *Sumner*, Journ. of exp. zool. 38, 271. 1923 hat *Bonhote* (Vigour and Heredity, London 1915, Abwesenheit jeder Segregation in F_2 bei zwei subspezifischen Kreuzungen von *Meriones crassus* beobachtet.

Nachkommen der Pärchen 95 × 106 des Stammes „Ställe" und 115 × 126 des Stammes „Molkerei", beides albinotische Wanderratten, nach dem Stamm „Ställe":

Dieses Verhalten ist unklar, und ehe weitere Daten zustande gebracht werden, nicht zu entscheiden, ob es sich doch um das Vorhandensein einer „Dominanz", dem vorwiegenden Einfluß des Weibchens oder des lange durchgezogenen „Ställe"stammes handle. Über die Verschiedenheiten der Stämme und deren Berücksichtigung siehe weiter unten Abschnitt III. Die Versuchsergebnisse zeigen aber, daß der Zweck der Nichtaufspaltung innerhalb jedes Stammes erreicht worden ist, die Voraussetzung also für Linien innerhalb jedes Stammes zutraf.

3. Gesundheit.

Ein wichtiges Moment für das Gelingen der Versuche mußte die Gesundheit des verwendeten Materiales sein. Ganz abgesehen von etwaigen Fehlerquellen, die durch pathologische Veränderung der Schwanzlänge selbst oder des allgemeinen Wachstumszustandes sich ergeben könnten (vgl. Umwelt IX, S. 27; X), würde jede Krankheit bei den in strenger Inzucht weitergezogenen Ratten eine katastrophale Steigerung erfahren, welche nicht bloß abnorme Tiere liefern, sondern sehr bald auch das Absterben der Stämme mit sich bringen würde. Ohnehin sinkt die Fruchtbarkeit bei Inzucht auf jeden Fall. Schon durch hohe Sterblichkeit würden die Versuche leiden, denn damit wäre eine Auswahl der Zuchtpärchen nach den eben angegebenen Prinzipien nicht möglich. Zur Verhinderung von Krankheit wurden bei den zahmen Ratten bloß solche Stämme verwendet, welche sich generationenlang gesund gezeigt hatten. Insbesondere wurden alle Familien mit Anzeichen von Rachitis, Hyperthyreoidismus (siehe Umwelt XIV), Lungenerkrankung und Labyrinthstörung (Drehen) von vornherein ausgeschaltet. Eine besondere Siebung brachte übrigens — auch bei den aus dem Freien eingebrachten Ratten — die Aufstellung in den konstant temperierten Räumen mit sich. Bloß ein Teil der Zuchtpaare vermochte unter diesen neuen Bedingungen sich weiter fortzupflanzen. Die übrigen starben entweder selbst oder blieben kinderlos. Auf diese Art erhielt sich ein sehr gesundes Material, das nur ganz vereinzelte Krankheitsfälle aufwies (vgl. Umwelt XI, Abschnitt VIII), und dessen Sterblichkeit so gering war, daß sie bei der Beurteilung der Resultate gar nicht in Betracht kommt. Über die Einflußlosigkeit der bei den Messungen verwendeten Äthernarkose auf die Schwanzlänge wird in Umwelt XIV berichtet werden.

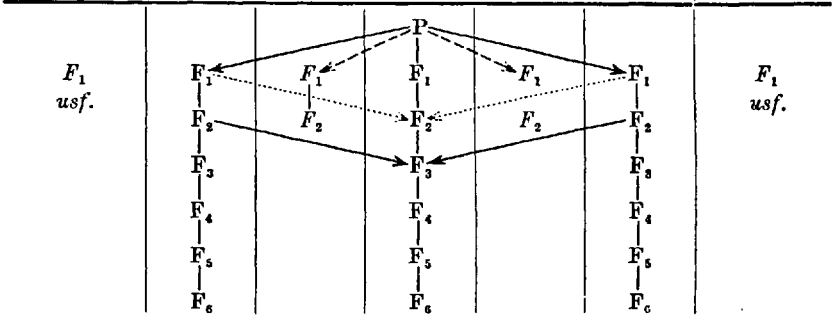
D. Versuchsplan.

Die zuerst in die konstanten Temperaturen eingebrachten, noch nicht in ihnen aufgezogenen Stammpärchen wurden als Eltern- oder Parental-

generation (P) bezeichnet. Ihre Kinder sind als erste Filialgeneration (F_1), ihre Enkel als zweite (F_2) usf. (. . . F_n) gerechnet. Ein Teil der Nachkommen verblieb in der für die Eltern gewählten Temperatur, während ein Teil jeweils in die um 10° höhere oder um 10° tiefere Temperatur versetzt wurde. In dieser neuen Temperatur verblieb wieder ein Teil ihrer Nachkommen einige Generationen lang, während ein anderer von der nächsten Generation an in die ursprüngliche Temperatur zurückversetzt wurde, um darin wieder einige Generationen lang weitergezogen zu werden. Auf diese Weise sind streng miteinander vergleichbare Vetterschaften gebildet worden. Eine besondere Überlegung erforderte der Zeitpunkt, in welchem die Ratten in eine neue Temperatur zu übersetzen wären. Da es sich um Säugetiere handelt, so konnte eine Trennung der Generationen nicht derart vorgenommen werden, daß die befruchteten Eier gleich nach der Besamung in die neue Umwelt gebracht würden. Weil außerdem die Ratten „Nesthocker" sind, die Jungen unbedingt der Pflege durch die Mutter bedürfen, so war es auch unmöglich, die Jungen von Geburt an in neue Bedingungen einzubringen, ohne die Eltern gleichzeitig zu versetzen, oder durch Zurücklassen des Männchens zu trennen. Um präzisen Anhaltspunkt für die Rückversetzung zu erhalten, habe ich es deshalb vorgezogen, die Pärchen jeweils beim ersten Wurfe mit demselben zu übersetzen. So zeigt uns dieser erste Wurf das Verhalten von Ratten, welche selbst noch in der früheren Außentemperatur konzipiert und getragen wurden; der nächste dasjenige von Ratten, die als Keimzellen noch unter der früheren Außentemperatur herangereift, aber schon in der neuen zur Austragung gelangten; die weiteren Würfe geben das Verhalten von Ratten an, welche als Keimzellen schon in der neuen Temperatur gereift, natürlich auch darin konzipiert und ausgetragen worden sind. Die Geburten der Ratten sind unschwer bei täglichem Rundgange festzustellen, weil die Neugeborenen sogleich piepsen, so daß ohne Störung der Nester die Kontrolle lediglich durch das Ohr erfolgen kann. Merkwürdigerweise scheinen die jungen Ratten nach dem ersten Tage nicht mehr spontan zu piepsen. Die Wahl zehngrädiger Differenzen zwischen neuer und alter Außentemperatur erfolgte erst, als wir uns von der geringen Verschiedenheit überzeugt hatten, welche 5 Grade in der relativen Schwanzlänge hervorrufen (vgl. Umwelt XI), und wir befürchten mußten, zu undeutliche Resultate zu erhalten. Doch waren einige Versuche mit bloß fünfgrädiger Differenz der Versetzungstemperaturen ausgeführt worden. Ferner liegen einige wenige Versuche mit einer direkten Rückversetzung der F_1-Generation in die Anfangstemperaturen vor, so daß die zur F_2-Generation werdenden Keimzellen noch in der Anfangstemperatur gebildet sein konnten. In weiteren Fällen ist, ebenso wie in den beiden eben besprochenen, eine

geringere Einwirkung des modifizierenden Faktors vorhanden gewesen, als jene, welche einer zehngrädigen Differenz (von der Reifung der Keimzellen an) entsprechen würde, weil der Außenraum der Kältekammern nur im Winter 15, im Sommer aber 20° hatte. Wie wir sehen werden, sind diese Gruppen vom allgemeinen Versuchsplan abweichender Versuche besonders interessant (vgl. unten Abschnitt IV E), und ich bedaure es sehr, daß die Stillegung des Kammerbetriebes eine Wiederaufnahme derselben nicht mehr möglich gemacht hat, als mir ihre Bedeutung klar wurde.

Das folgende Schema diene zur Verdeutlichung des Versuchsplanes für Versuche, ausgehend von einer Außentemperatur n° C:



(Die vollausgezogenen Richtungslinien geben Übersetzung und Rückübersetzung mit 10° Temperaturdifferenz, jene mit unterbrochenen Richtungslinien mit 5° Temperaturdifferenz an. Die punktierten Linien zeigen sofortige Rückversetzung der F_1-Generation an.)

III. Material und Stammbäume.

Als Versuchsmaterial dienten jene Stämme, welche bereits in Umwelt XI (Abschnitt III) angeführt worden sind. Dort sind auch alle technischen Einzelheiten bezüglich Unterbringung (II B), Bezeichnung (II C), Messung (II D), Protokollierung (II E) und Verarbeitung der Daten (II F) einzusehen. Die Durchführung der einzelnen Vererbungsversuche habe ich in Form der hier angeschlossenen Tab. XXII—XXX als Stammbäume dargestellt. Es erübrigt sich daher eine Beschreibung jedes Versuches für sich. Zum Verständnis der Tabellen sei folgendes bemerkt: Die erste Horizontalreihe jeder Tabelle enthält alle zur Verfügung stehenden Außenbedingungen in bezug auf Temperatur, die zweite jene in bezug auf Feuchtigkeit, die sich in den entsprechenden Temperaturen vorfand. Jede Tabelle enthält im oberen Teile die Messungen der K.S.-Relation unserer Ratten im Alter von zwei (II), im unteren Teile jene derselben im Alter von acht bis neun (VIII—IX) Wochen. Diese beiden Altersstufen sind deshalb gewählt, weil für sie

die meisten Daten vorliegen. Übrigens wäre in einem früheren Alter der Einfluß der Wurfzahl und der Mutterpflege auf das Wachstum noch größer, als sich ohnehin noch störend im Alter von II Wochen geltend macht (vgl. Umwelt XI, Abschnitte III B β; VI—VIII). Meßzahlen späteren Alters kommen schon deshalb für die vorliegende Mitteilung nicht in Betracht, weil ein Vergleich der verbliebenen mit den versetzten Ratten darunter litte, daß letztere ja seit dem ersten Wurfe des Weibchens der neuen Temperatur ausgesetzt waren. Ihr Wachstumszustand setzt sich also aus dem von der früheren Temperatur beeinflußten Wachstum bis zur Versetzung und dem von der späteren beeinflußten mit der Versetzung zusammen. Diese viel zu komplizierten Verhältnisse verbieten eine Auswertung für unser Thema. Doch werden in der folgenden Mitteilung über den Wachstumsverlauf (Umwelt XIV) Daten für alle Altersstufen gegeben werden.

Kehren wir zur Tabellenerklärung zurück: Die durch Multiplikationszeichen verbundenen Zahlen sind die Nummern der paarweise aufgestellten Ratten, wobei die vor dem Malzeichen stehende ungerade Zahl das Männchen, die nach dem Zeichen stehende gerade Zahl das Weibchen bezeichnet. Am linken Rande der Tabelle ist die Generationsfolge in der eben beschriebenen Abkürzung angemerkt, daneben die Reihenfolge der von einem Weibchen stammenden Würfe mit römischen Ziffern. Die neben den Wurfziffern unter den Malzeichen stehenden, auf drei Dezimalen berechneten Zahlen sind die Durchschnitte der Körperschwanzrelationen aller zum Wurfe gehörigen und am Meßtage noch lebenden Jungen (Summe aller K.S.-Relationen dividiert durch Anzahl der Jungen, ohne Rücksicht auf Geschlecht). Durch Striche sind die Zusammenhänge der Generationen bei jenen, die nicht in gleicher Temperatur verblieben, angedeutet. Bei den verbliebenen stehen die Nachkommen einfach unterhalb der Eltern. Sind mehrere Paare zu berücksichtigen, so sind die K.S.-Durchschnitte unter- oder nebeneinandergestellt, woraus sich das mehrmalige Vorkommen derselben Generation am linken Tabellenrande (z. B. Tab. XIV, F_3 F_3) oder die Abgrenzung einer der ersten Kopfbezeichnung nicht entsprechenden Außenbedingung (z. B. Tab. XIV bei F_3 . . . 25 A an Stelle von 25 oder 15° an Stelle von 10°) erklärt. Zur Vereinfachung des Druckes sind für den unteren Teil jeder Tabelle die Nummern der Pärchen und die Abstammungslinien nicht noch einmal wiederholt worden. Sie sind leicht aus der ganz gleichen Anordnung der Zahlen für die K.S.-Relation und der am linken Rande angebrachten Generationsfolge zu vergleichen. Ebenfalls aus Raumersparnis sind Versuche mit verschiedenen Ausgangstemperaturen, bei denen eine Verwirrung durch gemeinsame Darstellung nicht eintreten konnte, auf ein und derselben Tabelle vereinigt worden (z. B. Tab. XXIV, Anfang 30° und 20—15° A). Jede Tabelle

bezieht sich mit Ausnahme des Kreuzungsversuches Tab. XXX nur auf einen Stamm, so daß auch die Zahlen bei den auf einer Tabelle vereinigten Versuchen vergleichbar sind. Betreffs Zuchterfolges in den einzelnen Stämmen ist zu bemerken:

A. Hausratte, Epimys rattus, schwarze Wildrasse vom Semmering (Tabelle XXII),

war schwierig zu ziehen; in den tiefen Temperaturen 5°, 10° und 15° konnte überhaupt nicht gezogen werden, in 20—15° A, 25° A und 40° gelang es, je einen Wurf aufzubringen, doch ging letzterer vor weiterer Fortpflanzung ein. Aus 25° A in 25° weiter gehaltene, nach 30° versetzte Hausratten brachten mehrere Würfe auf, aber F_3 wurde bloß einmal in 25° A und bei Versetzung aus 25° in 15° bloß in einem einzelnen Männchen erhalten. Die Messungen erstrecken sich fast nur auf II Wochen alte Tiere. Bei solcher Spärlichkeit der Daten ist kein besonders instruktives Resultat zu erwarten. Doch findet sich kein Widerspruch gegenüber den aus vollständigerem Materiale bei der albinotischen Wanderratte zu ziehenden Ergebnissen, die weiter unten gemeinsam für alle Stämme besprochen werden sollen (Abschnitt IV).

B. Wanderratte, Epimys decumanus

a) Agutifarbige Wildrasse von Wien (Tabelle XXIII)

ergab auch nicht viel Günstiges. Die Versetzung aus 20—15° A nach 10 einerseits, nach 25 anderseits ist jedoch gelungen, ebenso die Rückversetzung aus 10 nach 20 (—15)° oder 25° A. Auch hier waren nur wenige Messungen der VIII.—IX. Woche zu bekommen. Von Interesse ist es im Zusammenhange mit der verschiedenen Öcologie der beiden europäischen Rattenarten, daß es nicht gelang, Nachkommen bei Versetzung der wilden Wanderratte aus 20—15° A in 35° oder 40° zu erhalten, während wir gerade gehört haben, daß die Hausratte bei den hohen, nicht aber, wie es bei der wilden Wanderratte gelang, bei niedrigen Temperaturen zur Fortpflanzung kam (vgl. hierzu meine Bemerkungen über die Hausratte als Wärmetier in „Österr. Sanitätswesen" 1912 und „Temperatur und Temperatoren" S. 74). Der Hauptwert der spärlichen Versuche mit den Wildrassen von *Rattus* und *Decumanus* liegt darin, daß sie die an den albinotischen zahmen, viele Generationen schon in der Domestikation stehenden Wanderratten gewonnenen Ergebnisse bestätigen, so daß der Einwand, sie seien bloß auf Zustände fortgesetzter Gefangenschaft zurückzuführen, zurückgewiesen werden können.

b) Zahme, albinotische Wanderratte.

a) Stamm „Ställe" (Tab. XXIV—XXVI).

Diese aus früher in relativ niedrigen Temperaturen (um 16° C) gehaltenen Zuchten der Anstalt stammenden Albinos konnten in allen

Temperaturen von 5—30°, nicht aber in den noch höheren zur Weiterzucht gebracht werden. Die zuerst im kühleren Außenraume (20—15° C) aufgestellten Ratten lieferten zahlreiche Würfe, von denen Pärchen bei der ersten Geburt in 25° A, 15° und 5° gebracht wurden. Aus 25° A erfolgte in der nächsten und späteren Generation (Tab. XXIV), ferner aus den zuerst in 5° aufgestellten (Tab. XXVI) Rückversetzung in die mittlere Temperatur von 15°. Ebenso ist die Versetzung aus 30° nach 20° (Tab. XXIV) und von 20° nach 30°, samt Rückversetzung (Tab. XXVI) durchgeführt, ferner Versetzung von 20° nach 10° (Tab. XXV und XXVI). Es sind bis zu vier Generationen verfolgt, die wichtigen K.S.-Relationen der VIII.—.IX. Woche fast überall neben denen der II. gemessen worden. Das Material bedarf einer Ergänzung hinsichtlich der beiden höchsten Außentemperaturen 35 und 40°, weshalb die Heranziehung eines zweiten Stammes sehr erwünscht sein mußte.

β) Stamm „Molkerei" (Tab. XXVII—XXIX).

Glücklicherweise lieferte der später herangezogene albinotische Stamm „Molkerei" diese Ergänzung. Er zeigte sich gegen 35° und nach vorhergehendem Aufenthalte in dieser hohen Temperatur auch gegen 40° widerstandsfähig. Ob sein Versagen in 5° auf einer entsprechenden Empfindlichkeit gegen Kälte beruht hat, wage ich nicht zu behaupten, da nur ein Pärchen nach 5° gebracht worden war. Von den zwischenliegenden Außentemperaturen ist 30° bei diesem Stamme nicht verwendet worden, wohl aber 25° A, 20—15° A und 10°. Wegen des Platzmangels in einzelnen Kammern konnten nicht alle Stämme gleichzeitig in allen Temperaturen untersucht werden. Versetzung ist aus 35° nach 25° A, aus 20(—15)° A nach 10° und zurück (Tab. XXVII), aus 25° A nach 35° und 15° und zurück (Tab. XXVIII) erfolgreich gewesen. Mit dem Molkereistamme sind auch die Versuche zur Prüfung des Feuchtigkeitseinflusses (Tab. XXIX) angestellt worden (vgl. Umwelt XI, Abschnitt VI). Auch in diesen Versuchen zeigen sich mit den übrigen übereinstimmende Ergebnisse bezüglich der Versetzung und Rückversetzung, wenn, wie es später geschehen wird, das Abwechseln der Temperatur von 20° und 15° im kühleren Außenraume in Rücksicht gezogen wird. Beim Vergleiche des „Molkerei"- mit dem „Ställe"-Stamm ist stets zu beachten, daß letzterer durchschnittlich längeren Schwanz, also kleinere K.S.-Zahl hat als ersterer. Der Molkereistamm ist wie der Ställestamm in den Kammern vier Generationen lang gezogen worden.

γ) Kreuzung „Ställe" × „Molkerei" (Tab. XXX).

Über die vorzeitige Unterbrechung dieser Serie ist bereits oben (II C 2) berichtet worden. Es sind zwar ebenfalls vier Generationen

erhalten worden, aber die Paare sind wenig zahlreich. Zur Versetzung oder gar Rückversetzung aus der Aufstellungstemperatur 20—15° im kühleren Außenraume kam es nicht mehr.

C. Hausmaus, Mus musculus, Albino.

Zum Vergleiche mit unseren Ratten können Versuche von zwei in Amerika wirkenden Forschern an der albinotischen Hausmaus herangezogen werden (vgl. Umwelt XI, Abschnitt III C).

α) *Sumner* hat dasselbe Problem, wie es die vorliegende Abhandlung behandelt, mit der Maus geprüft. Seine Versuche umfassen daher Versetzung in zwei divergierende Temperaturen und Rückversetzung in eine mittlere Temperatur war beabsichtigt, ist aber mangels geeigneter Anlagen nicht erreicht worden. Die Bedeutung seiner Versuche wird später gewürdigt.

β) *Sundstroem* hat nicht die Vererbung erworbener Eigenschaften, sondern die Anpassung an tropisches Klima vorgehabt. In seinen Versuchen werden wir daher bloß Versetzungen, Nachkommen von Versetzten nicht aber Rückversetzungen antreffen.

IV. Versuchsergebnisse über Schwanzlänge der Nachkommen.

A. Ohne Temperaturwechsel (Erfolg: Konstanz).

Ehe wir ein bestimmtes Verhalten bei Versetzung oder gar Rückversetzung von Ratten in andere Temperaturen prüfen, ist es notwendig, das Verhalten der in einer konstanten Temperatur belassenen Generationen zu untersuchen. Würde sich auch ohne Temperaturwechsel eine Tendenz zur Verschiebung der Körperschwanzrelation feststellen lassen, wie es *Sumner* für die Domestikation von *Peromyscus* angegeben hat, so müßte diese mit in Rechnung gestellt werden, wodurch eine sehr wesentliche Komplikation in der Deutung der Resultate eintreten müßte. Ob eine derartige Tendenz bei unseren Ratten in Erscheinung trat, können wir auf zweierlei Art prüfen: entweder durch Vergleich der aufeinanderfolgenden Würfe ein und desselben Weibchens, oder durch Vergleich der Durchschnittszahlen, welche die Würfe aufeinanderfolgender Generationen liefern. In Tab. XXXI sind die in dieser Hinsicht verwendbaren Würfe (römische Ziffern) und Durchschnittszahlen (D) zusammengestellt, also nur jene Rattenserien berücksichtigt, welche ohne Wechsel der Temperaturbedingungen mehrere Generationen lang fortgezüchtet worden waren. Die Parentalgeneration habe ich nur dann mit berücksichtigt wenn die Aufstellungstemperatur in der Wärmelage nicht weit von der normalen Durchschnittstemperatur (20°) ablag. Sonst wären nämlich schon dadurch Fehler entstanden, daß die Aufstellung in einer höheren oder niedrigeren Temperatur selbst einer „Versetzung" gleichkommt, daher schon einen Einfluß auszu-

üben vermöchte, der bei wirklicher Temperaturkonstanz nicht vorzukommen brauchte. Wir werden später sehen (IV B), wie notwendig diese Vorsicht ist. Infolge dieser Einschränkung vermochte ich für die Extremtemperaturen, in denen fortgesetzte Züchtung schwer möglich war, keine Zahlen in die Tabelle einzusetzen. Von 10—30° sind alle fünfgrädigen Intervalle durch Beispiele belegt, sei es aus einem oder mehreren Stämmen und Arten. Beide Rattenarten und alle unsere Stämme sind vertreten. Die Tabelle ist zunächst nach Arten und Stämmen, dann nach Temperaturen absteigend angeordnet. In der Regel sind die Beispiele der Würfe eines Weibchens vorangestellt und es folgen gegebenenfalls die Durchschnittszahlen aufeinanderfolgender Generationen. Die K.S.-Relation ist für II und VIII—IX Wochen nebeneinandergestellt. Behufs rascher Erfassung des Gesamtergebnisses habe ich je zwei aufeinanderfolgende Würfe oder Durchschnittszahlen der Generationen im Alter von VIII—IX Wochen durch eine Klammer verbunden und die Mittelzahl rechts daneben angeschrieben. Bestünde eine Tendenz zur Verlängerung oder Verkürzung des Schwanzes bei anhaltender Temperaturbedingung, so sollte in jedem einzelnen unserer Beispiele ein deutlicher „Gang" vorhanden sein. Es sollte entweder der erste Wurf die größte, der zweite die nächstgrößte K.S.-Relation aufweisen usf. bis zum letzten mit der kleinsten, oder umgekehrt. Ebenso müßten die Mittelzahlen zweier aufeinanderfolgenden Würfe oder Generationsdurchschnitte sich dieser Reihe einfügen. Betrachten wir nun irgendeines unserer Beispiele (diese sind nicht ausgewählt oder wahllos herausgegriffen, sondern bringen alles in unseren Versuchen mit Temperaturkonstanz vorkommende Material), so finden wir kein einziges Mal einen regelmäßigen „Gang". Das Nichtbestehen eines solchen wird eindringlich hervorgehoben durch die große Ähnlichkeit zwischen je zwei der durch Klammer angezeigten Mittelzahlen. Handelt es sich nämlich bloß um „zufällige" Schwankungen der aufeinanderfolgenden Werte, so wird nach der Wahrscheinlichkeit das Mittel aus zwei Werten eine geringere Abweichung von der wahren „nicht zufälligen" Zahl haben, als *ein* Wert. Wiederholt sich dies bei zwei weiteren Werten, so werden also die beiden Mittel beide geringere Abweichung von der wahren Zahl haben, als der eine Wert allein, und daher einander ebenso wie dem wahren Werte ähnlicher werden müssen. Wieder trifft diese Annahme bei den Würfen jedes Weibchens ausnahmslos zu, oft so genau, daß die Mittelwerte auf zwei Dezimalen miteinander übereinstimmen, wo die Einzelwerte noch in der ersten Dezimalstelle auseinanderweichen (z. B. albinotische Ställe ♀ 198 F_3 I—V, 20° C).

Bei den Generationsfolgen findet sich eine einzige Ausnahme bei den Messungen mit VIII—IX Wochen, nämlich bei alb. Molk. 25 A. Diese ist aber bedeutungslos, weil der Feuchtigkeitsfaktor nicht konstant

war; übrigens findet sich für dieselben Versuche bei der Messung von II Wochen kein solcher „Gang". Die Messung mit II Wochen ist, wie wir gesehen haben, nicht so verläßlich wie jene mit VIII—IX Wochen, weshalb ich auf ihre besondere Verwertung für die Feststellung des Verhaltens bei Temperaturkonstanz keinen so großen Wert legen möchte. Aber auch bei den Messungen mit II Wochen findet sich in unseren Beispielen bloß einmal ein „Gang", nämlich bei den Generationsdurchschnitten alb. Ställe 20°, und hier ist die noch in unkonstanter, etwa 16° betragender Temperatur aufgewachsene P-, sowie die aus dieser als erste in 20° gezogene F_1-Generation mitgerechnet. Das Gesamtergebnis betreffs der Schwankungen von relativen Schwanzlängen bei Beibehaltung ein und derselben Außentemperatur ist also ganz unzweideutig: es gab keine Tendenz zur Veränderung der K.S.-Relation, solange Temperatur und Feuchtigkeit nicht gewechselt haben. Dasselbe Ergebnis können wir noch auf einem zweiten, mehr indirekten Wege erreichen: alle Generationen zusammen zeigen, wenn auch etwas weniger regelmäßig, ebenso wie die F_2-Generation der albinotischen Wanderratte allein die Zuordnung steigender Schwanzlänge zu steigender Temperatur (vgl. Umwelt XI, Tab I und IV). Da nun von den extremen Temperaturen sehr wenige, höchstens eine bis zwei, von den mittleren aber vier Generationen vorliegen, so würde bei wesentlichem Einflusse der Generationsfolge eine entsprechende Störung der Zuordnung sich bemerkbar gemacht haben. Wir sind auf jeden Fall berechtigt, den Satz auszusprechen, daß bei konstant bleibender Außentemperatur weder in den aufeinanderfolgenden Würfen eines Weibchens, noch Generationsdurchschnitten unter sonst gleichen Bedingungen eine Veränderung der Schwanzlänge unserer Ratten vorgekommen ist.

B. Versetzung um 10° C (Erfolg: Transgression).

Den Ausgangspunkt unserer Rattenversuche zur Frage des Einflusses erworbener Eigenschaften auf die Nachkommen hatte die Untersuchung der relativen Schwanzlänge in verschiedenen Temperaturen der Außenwelt gebildet. Ich hatte (Umwelt XI, Abschnitt III B b, IV b, Tab. IV) namentlich die zweite in einer konstanten Temperatur aufgezogene Generation als Norm für die Größe der Temperaturmodifikation angesehen, und zwar deshalb, weil die in neue Temperaturbedingungen eingebrachte Parentalgeneration schon die Keime der ersten Filialgeneration beherbergt, diese also noch früheren Verhältnissen entsprechen mochten. Vergleichen wir die ersten Filialgenerationen der in eine um 10° abweichende Temperatur versetzten Ratten auf unseren Stammbäumen mit den zweiten in der Versetzungstemperatur verbliebenen Filialgenerationen, so bemerken wir, daß die K.S.-Relationen in jeder Temperatur von der als Norm bezeichneten in zwei

Generationen bei der gleichen Temperatur fortgezüchteter Ratten abweicht. Es ist dies keine Besonderheit der Haltung in den Temperaturkammern, denn dieselbe Erscheinung kam auch nach Einstellung des Betriebes zur Beobachtung (vgl. Umwelt X). Auch schließt das konstante Auftreten in allen einschlägigen Versuchsserien mit zehngrädiger Versetzung Zufall vollständig aus. Die Abweichung liegt überdies immer in einer ganz bestimmten Richtung: Es wird die Normalrelation der in einer beliebigen konstanten Temperatur verbliebenen F_2-Generation noch überschritten. Daher gebrauche ich für diese Erscheinung den Namen „Transgression". Die Transgression scheint also das Gegenteil dessen zu sein, was man bei einer Einwirkung der durch Außentemperatur modifizierten Eltern auf versetzte Nachkommen erwarten würde. Denn wenn das modifizierte Merkmal in der Nachkommenschaft noch etwas von seiner Veränderung merken lassen soll, so müßte nicht eine Transgression, sondern ein Zurückbleiben hinter den Normalwert für die neue Außentemperatur in Erscheinung treten. Bei diesem Schlusse nehmen wir freilich ein Resultat vorweg, das nun erst zu besprechen ist. Wenn wir unsere, mindestens zwei Generationen in einer um 10° abweichenden Temperatur gezüchteten Ratten wieder in die Ursprungstemperatur zurückversetzen, so macht sich ebenso Transgression bemerkbar wie bei der ersten Versetzung. Die Verschiebung über die Norm geht nun in umgekehrter Richtung wie das erstemal vor sich. Dieses Verhalten ist ohne weiteres verständlich, denn jede Rückversetzung muß ja gleichzeitig auch eine „Versetzung" sein. Für uns sind die Rückversetzungen aber besonders wichtig, weil sie gestatten, von der Ursprungstemperatur um 10° aufwärts und um ebenso viele Grade abwärts verschobene Vetterschaften wieder in der ursprünglichen Mitteltemperatur zu vereinigen und auch mit den in dieser immer verbliebenen Vettern zu vergleichen. Wenn nun regelmäßig sowohl bei Versetzung in höhere als auch bei Versetzung in niedrigere Temperatur eine Transgression der Schwanzlänge über die Normalzahl, nur natürlich in entgegengesetzten Richtungen stattfindet, so müßte bei der gleichzeitigen Durchführung beider Rückversetzungen eine Überkreuzung der K.S.-Relationen stattfinden können, was ich als „Transversion" (wie *Haecker* für Artmerkmale) bezeichnen will.

C. Rückversetzung (Erfolg: Transversion).

In Tab. XXXII sind alle Serien von Versuchen mit Ratten derart mit Durchschnittszahlen der behandelten Würfe eingetragen, daß eine rasche Übersicht über die Erscheinungen der Transgression ermöglicht ist. In Horizontalreihen untereinander sind die verwendeten Rattenstämme, Generationen und Altersstufen angeführt. Die Tabelle gliedert sich auf der rechten Seite in drei Vertikalabschnitte, welche die K.S.-

Relationen für Ratten in hoher, beziehungsweise mittlerer, tiefer Außentemperatur enthalten. Jeder dieser Abschnitte zerfällt wieder in Vertikalkolonnen, von denen je eine die in der angegebenen Temperatur generationenlang gezogenen Ratten, die anderen aber die aus hoch, mittel oder tief rückversetzten Ratten in bezug auf Schwanzlänge beschreiben. Am instruktivsten ist der mittlere Vertikalabschnitt, welcher in drei Kolonnen die K.S.-Relation in mittleren Außentemperaturen verzeichnet. Vergleichen wir die im Alter von VIII—IX oder II Wochen stehenden Ratten jeweils in derselben Horizontalkolonne miteinander, so finden wir bei den aus Hoch rückversetzten durchwegs höhere K.S.-Relationen, bei den aus Tief rückversetzten in 12 unter 18 Zahlenreihen tiefere als dem Normalwerte der in mittlerer Temperatur verbliebenen entspräche. Die sechs Ausnahmen von der Transgression betreffen in keinem Falle gleichzeitig das Alter von II und VIII—IX Wochen, haben also keine so große Bedeutung wie die übrigen; außerdem handelt es sich in drei Fällen (ag. Wien 25 F_3, F_1; al. Molk. 20 F_3) um Rückversetzung ohne Zwischengeneration (vgl. unten Abschnitt E), in einem Falle (al. Molk. F_2 Feuchte) nur um eine durch Nässe etwas veränderte, keineswegs um 10° verschieden gewesene Versetzung, in einem weiteren ist die zum Vergleiche herangezogene Generation (al. Ställe 20 F_1) nicht dieselbe wie die rückversetzten (F_3), wenngleich einander der Versetzung nach diese Generationen entsprechen, die letzte Ausnahme (al. Molkerei 20 F_3) allein bleibt unerklärt. Bei den aus Mittel in Tief rückversetzten Serien finden wir keine, bei den aus Mittel in Hoch rückversetzten nur zwei (al. Ställe 30 F_2) Ausnahmen, die aber nur das Alter von II Wochen betreffen. Wo in dem mittleren Tabellenabschnitte streng vergleichbare Rückversetzungen aus Hoch und Tief mit Mittel vorliegen, zeigt sich das regelmäßige Ansteigen der Zahlen von links nach rechts. Hingegen bleibt es unbestimmt, ob bei der Transversion der Normalwert für die um 10° von der Mitteltemperatur abliegenden noch übertroffen wird oder nicht. Im ersteren Falle (z. B. al. Ställe F_2 30—20—10 II Wochen) gibt sich dies in der Tabelle durch zweimalige Unterbrechung des Anstieges der Zahlen einer Horizontalreihe kund, im letzteren Falle ist von links nach rechts ununterbrochener Anstieg der K.S.-Relationen (z. B. al. Ställe 25 VIII—IX Wochen). Die Unterbrechung kann auch nur an einer Stelle sein (z. B. das. II Wochen). Was diese Variationen bei der Transversion verursacht, vermag ich nicht anzugeben (wenn sie überhaupt von Bedeutung sind?).

D. Nachkommen (Rück-)Versetzter (Erfolg: Regression).

Wenn der erste Wurf in neuer Temperatur eine Transgression des für diese gültigen Normalwertes der K.S.-Relation aufweist, so muß in

irgendeiner Weise der Ausgleich zu diesem Normalwerte stattfinden. Um dies zu untersuchen, können wir einerseits die aufeinanderfolgenden Würfe eines Weibchens, anderseits die Durchschnittszahlen für aufeinanderfolgende Generationen miteinander vergleichen. Die Tab. XXXIV enthält die Zusammenstellung des hier verwertbaren Rattenmateriales. Es zeigt sich, daß fast durchwegs eine „Regression" zum Normalwerte für die neue Temperatur stattfand, wenn die Ratten nun in dieser belassen und weitergezogen werden. Das ist selbstverständlich, da wir ja die Normalwerte für die zweite in den Bedingungen ganz aufgewachsene Generation aufgestellt hatten. Überraschend ist aber doch die Regelmäßigkeit, mit der diese Regression bei Vorhandensein mehrerer Würfe eines Weibchens auftritt; namentlich im Alter von VIII bis IX Wochen finden wir unter 24 Fällen bloß drei Ausnahmen. Aber auch diese zeigen noch, wenn auch weniger regelmäßig, Regressionsandeutung. Beim ♀ alb. Ställe 140 gibt das Mittel des dritten und vierten Wurfes Regression, wenn wir es mit dem Mittel aus dem ersten und zweiten vergleichen; bei ♀ alb. Molk. 238 zeigt der zweite Wurf Regression, der dritte zwar im Alter von VIII—IX Wochen nicht, wohl aber im Alter von II Wochen; in diesem Alter zeigt wieder der zweite Wurf die Regression nicht. Sowohl mit II. als auch mit VIII.—IX. Woche hat ♀ alb. Molk. 156 im vierten Wurfe keine Regression, doch fehlen die Messungen für den dritten Wurf. Etwas weniger regelmäßig als bei den Würfen eines Weibchens ist die Regression bei aufeinanderfolgenden Generationen, unter acht Vergleichsreihen zweimal bei VIII—IX Wochen (♀ al. Molk. 308 D.; 358 D.) vorkommend, bei II Wochen (♀ al. Molk. 160 F_3 D; 376 F_4 D) ebensooft, aber niemals bei denselben Ratten auf beiden Altersstufen. Die Annahme der für eine bestimmte Temperatur gültigen Schwanzlänge findet also von dem Transgressionswerte aus allmählich im Laufe der Würfe und Generationen statt. Der definitive Wert wird in der Regel, wie unsere Schwankungstabelle (XXXI) erläutert hat, schon vor der dritten Generation erreicht.

E. Geringe Beeinflussung (Erfolg: Reapparation).

Ich habe früher erwähnt, daß in einigen Fällen die Rückversetzung sofort mit den in der neuen Temperatur gezogenen F_1-Ratten durchgeführt worden ist, ohne eine Zwischengeneration in dieser neuen Temperatur abgewartet zu haben. Das Ergebnis war in diesen Fällen ein anderes als sonst: es trat keine Transgression in der Rückversetzungstemperatur ein, sondern eher ein abgeschwächtes Beibehalten der Modifikation (Beispiele auf Tab. XXXV: *rattus* ♀ 0,102; aguti 226, 228; alb. Ställe 74). Dasselbe zeigte sich, wenn die Versetzungs- von der ursprünglichen Temperatur nicht um 10, sondern bloß um 5 Grade verschieden war, was bei Benützung des kühleren Außenraumes, der im

Sommer um 5° wärmer war als im Winter, vorkommen konnte (Beispiele das. alb. Molk. D; die kursiv gedruckten Zahlen sind wie in den früheren Tabellen Ausnahmen von der gerade zu erläuternden Regel, bei VIII—IX Wochen nur einmal unter sechs Fällen, nie gleicherweise in II und VIII—IX Wochen). Das relativ wenig umfangreiche Material des Verhaltens von Nachkommen nicht intensiv beeinflußter Ratten erhält eine wesentliche Ergänzung durch *Sumners* Versuche an Mäusen. Dieser Forscher hat zu wiederholten Malen albinotische Hausmäuse in in einer hohen und niedrigen Temperatur gehalten und beabsichtigt deren Nachkommen in einer mittleren Temperatur weiterzuziehen, um das Wiederauftreten der bewirkten Schwanzveränderung zu studieren. Er hat nun tatsächlich in den meisten [1]) Versuchsreihen gefunden, daß die Nachkommen aus tieferer Temperatur rückversetzter Ratten die Kurzschwänzigkeit der Kältemodifikation in abgeschwächtem Maße beibehalten hatten. Analog verhielt es sich mit der Langschwänzigkeit der Wärmemodifikation, doch muß bemerkt werden, daß *Sumners* Mitteltemperatur der Warmtemperatur im Durchschnitte zu nahe stand, um als modifizierend angesehen werden zu können; bei seinen ersten Serien war die gemeinsame Rückversetzungstemperatur sogar höher als die Wärmetemperatur. Um einen raschen Überblick über *Sumners* Resultate zu ermöglichen, habe ich diese nach seinen an verschiedenen Stellen zerstreuten Tabellen auf eine Tab. XXXIII zusammengezogen, welche ihrer Anordnung nach mit unserer Tab. XXXII (über Transgression und Transversion) übereinstimmt. *Sumner* hat die Generationsbezeichnung nicht von den verwendeten Stammeltern, sondern erst von den unter abgeänderter Temperatur geborenen Tieren an verwendet, er bezeichnet also mit P das, was ich mit F_1 bezeichne, mit F_1, was ich F_2 nenne usf. Das muß im Auge behalten werden, damit man nicht in den Irrtum verfällt zu glauben, er hätte wie in den meisten unserer Rattenversuche zuerst zwei Generationen in der Abänderungstemperatur gehalten, ehe Rückversetzung erfolgte. In der Tat hat er stets gleich nach einer Generation rückversetzt, also jene Methode befolgt, die ich nur in wenigen Fällen mehr aus zufälligen Gründen angewendet hatte. Es stimmt also sein Resultat mit unserem überein, insofern bei dieser Art der Rückversetzung Reapparation („reappearance" *Sumner* 1910) zur Beobachtung gelangt. Der einzige von *Sumner* beobachtete Fall anscheinender Transversion in den dritten Bruten der B-Tiere ist von ihm nicht auf derselben Altersstufe wie die übrigen gemessen worden und scheidet deshalb schon aus diesem Grunde aus. Auf die Notwendigkeit das Alter genau einzuhalten, werde ich in der folgenden Mitteilung (Umwelt XIV) noch zurückkommen. Aber auch hinsicht-

[1]) Über seinen Transversionsfall vgl. Umwelt XIV. Abschn. V.

lich der angewandten Temperaturdifferenz stimmen *Sumners* Reapparationsergebnisse mit meinen überein. Er hat freilich anscheinend noch größere Temperaturunterschiede als ich verwendet, nämlich 15°. Das ist aber nur scheinbar, denn erstens muß wegen der Nähe seiner Hoch- und Mitteltemperatur diese Differenz halbiert werden, um unserem Verfahren verglichen werden zu können, und zweitens hat er nicht mit konstanten Temperaturen arbeiten können. Schwankungen derselben vermindern aber sehr stark den Effekt beim Warmblüter, weil dieser durch solche in der Lage bleibt, seine Körperwärme konstant zu halten, während konstante extreme Temperatur die Regulierung erschwert. Nun ist es aber, wie ich bereits früher nachgewiesen habe (Umwelt XI, Abschnitt V), die innere Temperatur, nicht die äußere, welche direkt für die Schwanzlänge verantwortlich ist. Daß tatsächlich diese bei *Sumners* Mäusen viel weniger beeinflußt war als bei meinen Ratten, ist ebenfalls dort schon auseinandergesetzt worden.

F. Übergangsfälle (Erfolg: Progression).

Wenn, wie *Sumners* Mäuse und unsere Ratten ergeben, ein schwacher Einfluß Reapparation in abgeschwächtem Maße, hingegen nach unseren Rattenversuchen stärkerer Einfluß Transgression zur Folge hat, so muß dazwischen ein Gebiet zu erwarten sein, auf dem zwar die Tendenz zur Transgression schon vorliegt, diese aber infolge noch nicht genügender Einflußstärke nicht sogleich in vollem Umfange zur Auswirkung kommt. Es wäre zu erwarten, daß Fälle auftauchen, in welchen die nur schwache Transgression im Laufe der Würfe eines Weibchens oder im Laufe der Generationen ohne weitere Temperaturveränderung der Außenumwelt vorschreiten würde, bis sie eventuell den ihr möglichen höchsten Grad erreicht. Solche Fälle wurden in unserem Rattenmateriale mehrmals beobachtet. Tab. XXXVI gibt eine Zusammenstellung aller dieser „Progressionen". In einigen derselben (alb. St. ♀ 148, 130; Mo. 186; St. 152, 222; × alle) ist der Temperatureinfluß nachweislich schwächer gewesen als bei unseren „Transversions"-, stärker als bei unseren „Reapparations"fällen; bei anderen (alb. St. ♀ 192—356; 140; Mo. 242; St. 180; Mo. 342) läßt sich dies nicht nachweisen. Aber auch dadurch, daß sich die Progression in beiden Versuchsgruppen findet, hingegen Transversion und Reapparation nur je in einer derselben, zeigt sich der Übergangscharakter der „Progressions"fälle. Ebenso darin, daß manche Progressionsfälle der Generationen in den Wurffolgen die einzelnen Weibchen schon mittlere Schwankung (Tab. XXXVI, al. St. ♀ 272, 350) oder sogar Regression (das. al. St. ♀ 148) aufweisen.

V. Deutung der Resultate.

A. Zusammenhang zwischen Körperwärme und Schwanzlänge.

In den vorausgegangenen Mitteilungen (Umwelt IX—XII) ist die Abhängigkeit der relativen Schwanzlänge von der Körperwärme festgestellt worden. Da früher (Umwelt VI—VIII) die Beziehung der letzteren zur Außentemperatur quantitativ ebenfalls bestimmt worden war, so sollten wir imstande sein, uns ein Bild des Wechsels der Körperwärme in unseren Vererbungsversuchen zu entwerfen, welche die Erklärung für die verschiedenen Erscheinungen — a) Konstanz, b) Transgression, c) Transversion, d) Regression, e) Reapparation und f) Progression — abgeben muß, falls die direkte Abhängigkeit der relativen Schwanzlänge von der inneren Temperatur auch im Wechsel der Generationen aufrecht bleibt.

a) Die Konstanz der relativen Schwanzlänge bei unveränderter Belassung der Rattengenerationen in ein und derselben Außentemperatur entspricht der Möglichkeit, überhaupt bestimmte Körperwärmen für bestimmte äußere Temperaturen und sonstige Faktoren (Feuchtigkeit) angeben zu können.

b) Die Transgression besagt für die Schwanzlänge, daß bei unvermittelter Versetzung in eine um 10° von der früheren verschiedenen Außentemperatur ein Hinausgehen über den für diese angebbaren Normalwert stattfinde. Ganz dementsprechend haben *Wiesner* und Verfasser (Umwelt X) bei plötzlicher Versetzung kühl gehaltener Ratten in die Wärme eine höher als normale Körpertemperatur an den zu langschwänzigen Jungen beobachtet, nachdem bereits *Congdon* (Umwelt III) an Ratten und Mäusen den Unterschied hervorgehoben hatte, den die Messung der Körperwärme ergibt, je nachdem die Tiere in den gewohnten Temperaturen belassen oder plötzlich in weit abliegende versetzt worden waren.

c) Die Transversion besagt nichts anderes, als daß für die Schwanzlänge dieselben Erscheinungen der Transgression hervortreten, mag die Versetzung in eine höhere oder in eine um das gleiche Maß niedrigere Außentemperatur stattgefunden haben. Sie braucht also auch keine weitere Untersuchung der Körperwärme als die bereits zitierten zur Transgression, da die Versetzung in beiden Richtungen analoge Resultate ergeben hatten.

d) Die Regression des über die Norm geschossenen Schwanzverhältnisses zum Normalwerte für die neue Temperatur findet ihre Parallele in der Rückkehr der Körperwärme zum Normalwerte in der zweiten Generation (Umwelt VI, XI).

e) Die Reapparation einer wenn auch stark abgeschwächten Schwanzlänge der Eltern an den rückversetzten Kindern bei geringerer Tem-

peratureinwirkung, welche namentlich in *Sumners* Mäuseversuchen auftrat (bei den Ratten nur gelegentlich bestätigt werden konnte), steht mit den Temperaturmessungen *Sumners* (1913) über die Körperwärme seiner Mäuse im Einklange. Seine Differenzen sind in beiden Beziehungen — relative Schwanzlänge und Körperwärme — entsprechend geringer als bei unseren Ratten (vgl. Umwelt XI, Abschnitt V). Der Wärmekontrast ist ebenso ausgefallen wie die Transgression der Schwanzlänge, es findet bloß allmählicher Ausgleich zum neuen Normalwerte statt.

f) Die Progression ist ebensowenig wie die Reapparation bei unseren Ratten in bezug auf ihre Beziehung zur Körperwärme direkt untersucht worden, denn die Erscheinungen sind erst bei der Verarbeitung der K.S.-Relationen gefunden worden. Man darf aber wohl diese Übergangsfälle ebenso auf Übergangsfälle der Körperwärme wie der Schwanzlänge beziehen.

B. Zusammenhang zwischen Körperwärme und Stoffwechsel.

Da die Körpertemperatur der Warmblüter zu den „physiologischen" Merkmalen (vgl. Experimentalzool. 3, 4) gehört, welche bloß am lebenden Tiere bestimmt werden können und auf dem noch vor sich gehenden Stoffwechsel beruhen, werden wir uns die Frage vorlegen, inwieweit wir den Stoffwechsel direkt für die verschiedene Körperwärme in verschiedenen Außentemperaturen verantwortlich zu machen vermögen. Wie verändert sich zunächst der basale Stoffwechsel, wenn Warmblüter einer höheren oder niedrigeren Außentemperatur ausgesetzt werden, als der gewöhnlichen, „behaglichen", entspricht? Man weiß schon lange, daß die Kohlensäureproduktion des Menschen in kalten Bädern ansteigt, während sie in solchen von der Temperatur unserer Haut (27°) konstant bleibt. Aber auch bei Übersteigung dieser letzteren erfolgt Anstieg der Kohlensäureproduktion (*Gildemeister* 1870; vgl. unsere Tab. XL). Die Calorienabgabe steigt ebenfalls mit fallender Temperatur (*Lefèvre* 1907, 1911). Für den Menschen kenne ich keine analoge Untersuchung über den Einfluß hoher Temperatur, aber für das Kaninchen verdanken wir eine gute Reihe von Versuchen dem unter *Pflüger* arbeitenden *Jakob Dürrbeck* (1889). Hier steigt die Calorienproduktion beiderseits der Außentemperatur von 10° C an und erreicht bei 20—25° höhere Werte als bei 1° C. Hingegen ist der Sauerstoffverbrauch des Meerschweinchens bei 5° höher als bei 18°. Aus diesen mir bei der Ausarbeitung der vorläufigen Mitteilungen (erschienen Akad. Anz. 1922, Temperatur und Temperatoren 1923) allein bekannten Daten konnte ich bloß ganz im allgemeinen folgern, daß es für jede Art Warmblüter einen besonderen Punkt der äußeren Temperatur gebe, an welchem ein Minimum von Stoffwechsel überhaupt stattfindet. Die Ursachen des beiderseitigen Anstieges von diesem Punkte scheinen ja klar zu sein: die Natur der

„Warmblütigkeit" besteht in der Fähigkeit, durch Änderung der Stoffwechselprozesse bei sinkender Außentemperatur eine größere Wärmemenge aufzubringen, welche den Kälteeinbruch zu paralysieren hat. Umgekehrt soll bei Erhöhung der äußeren Wärme eine vermehrte Fortschaffung erzeugter innerer Wärme stattfinden, wie sie bei der Verdunstung durch den Schweiß, das Eintreten verstärkter Rachenatmung (Hund), möglichste Ausstreckung von Körperteilen (Hitzetestikel) stattfinden kann. Allein den Bestrebungen des Warmblüters zu diesen Regulationen steht das unerbittliche Temperatur-Reaktions-Geschwindigkeitsgesetz gegenüber, das eine Erhöhung des Stoffumsatzes mit der Steigerung der wirksamen Körperwärme fordert (vgl. Temperatur und Temperatoren 1923, Kap. 3). Im Wettlaufe zwischen den wärmefortschaffenden Automaten und der wärmezuführenden Außenwelt kommt schließlich die Außentemperatur, in welcher die Einfuhr über die Abfuhr überwiegt, die Körperwärme trotz Gegenwehr steigt und der Stoffwechsel nun, an diese durch das genannte Gesetz gebunden, wieder zunimmt. Schließlich kommt es gegebenenfalls zum Wärmetode. Ein umgekehrter, aber schließlich ebenso deletärer Vorgang entwickelt sich bei Temperatursenkung in der Umgebung des Warmblüters. Dieser erhöht seine Wärmeproduktion, wobei aber höchstens vorübergehend eine Temperatursteigerung in seinem Körper zustande kommt. Im Wettlaufe zwischen dem wärmeerzeugenden Stoffwechsel und der wärmeentziehenden Kälte tritt jener Punkt ein, in welchem der Körper in der Zufuhr genügender Calorien erlahmt, seine Körperwärme sinkt. Allmählich reichen die freiwerdenden Energievorräte nicht mehr für die Bewegungen des Tieres, und das Ende ist der Kältetod. Daß ebendieselben Verhältnisse wie bei den übrigen Warmblütern auch bei unseren Ratten und Mäusen herrschen würden, war vorauszusehen, und ich hatte das auch zur Grundlage meiner Erklärung der uns interessierenden Vererbungserscheinungen gemacht, in der Erwartung, daß von Stoffwechselversuchen an unseren Objekten selbst, besonders wegen ihrer stark schwankenden Körperwärme, interessante Aufschlüsse zu erwarten wären (Temperatur und Temperatoren S. 68). Die Stillegung unserer Temperaturanlage hat es mir unmöglich gemacht, selbst darin noch solche ausführen zu lassen. Seither hat aber gerade der Stoffwechsel von Ratten und Mäusen mit Berücksichtigung der Außen- und Innentemperatur an drei verschiedenen Orten Bearbeitung erfahren. Im *Tangl*schen Laboratorium zu Budapest hat dessen Nachfolger *Hári* durch *Aszódi* (1921) an Mäusen, durch *Goto* (1923) an Ratten experimentieren lassen; aus dem Physiologischen Institute zu Belgrad haben *Giaja* und *Maleš* (1922) an denselben Tierarten Versuche publiziert; endlich ist *F. B. Benedikt* laut persönlicher Mitteilung mit Stoffwechselversuchen am Physiologisch-chemischen Laboratorium der Carnegie-

stiftung zu Boston beschäftigt. Die bisher im Drucke mir vorliegenden Stoffwechselversuche an Ratte und Maus sind in der Tab. XL zu den früheren Versuchen an Meerschweinchen, Kaninchen und Mensch hinzugefügt worden. Der besseren Übersicht halber habe ich die einzelnen Versuche in durchschnittliche Werte für fünfgrädige Intervalle der Außentemperatur zusammengezogen. Bei der Ratte liegt das Minimum der Calorienabgabe bei 28° C (*Goto* 1923), der Sauerstoffverbrauch bei 33° (*Giaja* und *Maleš* 1922) und nach denselben Autoren ebenfalls für die Maus bei 33° C. Hingegen steigt der Sauerstoffverbrauch in *Aszódis* Versuchen an der Maus bloß bis sinkend 18° C erreicht sind, dann nimmt er wieder ab. Das ist aber sicher eine Folge der Versuchsanordnung, bei der die Mäuse zwischen 15 und 10° C schon in Kältestarre verfielen, was auch das Sinken ihrer Körperwärme bestätigt (vgl. Umwelt XIII, Tab. XIX). Die für uns wichtigen Versuche über Sauerstoffverbrauch bei der Ratte sind etwas ausführlicher auf Tab. XXXIX wiedergegeben, während die Veränderungen der Körperwärme in *Gotos* Experimenten in Tab. XXXVII reproduziert sind. Die durch Wasserdampf abgegebene Wärmemenge im Verhältnis zur abgegebenen Gesamtcalorienzahl in denselben Versuchen gibt Tab. XXXVIII wieder. In dem gewaltigen Anstiege dieser Prozentzahl bei Temperaturen über 28° ist das Bild des Kampfes der Wärmeregulation mittels beschleunigter Verdunstung gegen den Hitzeeinbruch sichtbar. Auf einen Blick enthüllen dies die drei letzten Zeilen der Tabelle.

Nach allen Kriterien, Sauerstoffverbrauch, Gesamtcalorienabgabe und Prozentsatz der Wärmeabgabe durch Wasser haben wir für die Ratte (und Maus) das durch 30° charakterisierte fünfgrädige Temperaturintervall der Außenwärme als jenes zu betrachten, das dem Minimalstoffwechsel entspricht. Aufwärts desselben tritt trotz heftiger Abwehr durch Atmungsregulation und Schweiß vermehrte Oxydation und Körperwärme auf. Abwärts von 30° tritt Steigerung des Stoffwechsels auf, der trotzdem immer weniger die Körperwärme voll aufrecht zu erhalten vermag. Nun sind wir im Besitze jener Daten, die uns noch zur Klärung des Verhaltens der Schwanzlänge bei der Vererbung gefehlt hatten.

C. Zusammenhang zwischen Stoffwechsel und Schwanzlänge.

Die Zunahme des basalen Stoffwechsels auf- und abwärts eines gut definierten Temperaturintervalles mit minimaler Sauerstoffaufnahme und Calorienproduktion gibt uns die volle Sicherheit, daß die Größe des Umsatzes selbst für die relative Schwanzlänge nicht maßgebend sein kann, da diese bei sonst gleichen Umständen von den niedersten bis zu den höchsten verwendbaren und tatsächlich verwendeten Außentemperaturen fortwährend zunimmt. Dieses Resultat steht ganz in Übereinstimmung mit den früher aus den Hungerversuchen verschiedener

Autoren an Ratten gezogenen Schlüssen, es sei die Langschwänzigkeit der Hitzeratten nicht auf einen mangelhaften Ernährungszustand zurückzuführen, und ebensowenig die Kurzschwänzigkeit der Kälteratten (Umwelt IX, Abschnitt III A; X; (XI, Abschnitt VIII; Temperatur und Temperatoren S. 61). Die Parallele zwischen Körperwärme und Schwanzlänge zeigt uns anderseits, daß es sich bei der Änderung der relativen Schwanzlänge in jedem einzelnen Falle um einen von der unmittelbar die Schwanzwurzel treffenden inneren Temperatur abhängigen Vorgang handeln muß. Derselbe sollte demnach dem RGT.-Gesetze folgen (vgl. Temperatur und Temperatoren, Kap. 3—4 und Tab. F—K).

In der nächsten Mitteilung (Umwelt XIV) werden die Berechnungen gebracht werden, welche das Zutreffen dieser Erwartung bestätigen. Vorderhand interessiert uns die Frage, wie die Veränderung nicht im Laufe eines Individuallebens, sondern im Verlaufe mehrerer Generationen zustande kommt. Was wird von einer Generation auf die andere übertragen, so daß es einen Unterschied machen kann, ob die Eltern noch unter anderen Bedingungen gestanden sind oder nicht? Wir haben eben uns davon überzeugt, daß es der basale Stoffwechsel selbst nicht sein kann. Ebensowenig ist es natürlich möglich, die Körperwärme selbst sich von einer Generation auf die andere übergehend zu denken, denn die Temperaturregulation, welche eine Konstanz der Körperwärme herstellt, erfährt eine mehrfache Unterbrechung im Laufe des Heranreifens einer neuen Generation. Die Keimzelle und der Embryo werden zunächst bloß passiv erwärmt, später tritt durch den starken Stoffwechsel und die abkühlungsfreie Lage der Frucht eine Überhitzung ein, die wir ebenfalls schon besprochen haben (Umwelt VII, S. 171). Gleich bei der Geburt sinkt aber die Körperwärme des Kindes beträchtlich und bei den Ratten (sowie Mäusen) wird erst in II bis III Wochen die vollständige Regulation erreicht, welche die Normalwerte für gegebene Außentemperaturen liefert (vgl. Umwelt XI, Abschnitt IV C). Der Schwanz selbst kann es auch nicht sein, der auf irgendeinem mysteriösen Wege, etwa im Sinne *Darwin*scher Pangenesis oder *Semon*scher Mneme, den Keimzellen Verlängerung oder Verkürzung zuführt oder suggeriert, denn die Änderung in der nächsten Generation ist ja bei 10° Außendifferenz gar nicht gleichsinnig mit der früheren, keine Reapparation, sondern Transgression des modifizierten Merkmales. Können wir uns nun nach Ausschaltung aller dieser Möglichkeiten überhaupt noch eine Vorstellung von den Wirkungen der Modifikation auf die Nachkommen machen, welche in befriedigender Weise den Tatsachenbestand deutet?

Führen wir den Begriff der „physiologischen Stimmung" ein.

a) Es ist bekannt, daß die in Wasser der Hauttemperatur getauchte Hand keine Temperaturempfindung vermittelt, also in dieser Hinsicht keinen Anlaß zu einer Reaktion empfängt. Für die Konstanz des

Wachstums der Ratten bei unveränderter Außentemperatur werden wir keine weitere Erklärung brauchen.

b) Wird eine Hand in kälteres Wasser getaucht, so empfindet sie Kälte, in wärmeres getaucht Wärme, und wird gegebenenfalls mit Abwehrreaktionen einsetzen (rasches Zurückziehen z. B.). Es kommt dabei aber wesentlich auf den Temperaturzustand, die „Stimmung" der Hand an, ob sie eine bestimmte Außentemperatur als kälter oder als wärmer empfinden wird. Die warmgestimmte Hand wird eine Außentemperatur als kalt empfinden und darauf stark reagieren, wenn eine kühlgestimmte gar keinen Anlaß dazu findet. Kommt eine „warmgestimmte" Ratte in eine um 10° abliegende mittlere Temperatur, so empfindet sie diese als kalt und reagiert mit einer thermischen Einstellung, als ob sie in eine kalte Temperatur versetzt worden wäre. Die Folge ist eine Transgression der Schwanzlänge. Analog verhält es sich im umgekehrten Falle.

c) Eine warm- und eine kaltgestimmte Hand werden bei gleichzeitigem Eintauchen in ein Wasserbad mittlerer Temperatur entgegengesetzte Empfindungen haben. Ebenso wird bei gleichzeitiger Ausführung der Rückversetzungsversuche in die Mitteltemperatur Transversion der Schwanzlängen beobachtet.

d) Bleiben die beiden Hände in der Flüssigkeit, so werden sie allmählich gleiche Temperatur annehmen und gleiche Empfindung bekommen. So folgt auf die Transversion die Regression der Schwänze.

e) Nehmen wir die Hände aus der Flüssigkeit, ehe sie die Normalstimmung erreicht haben, so werden sie weiter ihre von früher her bewahrte Temperaturstimmung einige Zeit behalten. Das wird aber nur dann möglich sein, wenn die Flüssigkeit nicht einen so stark einwirkenden Temperaturgrad gehabt hat, daß die Stimmung der Hände rasch verändert worden ist. So tritt die „Reapparation" bei den Schwänzen der auf verschiedene Wärme gestimmten Ratten und Mäusen nur bei kurzem und in nicht weitabliegender Temperatur sich bewegendem Aufenthalte ein.

f) Bei etwas längerer Dauer oder stärkerem Wirkungsgrade der Temperatur werden die Hände der Normalstimmung immer näher rücken. Analog findet Progression der Schwänze bei mittelstarker Einwirkung statt.

Es muß besonders betont werden, daß ich nicht etwa eine nervöse Übertragung der „Wärmestimmung" annehmen will, es handelt sich lediglich um eine an diesem physiologischen Beispiele veranschaulichte Darstellung. Von einer Generation zur anderen spannt sich kein Netz funktionierender Nerven und an eine Empfindung im Sinne einer Nervenfunktion ist nicht gut zu denken, wenn es sich um die morphologischen Vorgänge handelt. Ich nehme vielmehr eine noch nicht näher definierbare „Stimmung" des Stoffwechsels an (Temperatur und Temperatoren

S. 67), welche, wie wir sahen, keineswegs mit dem basalen Umsatze identisch ist, sondern eine Reaktionsart darstellt[1]). Haben wir uns längst von der Vorstellung losgemacht, als ob sichtbare Körpermerkmale das für die Übertragung auf die Nachkommen Erforderliche sind, so wird es nicht schwer, sich diese „Stimmung" als eine Potenz vorzustellen.

a) Bei verschiedenen Außentemperaturen hat diese Potenz ein verschiedenes Niveau des Stoffwechsels, das sie aufrecht erhält. Die Potenz überträgt sich auf die Keime und Nachkommen, der Erfolg ist ein verschiedener, je nachdem auf welche äußeren Temperaturumstände diese treffen.

b) Haben aus der Hitze stammende Ratten ihre Potenz der Wärmebildung von den Eltern mitbekommen, welche einen auf die Wärme gut eingepaßtes „Niveau" besaßen, so wird nun in der kühleren Außentemperatur das beibehaltene Potential eine stärkere Abkühlung im Körperinnern durchsetzen, als der Temperatur entspräche. Umgekehrt wird die aus der Kälte plötzlich in eine um 10° höhere Temperatur versetzte Brut das zur starken Wärmeproduktion eingestellte Potential behalten und die Folge wird zu große Körperwärme sein. Daß heißt, im ersten Falle werden die mit der Rectalwärme direkt korrelierten Schwanzlängen zu klein, im zweiten zu groß ausfallen, „Transgression" der Normalwerte für die betreffende Außentemperatur.

c) Damit ist auch die „Transversion" veranschaulicht.

d) Allmählich kommt es unter dem Einflusse der neuen Temperatur zu einer Umstimmung der „Potenz" (eine Veränderung ihres Potentiales) und damit zur „Regression" der Körperwärme und Schwanzlänge zu dem für diese Temperatur bei dauerndem Aufenthalte gültigen Werte.

e) Hat hingegen infolge zu kurzer Dauer oder zu geringer Intensität des modifizierenden Temperaturfaktors auf die Eltern noch keine Umstimmung der von früher her übernommenen „Potenz" stattgefunden, so wird dies in der teilweisen Beibehaltung der induzierten (Körperwärme und) Schwanzlänge bei den rückversetzten Nachkommen zum Ausdrucke gelangen: „Reapparation".

f) Konnte die vor sich gegangene Umstimmung der Potenz in einer rückversetzten Generation sich noch nicht geltend machen, weil deren somatische Entwicklung noch unter dem Einflusse der nicht umgestimm-

[1]) Durch die Freundlichkeit Prof. *Starlings* geht mir nach Niederschrift dieser Stelle ein Band der in seinem Institute seit dem Jahre 1914 durchgeführten Arbeiten zu. Danach hat *C. Lovatt Evans* am entnervten Lungen-Herzpräparate des Hundes gefunden, daß der Sauerstoffverbrauch per Schlag zwar für kleinere Intervalle der Körperwärme konstant ist, nicht aber für die durch künstliche Abkühlung oder Erwärmung des Durchlaufblutes erreichbaren Temperaturextreme, in welchen beiden er vermehrt ist. *Evans* macht daher neben dem basalen Metabolismus besondere Reaktionsarten verantwortlich. (Journ. of physiol. 52, 6. 1918.)

ten Potenz stattgefunden hatte, so wird es weiterhin zu einer „Progression" im Sinne der Umstimmung kommen können, welche die umgestimmte Potenz einige Zeit beibehält.

Die Frage, wo der Sitz der Potenzen zu suchen ist, vermögen wir nicht zu beantworten[1]). Vielleicht wird aber für die weitere Entwicklung dieses Problemes die Beantwortung einer anderen Frage wichtig werden, ob nämlich die Anzahl Generationen oder bloß die Zeitdauer des Temperatureinflusses für die Übertragung von Modifikationen maßgebend ist?

VI. Wirkt Zeitdauer oder Generationsanzahl?

Diese Alternative läßt sich nun an unserem Rattenmateriale sicher entscheiden. Wie früher (Abschnitt IV D) auseinandergesetzt, zeigen sowohl die aufeinanderfolgenden Würfe rückversetzter Weibchen, als auch die aufeinanderfolgenden, aus ihnen gezogenen Generationen Regression zum Normalwerte der Außentemperatur, in der sie nun verblieben sind. Da nun vielfach die aufeinanderfolgenden Generationen während derselben Zeit schon auftraten, zu der die Stammutter noch weitere Würfe brachte, so konnte ein Vergleich gemacht werden zwischen der Regressionsgröße der Würfe desselben Weibchens und dem Durchschnitte der Würfe ihrer Kinder, Enkel, sogar Großenkel. Es ergab sich, daß die Regression bei einem der letzten Würfe eines rückversetzten Weibchens ebensogroß ist als diejenige eines gleichzeitig geworfenen Wurfes einer ihrer Nachkommengenerationen; es kam sogar vor, daß sie bei diesen geringer war. Beispiele, in welchen je die aufeinanderfolgenden Würfe eines Weibchens und die Durchschnitte der Würfe von Generationsfolgen verglichen werden, sind auf unserer Tab. XXXIV (alb. St. ♀168; $F_3 F_4$; alb. Mo. ♀134, 190; $F_1 F_2$; ♀238; F_3, F_4; ♀284; F_2, F_3; ♀358; $F_2 F_3$) verzeichnet. Ein analoger Fall findet sich für eine Progression auf Tab. XXXVI (alb. St. ♀152; F_1, F_2, F_3). Die Unterbrechung des Individuallebens durch die Keimabgabe, die Reduktionsteilungen und die Befruchtungsvorgänge scheint also für die Wirksamkeit unserer „Potenz" als Überträger einer Wärmestimmung belanglos. Maßgebend ist lediglich die Dauer und Intensität der einwirkenden Temperatur auf die Gesamtheit der lebenden Substanz. Damit scheint auch die Möglichkeit einer Erklärung der Übertragung durch „Übung" im Sinne *Lamarcks* zu entfallen, denn die Dauer dieser Übung der Eltern müßte beim letzten Wurfe ein und desselben Weib-

[1]) Die Schilddrüse als ohne nervöse Verbindung wirksames Organ, dem nach neueren Untersuchungen thermoregulatorische Funktion zukäme, dafür heranzuziehen, ist insofern noch keine Veranlassung, als ja diese ebensowenig als die Nerven im Ei vorhanden ist; auch sind die Beziehungen zwischen Schwanzwachstum und Schilddrüse noch ungeklärt (vgl. Umwelt XIV). Doch könnte der Jodstoffwechsel selbst eine Rolle spielen.

chens wesentlich länger gewesen sein als bei dem gleichzeitigen Wurfe eines seiner Enkelkinder, da ja hier mehrere übungslose Perioden der Eireifung, Austragung und der noch nicht funktionierenden Wärmeregulation sonst eingeschaltet sind. Und doch ist das Resultat in beiden Fällen das gleiche.

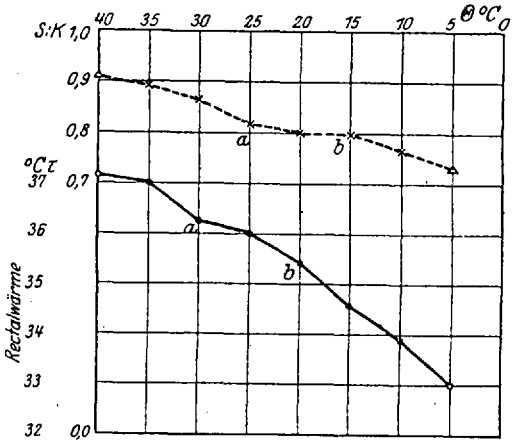
Die Lösung der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften drängt immer mehr zur Annahme einer Parallelinduktion oder, wenn man darunter das Eindringen äußerer Faktoren durch bestimmte Pforten des Lebewesens und ihre indirekte Einwirkung nicht mit verstehen will, zur „hologenen somatischen Induktion" nach der Nomenklatur *Bernhard Dürkens*. Eine allgemeine Besprechung dieses Problemes würde uns zu weit über den Rahmen vorliegender Mitteilung hinausführen, sie soll erst den Abschluß der Mitteilungen über die Umwelt des Keimplasmas bilden. Einen auch sonst gut mit unseren hier vorgebrachten Darlegungen harmonierenden Versuch hat *Sumner* (1915, S. 353) an seinen Mäusen angestellt: Wurden Mäuse während ihrer ersten Jugend in kühle Temperatur, im Alter von 14 Tagen aber in hohe versetzt, so zeigten ihre Nachkommen im Gegensatze zu solchen stets warm gehaltenen Eltern keinen Nachklang des verlängerten Wärmeschwanzes. Mithin entfällt diese Nachwirkung, wenn die während der Säuglingsperiode noch den Schwankungen der Außentemperatur ausgesetzten Keimzellenanlagen von der Kühle getroffen waren. Die spätere Einstellung der Eltern auf die neue Temperatur war nicht imstande, die Nachkommen zu beeinflussen. Noch weniger als auf die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften kann an dieser Stelle auf jene der Verschiebbarkeit einer Art über die Grenzen einer anderen („wahre Arttransversion") eingegangen werden. Nur ein leider vereinzelter Versuch möge Erwähnung finden, weil er zu zeigen scheint, daß eine Kumulierung von Temperatureinflüssen, sobald der Normalwert für die neue Temperatur erreicht ist, auch durch Züchtung in vielen Generationen nicht stattfinden dürfte. Es handelt sich um die Rückversetzung der sechsten in den Vorversuchen bei 33° gezogenen Generation albinotischer Wanderratten nach 16°. Die beiden erhaltenen Nachkommen haben dieselbe Transgression ergeben, wie wenn es sich um eine nach bloß einer Zwischengeneration rückversetzte Generation gehandelt hätte (siehe Tab. XXXII letzte Versuche).

VII. Die Abweichung von der Geraden in der Abhängigkeit der Körperwärme und K.S.-Relation bei verschiedenen Außentemperaturen.

Im Laufe der letzten Mitteilungen (über die Umwelt des Keimplasmas) habe ich wiederholt darauf hingewiesen, daß zwar eine geradlinige Abhängigkeit der K.S.-Relation ebenso wie der inneren Körper-

wärme von der Außentemperatur bestehe, aber doch gewisse Abweichungen von dieser Geraden vorhanden seien, welche uns dieselbe bloß als eine erste Annäherung an die wirklichen Verhältnisse anzusehen erlauben. Die Abweichungen bestehen namentlich in der Einschaltung eines weniger steil verlaufenden Kurvenstückes auf der Mitte ihrer Strecke (vgl. Abb. 1—6 in Umwelt XI, namentlich im Alter von VIII bis IX Wochen. Die K.S.-Relation im Alter von II Wochen ist durch mehrere Umstände gestört; vgl. das. Abschnitt IV—VIII). Das bedeutet also einen geringeren Einfluß der mittleren Außentemperaturen gegenüber den beiden Extremen. Ein solches Verhalten steht im Einklange mit der Anschauung einer Forcierung der Körperregulation durch die Außentemperatur, welche in den Extremen die Aufgabe der Homoiothermie zu erzwingen vermag. Der eine Endpunkt der Mittelstrecke befindet sich zwischen 25 und 30°, also dort, wo nach den oben angeführten Stoffwechseluntersuchungen sich das Minimum des Verbrauches befindet. Der zweite Endpunkt der Mittelstrecke liegt zwischen 20 und 15°, also der von uns als „normale" oder „behagliche" Außentemperatur gekennzeichneten, was man als ein Optimum des Stoffwechsels ansehen könnte. Die Forcierung zeigt sich also durch eine Steigerung des Stoffwechsels in der Hitze infolge Zunahme der chemischen Prozesse nach dem RGT-Gesetze, in der Kälte durch Abfallen der Leistung im Stoffwechselumsatze trotz Überlastung der wärmeaufbringenden Organe nach Überschreiten des Optimums, ganz wie wir es postuliert hatten. In Übereinstimmung mit den bisherigen Darlegungen gehen auch bei diesen Abweichungen von dem geradlinigen Verlaufe mit der Außentemperatur Körperwärme und K.S.-Relation gleichartig vor, so daß die Abhängigkeit der K.S.-Relation von der inneren, nicht direkt von der äußeren Temperatur nochmals uns vor Augen geführt wird. Doch besteht insofern eine Differenz auch zwischen Körperwärme und K.S.-Relation, als die letztere die Abweichung von der linearen Temperatur-Abhängigkeit zwischen 15 und 25° Außenwärme, die erstere zwischen 20 und 30° zeigt. Ich hatte zuerst den Verdacht, es könnte dies davon herrühren, daß die K.S.-Relation mit fallender Temperatur steigt, die Körperwärme aber fällt. Deshalb habe ich die relativen Schwanzlängen als Reziproke der K.S.-Relation nach unserer Tab. XVII (Umwelt XI) für die F_2-Generation der albinotischen Wanderratten im Alter von VIII—IX Wochen berechnet und die Kurve konstruiert. Auch diese zeigt aber (Abb.) das eingeschaltete flachere Stück (*a*—*b*) zwischen 15 und 25° C Außentemperatur. An dem nicht ganz vergleichbaren Alter der Ratten in der K.S.-Relationskurve, VIII—IX Wochen, und den Körperwärmekurven, III—IV, XIII—XXXIV Wochen, scheint diese Differenz auch nicht zu liegen, denn die fünfgrädige Verschiebung gegenüber der K.S.-Relation (oder der relativen Schwanzlänge) ist sowohl vor, als

nach dem Alter von VIII—IX Wochen in der Körperwärme erkennbar. Freilich ist die Abweichung von der Geraden im Alter von III—IV Wochen in der Körperwärme sehr gering, was wieder gut zum unmittelbaren Anschlusse dieser Leebnswochen an die noch nicht homoiotherme Periode paßt. In dieser selbst muß ja der Unterschied in der Einwirkung gleicher Temperaturdifferenz auf die Körperwärme auch innerhalb der „behaglichen" Grenzen der Umwelt eine bedeutende sein (vgl. *Sumners* Messungen Umwelt XI, Abschnitt IV C), es braucht nicht erst ein Forcieren durch Extreme abgewartet zu werden, um den unmittelbaren Zusammenhang zwischen äußerer und innerer Temperatur vollständig zu erreichen. Was nun die Verschiebung des steileren Kurvenabfalles, der bei der Innenwärme scheinbar schon bei 20° vorhanden, auf 15° Θ, bei der relativen Schwanzlänge betrifft, so mag eine notwendige Thermometerfadenkorrektur bei ersterer eine Rolle spielen; bei tieferen Temperaturen könnte noch die unmittelbare Einflußnahme der Außentemperatur auf die Wärme des Schwanzes selbst einen stärkeren Abfall der Schwanzlänge bedingen, als der Rectaltemperatur entspräche. In analoger Weise könnte man sich das steilere Ansteigen der relativen Schwanzlänge im Intervalle von 25 nach 30° Außentemperatur deuten, in welchem die Rectalwärme noch durch die Thermoregulation vor starkem Anstieg bewahrt werden kann. Doch möchte ich, ehe zahlreichere Messungen der Körperwärme vorliegen, auf die Differenzen, welche sich ohnehin bloß auf ein Intervall von 5 Graden ohne Zwischenzahlen erstrecken, kein großes Gewicht legen. (Daß die Abweichungen der Kurven von der Geraden in den beiden Endpunkten, sowohl bei Körperwärme als auch relativer Schwanzlänge oder Körperschwanzrelation in der Verwendung der ersten statt der zweiten Filialgeneration ihre Begründung hat, ist schon öfters erläutert worden. Unsere Kurven sind deshalb über 35° und unterhalb 10° auch als Gerade verlängert worden, was wahrscheinlich dem Verlaufe bei Verwendung von F_2 auch in den



(△--×--△) relative Schwanzlängen in ihrer Abhängigkeit von der inneren Temperatur und (○—●—○ τ) von der äußeren Temperatur (Θ°) bei der albinot. *Epimys decumanus*
{△ F_1; × F_2; VIII—IX Wochen alt.
○ F_1; ● F_2; XIII—XXXIV „ „ }

Extremtemperaturen von 40 und 5° entsprechen würde.) Auf keinen Fall haben die Abweichungen vom parallelen Verlaufe der relativen Schwanzlänge und inneren Körpertemperatur eine solche Größe, daß sie in irgendeiner Weise die über die Einwirkung der Elternumwelt auf die Nachkommen ermittelten Tatsachen und die daraus gezogenen Schlüsse schwächen könnten.

VIII. Zusammenfassung.

1. Mehrere Generationen lang in konstanten Temperaturen gezogene Ratten zeigen bei demselben Wärmegrad ganz bestimmte Werte des Verhältnisses zwischen Körper- und Schwanzlänge (K : S), mögen die aufeinanderfolgenden Würfe einer Generation oder die Mittelwerte bei den aufeinanderfolgenden Generationen betrachtet werden.

2. Die Schwankung der Einzelwerte (Wurfdurchschnitte) vom Mittel ist gering und kein „Gang" derselben in der zeitlichen Kurve zu bemerken.

3. Werden hingegen Ratten bei der Geburt in eine um 10° C abweichende konstante Außentemperatur versetzt, so tritt bei ihnen eine Utrierung der Schwanzlänge gegenüber jenen Ratten auf, die in dieser zweiten Temperatur mehrere Generationen lang sich aufgehalten hatten: bei Versetzung in höhere Temperatur werden also die Schwänze noch länger, bei Versetzung in niedrigere noch kürzer, als den Normalwerten für diesen Wärmegrad entsprechen würde („Transgression").

4. Am deutlichsten lassen sich diese Verhältnisse erkennen, wenn die aus einer mittleren Temperatur teils in 10° höhere, teils in 10° niedrigere eingebrachten Ratten nach Fortzucht in zwei Generationen wieder in die Mitteltemperatur zurückgebracht werden: die aus hoher Temperatur rückversetzten Ratten bekommen kürzere, die aus tieferer rückversetzten längere Schwänze als die gleichzeitig in der Mitteltemperatur verbliebenen („Transversion").

5. An den Nachkommen der rückversetzten Ratten tritt bei Belassung in der Rückversetzungstemperatur sowohl in den aufeinanderfolgenden Würfen derselben Generation als auch im Mittel aus denen aufeinanderfolgender Generationen eine allmähliche Annahme des für die Rückversetzungstemperatur gültigen Normalwertes ein („Regression").

6. Für die Größe der Regression ist die seit der Rückversetzung verflossene Zeit, nicht die Anzahl der Generationen maßgebend.

7. Für die „Transversion" ist die Stärke der Temperatureinwirkung von Wichtigkeit: wenn die Ratten zu kurz in der Versetzungstemperatur geblieben waren oder diese bloß wenige Grade von der Mitteltemperatur ablag, so trat an Stelle der „Transgression" bei Rückversetzung teilweises Beibehalten der in der Versetzung erworbenen Schwanzlänge ein („Reapparation").

8. Doch kann in solchen Fällen in der nächsten Generation die Schwanzlänge sich über die normale weiterentwickeln („Progression"), so daß nachträglich doch die „Transgression" zustande kommt.

9. Da in den vorangegangenen Mitteilungen (Umwelt IX—XII) die direkte Abhängigkeit der relativen Schwanzlänge von der während des Wachstums herrschenden Körpertemperatur bewiesen worden ist, so lassen sich die geschilderten Verhältnisse bloß auf eine Verschiedenheit der „Temperaturstimmung" der Ratten beziehen.

10. In Übereinstimmung mit unseren früheren Resultaten an Ratten (und Mäusen; *Congdon*, Umwelt II) findet ja tatsächlich bei Versetzung in höhere Temperatur eine über das Normalmaß hinausgehende Verschiebung der Körperwärme statt (*Przibram* und *Wiesner*, Umwelt X), welche der „Transgression" der Schwanzlänge parallel geht.

11. Wir können uns davon die Vorstellung bilden, daß der in niedrigerer Temperatur vorhandene große Wärmebedarf mit regerem Stoffwechsel und stärkerer Wärmeproduktion verknüpft ist: wird nun die Ratte mit diesem höheren Stoffwechselniveau plötzlich in eine viel höhere Temperatur versetzt, so wird infolge der Trägheit des Niveauwechsels noch eine Zeitlang erhöhte Wärmeproduktion andauern, und damit eine über das Normale hinausgehende Körpertemperatur erreicht werden.

12. Analogerweise wird bei plötzlicher starker Abkühlung zunächst keine genügende Erhöhung der Wärmeproduktion erfolgen und die Körpertemperatur sinkt unter das normale Maß für die tiefere Temperatur.

13. Bei geringeren Temperaturdifferenzen kann die erforderliche Umstimmung des Stoffwechsels eher erreicht und damit Regression der Körperwärme gegen das Mittel sogleich eingeleitet werden.

14. Die Übertragung der „Wärmestimmung" auf die Nachkommen stellt eine Nachwirkung der vorangegangenen Temperatur auf den allgemeinen Stoffwechsel dar, mag es sich um direkte Regression oder um Transgression (und Transversion) handeln, denn die Nerven sind ja in den Keimen anfänglich nicht vorhanden und die Funktion der Wärmeregulation ist noch II Wochen nach der Geburt sehr unvollkommen.

15. Diese Nachwirkung kann aber nicht den basalen Stoffwechsel allein betreffen, der von der herrschenden Innentemperatur diktiert wird, welche wieder von der Außentemperatur abhängt, sondern muß eine besondere Reaktionsart, „Stimmung", der lebenden Substanz angeben, welche das zu haltende Niveau des Stoffwechsels bestimmt.

IX. Literaturverzeichnis.

(Siehe auch die vorangehenden Mitteilungen Umwelt XI und XII, dieses Heft.)

Bonhôte: Vigour and Heredity, London, 1915 (zit. nach *Sumner* 271. 1923). — *Dürken, B.:* Über die Wirkung farbigen Lichtes auf die Puppen des Kohlweißlings und das Verhalten der Nachkommen, ein Beitrag zur Frage der somatischen Induktion. Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsmech. 99, 222. 1923. — *Castle, W. E.:* Does the Inheritance of Differences in General Size depend upon general or special size factors? Proc. of the nat. acad. of sciences (U. S. A.) 10, 19. 1924. — *Kammerer, P.:* Vererbung erzwungener Farbveränderungen, IV. Das Farbkleid des Feuersalamanders in seiner Abhängigkeit von der Umwelt. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 36, 4. 1913. — *Lang, A.:* Die Erblichkeitsverhältnisse der Ohrenlänge der Kaninchen nach *Castle* und das Problem der intermediären Vererbung und Bildung konstanter Bastardrassen. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre 4. 1910. — *Przibram, H.* und *Brecher, L.:* Die Farbmodifikationen der Stabheuschrecke *Dixippus morosus* Br. et Redt. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen 50, 147. 1922. — *Sumner, F. B.:* Geographic Variation and Mendelian Inheritance. Journ. of exp. zool. 30, 369. 1920. — Derselbe: Size factors and Size Inheritance. Proc. of the nat. acad. of scienes (U. S. A.) 9, 391. 1923. — Derselbe: Results of Experiments in Hybridizing Subspecies of Peromyscus. Journ. of exp. zool. 38, 245. 1923.

X. Tabellen.

Tabelle XXII. Stammbaum und Körperschwanzrelationen der Hausratte, *E. rattus* „Semmering" in den Temperaturkammern und Außenräumen A (eingeklammert nachkommenlose Pärchen).

Temperatur °C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀	Wurf	Alter in Wochen: II.											
P	I	(17×18) 63×18	(15×16)	(13×14)		19×20	(11×12	(4×4) (71×64)	(1×2) 81×0		(5×6	(7×8) 61×64)	(9×10)
F_1	II								1,432				
	II					1,100							
	III												
	IV	0,958											
				93×102	91×100				(103×116) (105×118)				
F_2	I			1,075	1,627								
	II			1,115	1,291								
	III			1,168	—								
	IV			1,280	1,520								
	V			—	1,294			313×					
		(183×200) (317×334)	319×332	(325×336) (327×338)	(367×380)	(309×324) 369×382		315×326 329×330			185×202		
F_3	I					1,162							
	II												
	III												
	IV												
	V										1,440 ♂		
		Alter in Wochen: VIII—IX.											
F_2	I			0,830	0,950								
	II			0,850	0,927								
	III			0,882	—								
	IV			0,891	0,950								
	V			—	0,925								

Die in den Tabellen mit Geschlecht bezeichneten Würfe hatten nur ein meßbares Junge.

Tabelle XXIV. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, albino, „Ställe", anfänglich aufgestellt in 20—15° A und 30°.

Temperatur °C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀ Wurf Alter in Wochen: II.								[Käfig V 21 I 1,400]					
P				111×122			[vgl. Tab. XXVI	99×110	95×106			[vgl. Tab. XXVI	97×108]
F_1	I			1,744					—				
	II			1 588					1,604				
	III								—				
	IV								1,641				
	V								1,625				
	VI								1,805				
	VII								2,059				
				(165×176)		143×148			(127×182)		137×152		141×154
		(167×178)		123×130				169×180	[139]×150	vgl. Tab. XXX]			
F_2	I			1,576		1,602		1,717			1,355		—
	II			1,516		1,603		1,839			1,726		1,792
	III			1,592		1,640		—					
	IV			1,522		1,740							
	V			1,705									
	VI			1,500									
				(191×208)									
				(393×406)				(463×476)					(205×224)
				259×272	25° A	189×206		(465×478)		15°	243×222	15°	(241×224)
F_3	I			1,659		1,740					1,627		
	II					1,748					1,659		
	III					1,592 F					—		
	IV										1,592		
				343×352)		(267×280)					(431×444		
				341×350	381×394	187×204				187×204 [früher 20° A]	(433×446)		
F_3	I			—	—	1,690							

	II		1,563	1,470 F	1,612 [später 15°]						
	III		1.610					1,804			
	IV							1,710			
					339×348				275×288	273×286	
F_4	I				—				2,121	1,500	
	II				—				—	—	
	III				1,620				—	—	
	Alter in Wochen:		VIII–IX.								
P							1,218				
F_1	I		1,201				—				
	II		1,115				1,250				
	III						—				
	IV						—				
	V						1,221				
	VI						1.238				
	VII						1,285				
F_2	I		1,125		1,192	1,232			1,233		—
	II		1,190		1,198	1,252			1,340		1,470
	III		1,156		—	—					
	IV		1,152		1,197						
	V		1,150								
	VI		1.170								
F_3	I		1,123	25° A	1,210			15	1,256	15°	
	II				—				1.274		
	III				1.169				—		
	IV								1,313		
F_3	I		1,110	—	1,178						
	II		1,140 F	1,143	1,180						
	III							1,398			
	IV							1.225 F			
F_4	I								1.307	1,359	
	II										
	III				1,105 F						

Tabelle XXV. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, albino, „Ställe“, anfänglich aufgestellt 10° (35° u. 40°).

Temperatur C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀ Wurf		Alter in Wochen: II.							[♂ Käfig V 45 II ♀ Käfig V 21 I]				
P		(77 × 70)	(109 × 120)					1,769	1,400			69 × 72	
F_1	I											—	
	II											1,665	
	III											1,774	
												113 × 124	
F_2	I											1,820	
												153 × 164	
F_2	I											1,600	
	II											1,806	
	III								20°		10	1,712	10°
								157 × 168				155 × 160	193 × 210
F_3	I							1,602				—	1,689
	II							1,523				1,820	1,860
	III							1,677				1,788	1,750
	IV							1,652					
	V							1,616					
												245×258	
F_3	I											1,816	
	II											—	
	III											1,792	
	IV											1,897	
												247 × 260	
F_3	I											1,736	
								203 × 218	201 × 220		357×370	[folgende	
F_4	I							1,708	1.919		2,088	früher 20°]	
	II							2,260				201 × 220	
	III												

	IV	1,873			203 × 218	
	V				1,820	
	VI				1,940	
		249 × 262		277 × 290	249 × 262	
F_4	I	1,727		1,982	—	
	II	1,582			—	
	III				1,962	
	IV				1,855	
		(295 × 310)			(459 × 472)	
					(461 × 474)	
	Alter in Wochen VIII—IX.					
F_2	I	1,240	1,210		1,300	
			20°	10°		10°
F_2	I				1,335	1,300
	II				1,322	1,232
	III				1,297	—
F_3	I	1,175			—	
	II	1,295			—	
	III—V	—			—	
F_3	I				1,376	
	III				1,405	
	IV				1,205	
F_3	I	—			—	
F_4	I	1,233	1,275	1,315		
	II	—				
	III	—				
	IV	1,262			[1,260	50 Tage alt]
	V				1,425	
	VI				—	
F_4	I			1,357	—	
	II	1,250				
	III				1,425	
	IV				—	

Tabelle XXVI. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, albino, „Ställe“ anfänglich aufgestellt in 5 und 20° C.

Temperatur °C	40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %	28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀ Wurf	Alter in Wochen: 11.						[Käfig V21 I]					
P		vgl. Tab. XXIV	111 × 112				99 × 110	1,400 95 × 106	vgl. Tab. XXIV			97 × 108
F_1 I							1,594					1,722
II							1,544					—
III												1,890
							(135 × 142)					
							(135 × 144)					(— × 184)
							135 × 146			133 × 140		
F_2 I										1,570		
II										1,586		
III										1,630		
IV								20		1,789		
V										1,493		
	(— × 196)		179 × 192				181 × 198	179 × 192				
F_3 I			—				1,659	(bloß bei Geburt gemessen)		(445 × 458)	(— × 194)	
II			1,523				1,580			(447 × 460)		
III			1,632				1,645					
IV							—					
V							1,598					
			(287 × 300)				(419 × 432)					
							(421 × 434)					
			[Vater 179 × 356				347 × 354				285 × 298	

F_4	I		1,950	1,617			1,767	
	II			2,084				
			(423 × 436)	(429 × 442)				
			(425 × 438)	(427 × 440)				
Alter in Wochen: VIII–IX.								
P	—							
F_1	I				1,218		(62 Tage alt)	1,257
	II							—
	III							1,420
F_2	I					1,221		
	II					1,197		
	III				20	1,243		
	IV					1,232		
	V					—		
F_3	I		—	1,195				
	II		1,115	1,250				
	III		1,120	1,260				
	IV			—				
	V			1,177				
F_4	I		1,097	1,286		1,320 F		
	II		—	1,425				

Tabelle XXVII. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, albino, „Molkerei“ anfänglich aufgestellt in 20—15° A und 35°.

Temperatur C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99 vgl. Tab. XXIX	68	70	68
Gen. ♂×♀ Wurf		Alter in Wochen: II.								F. % 67			
P			127×134		vgl. Tab. XXVIII	117×128 129×136			115×126	125×132			
F_1	I		1,493						2,175	1,603			
	II		1,484						—	1,732			
	III		1,620							1,745			
	IV									1,772			
	V							20—15° A		2,049	20—15° A		
	VI									1,946			
		173×186	177×190			271×284		159×170	161×172	289×302	335×344	163×174	
F_2	I	1,442	1,625			2,225		1,909	1,890	1,570	1,655	1,770	
	II	1,317	1,448			1,932			1,555		—	2,070	
	III							20°	1,570		1,508	1,758	
					293(×306)				1,875				
			291×308		293×304	337×390		353×360	237×254	239×256	451×464	225×242	
F_3	I		1,735		1,690	1,940		1,647	1,718	1,670	1,520	1,923	
	II		1,710					1,642		1,782			
	III							1,612		1,635			
	IV									—			
								351×362		219×236	453×466		
F_3	I							1,810		—	1,514		
	II									1,646			
	III									1,694			
	IV									1,817			
					449×462			397×410					
F_4	I				—			1,620					

Alter in Wochen: VIII—IX.

F_1	I		1,045					1,315	—		
	II		1,060						1,332		
	III		1,145						1,280		
	IV								1,222		
	V						20—15° A		1,334	20—15° A	
	VI								—		
F_2	I	1,113	1,130			1,363	1,255	1,287	1,294	1,308	1,310
	II	1,090	1,180			1,290		1,250		—	1,285
	III							1,227		—	1,175?
							20°				
F_3	I		1,130			1,325	1,300	1,295	1,340	1,320	—
	II		1,163				1,388	—	1,382		
	III						1,247		—		
	IV								—		
F_3	I						1,315		—	1,333	
	II								1,230		
	III								1,240		
	IV								1,300		
F_4	I				—		1,195				

Tabelle XXVIII. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, albino, „Molkerei", anfänglich 25° A. (exkl. Nässe) aufgestellt.

Temperatur ° C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20–15 A	20–15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂ × ♀ Wurf		Alter in Wochen: II 25 A.											
P					129 × 136	117 × 128							
F_1	I				1,727	—							
	II					1,690							
	III					1,578							
	IV					1,813							
			145 × 156			147 × 158					149 × 160		(151 × 162)
F_2	I		1,580			1,574					2,046		
	II		1,472			1,774					1,454		
	III		—			1,738					—		
	IV		1,387		25	1,532	45% schlecht gewachsen			15°			
	V					1,932?							
			(331 × 340)										
			251 × 264		221 × 240	333 × 342	281 × 294				265 × 278		
F_3	I		1,493		1,815	—	2,385				1,737		
	II		1,620		1,800	3,280	1,717						
	III				1,806	—	1,898						
	IV					2,019	1,582						
	V					1,735	—						
					25° A		—						
			253 × 266		387 × 400	283 × 296	221 × 238			221 × 238	385 × 398		
F_3	I		—		1,753	2,042	[früher			1,772	1,825		
	II		1,800		1,610		15]			1,778			
	III	35°					2,012			[später			
	IV	(375 × 386)	(349 × 358)				1,848			25°]	(363 × 378)		
		373 × 388	379 × 392		361 × 372	355 × 368	355 × 366				365 × 376		

F_4	**I**		**1,790**	**2,073**	**1,747**	**1,767**			**1,749**	
	II			**1,747**	**1,717**					
	III			**359 × 374**	**1,442 F**	**355 × 364**				
F_4	I			1,810	(415 × 428)	2,000				
				(479 × 492)	(417 × 430)	(439 × 428)				
		Alter in Wochen: VIII—IX.								
F_1	I			25° A	—					
	II				1,197					
	III				1,259					
	IV				1,222					
F_2	I		1,130		1,236				1,302	
	II		1,145		1,243				1,295	
	III		—		1,210				1,295	
	IV		1,090	25°	1,267	45 %		15°		
	V				—					
F_3	I		1,105	1,263	—	1,297			1,302	
	II		1,120	1,280	—	1,260				
	III			1,233	—	1,305				
	IV				1,270	? Stummel				
	V				1,350	—				
F_3	I		—	1,195	1,225	—		1,203	1,155 F	
	II		1,125	1,433		—		1,235		
	III					1,297				
	IV					1,280				
F_4	I		1,180 F ♀	1,285	1,231	1,230			1,183 F	
	II			1,373	1,265 F					
	III									
F_4	I			1,220 F		1,360				

Tabelle XXIX. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, *albino*, „Molkerei", anf. 25° und 20—15° Nässe.

Temperatur ° C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20–15 A	20–15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	5	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀	Wurf	Alter in Wochen			25 A				vgl. Tab. XXVII				
P					129 × 136	117 × 128			125 × 132				
F_1	I				1,727	—							
	II					1,590							
	III					1,578							
	IV					1,811							
					25°								
					231 × 244	229 × 248	233 × 252		289 × 302	197 × 212			
F_2	I				1,730	1,755	1,737		1,570	1,628			
	II				1,840	1,948	1,675			—			
	III				—	2,017	1,672			1,671			
	IV				1,773	1,884	—			—			
	V				—		1,758			1,702			
	VI				1,756								
	VII				—						20–15 A		
	VIII				1,639						99%		
							(455 × 468)						
						235 × 250	235 × 250			195 × 214	199 × 216		
F_2	I					1,677	[früher 45%]			1,716	1,797		
	II					[später 99%]	1,462			2,143	1,720		
	III						1,610			1,964	1,720		
	IV						1,749			2,124	1,517		
						227 × 246				1,990			
F_2	I					—							
					(383 × 396)	99%	(441 × 454)						
					(489 × 502)?	305 × 320	437 × 450		299 × 316	337 × 346			
F_3	I					—			1,812	1,909			

	II				1,787				2,078		
	III				1,805				× b212		
	IV				1,690				—		
	V				1,731						
									301 × 314		
F_3	I								1,843		
	Alter in Wochen: VIII—IX										
F_1	I			1,210	—						
	II				1,197						
	III				1,259						
	IV				1,227						
F_2	I			—	1,150 ♀	1,168	1,294		1,273		
	II			1,263	1,255	1,240			—		
	III			—	1,246	1,224			1,361		
	IV			1,150 ♀	1,207	—			—		
	V			—		1,197			1,265		
	VI			1,203							
	VII			—						20—15° A	
	VIII			1,260						99%	
F_2	I				1,170	←			1,275		
	II					1,227			1,345	1,312	
	III					1,253			1,314	1,263	
	IV								1,328	—	
	V								1,345	—	
	I				1,232	1,236					
					99%						
F_3	I				—			1,278	1,387		
	II				1,227						
	III				1,200						
	IV				1,330 ♂						
	V				1,217						
F_3	I								—		

Tabelle XXIII. Stammbaum und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, *E. dec., aguti* „Wien", in den Temperaturkammern und Außenräumen A (eingeklammert nachkommenlose Pärchen).

Temperatur °C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20 15 A	20 15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀	Wurf	Alter in Wochen: II.											
P									101×112				
F_1	I								1,632				
	II								1,865				
	III								1,923				
	IV								1,489				
	V								—				
		213×232	215×230		211×234						(409×422)	207×226	
											(411×424)	[später 25°]	
											(413×426)	209×228	
												später 20°	
F_2	I				1,780							—	
	II				1,790							1,935	
	III				207×226							2,042	
	IV				1,490					209×228			
	V									1,717			
					(491×504)	(481×494)							
						(483×496)							
F_3	I				—								
					504a×504b								
		Alter in Wochen: VIII–IX.											
F_2	I								—			—	
	II								1,270			1,389	
	III								1,255			1,510	
	IV								1,238			1,435	
	V								1,348				

Tabelle XXX. Stammbäume und Körperschwanzrelationen der Wanderratte, *albino*, Kreuzung „Molkerei" ♂ × „Ställe" ♀, anfänglich aufgestellt in 20—15° A (nicht naß).

Temperatur °C		40	35	30	25	25 A	25 A	20	20—15 A	20—15 A	15	10	5
Feuchtigkeit %		28	30	38	45	45	95	67	67	99	68	70	68
Gen. ♂×♀	Wurf	Alter in Wochen: II											
P									Molkerei	67% Ställe			
									115×126	95×106			
F_1	I								2,175	vgl. Tab. XXIV			
	II								vgl. Tab. XXVII	1,604			
									139×150	171×182			
F_2	I								1,577	1,626			
	II									1,728			
									269×282	255×270			
F_3	I								1,680	—			
	II								2,030	1,832			
	III									1,816			
	IV									1,946			
									257×268	307×322			
F_3	I								1,527	1,883			
	II									—			
		Alter in Wochen: VIII—IX											
F_1	I								1,315	—			
	II								—	1,250			
F_2	I								1,202	1,261			
	II									1,260			
F_3	I								1,205	—			
	II									1,337			
	III									—			
	IV									1,350			
F_3	I								1,371	1,312			
	II									—			

Tabelle XXXI. Mittlere Schwankung oder relative *Konstanz* der Körperschwanzrelation von Ratten verschiedener Stämme bei dauernder Haltung in konstanten Temperaturen, wenn aufeinanderfolgende Würfe oder Generationsdurchschnitte (D) betrachtet werden.

(Ep. = *Epimys;* rat. = *rattus;* d. = *decumanus;* S. = Semmering; W. = Wien; St. = Ställe; M. = Molkerei; × = Kreuzung St. × M.; ng. = niger; ag. = aguti; al. = albino).

Gattung, Art, Rasse und Stamm	♀ Mutter	aus	in	Gen.	Wurf	K : S Alter in Wochen II	K : S Alter in Wochen VIII—IX	Mittel aus zwei benachbarten Würfen oder Gen. D.
		Außentemperatur °C						
Ep. rat. ng. S.	100	25 A	25	F_2	I	1,627	0,950	0,938
					II	1,291	0,927	
					III	—	—	—
					IV	1,520	0,950	0,937
					V	1,294	0,925	
Ep. d. ag. W.	112	—	(20—)15A	F_1	I	1,632	—	
			20—15		II	1,865	1,270	1,262
			20—15		III	1,923	1,255	
			20—15		IV	1,698	1,238	1,293
			20—15		V	—	1,348	
Ep. d. al. St.	130	30	30	F_2	I	1,576	1,125	1,157
					II	1,516	1,190	
					III	1,592	1,156	1,154
					IV	1,522	1,152	
					V	1,705	1,150	1,160
					VI	1,500	1,170	
Ep. d. al. St. (Schwestern)	272	30	30	F_3	I	1,659	1,123	1,123
	350	30	30	F_3	I	—	—	
					II	1,563	1,110	1,125
					III	1,610	1,140	
Ep. d. al. St. (Schwestern dess. Wurfes)	204	25 A	25 A	F_3	I	1,690	1,178	1,179
					II	1,612	1,180	
	206	25 A	25 A	F_3	I	1,740	1,210	1,187
					II	1,748	—	
					III	1,592	1,165	
Ep. d. al. St.	198	20	20	F_3	I	1,659	1,195	1,223
					II	1,580	1,250	
					III	1,645	1,260	1,219
					IV	—	—	
					V	1,598	1,177	
Ep. d. al. St. aus	V 21 I	—	20	P	D	1,400	1,218	1,244
	110	20	20	F_1	D	1,569	1,270	
	146	20	20	F_2	D	1,605	1,170	1,195
	198	20	20	F_3	D	1,628	1,220	
Ep. d. al. M. (wahrsch. Schw.)	136	—	25 A	F_1	I	1,727	1,210	1,203
	128	20	25 A	F_1	I	—	—	
					II	1,590	1,197	
					III	1,578	1,259	1,240
					IV	1,813	1,222	

Gattung, Art, Rasse und Stamm	♀ Mutter	aus	in	Gen.	Wurf	K : S Alter in Wochen II	VIII—IX	Mittel aus zwei benachbarten Würfen oder Gen. D
		Außentemperatur °C						
Ep. d. al. M.	158	25 A	25 A	F_2	I	1,574	1,236	1,239
					II	1,774	1,243	
					III	1,938	1,210	1,238
					IV	1,532	1,267	
		schlecht gewachsen			V	1,932	—	
Ep. d. al. M.	244	25 A	25	F_2	I	1,730	—	
					II	1,840	1,263	1,206
					III	—	—	
					IV	1,773	1,150	
					V	—	—	
					VI	1,756	1,203	1,231
					VII	—	—	
					VIII	1,630	1,260	
Ep. d. al. M.	248	25 A	25 A	F_2	I	1,755	1,150	1,202
					II	1,948	1,255	
					III	2,017	1,246	1,226
					IV	1,884	1,207	
Ep. d. al. M. (Schwestern dess. Wurfes)	296	25 A	25 A	F_3	I	2,042	1,225	1,261
					II	—	—	
	294	25 A	25 A	F_3	I	2,385	1,297	
					II	1,717	1,260	1,282
					III	1,898	1,305	
					IV	1,582	Stummel	
					V-VI	—	—	
Ep. d. al. M.	128, 136	—	25 A	F_1	D	1,702	1,222	als Regression zu werten, vgl. Tab. XXXIV
Ep. d. al. M.	158, 244, 248	25 A	25 A	F_2	D	1,792	1,224	
	296, 294	25 A	25 A	F_3	D	1,926	1,277	
Ep. d. al. St.	106	(20—)15 A (Wechsel von 15 und 20° zu beachten)	15 A	F_1	I	—	—	
			15 A		II	1,604	1,250	1,235
			15 A		III	—	—	
			20 A		IV	1,641	—	
			20 A		V	1,625	1,221	
			20 A		VI	1,805	1,238	1,261
			15 A		VII	2,059	1,285	
Ep. d. al. St.	103	nur	15 A	F_1	D	1,832	1,267	1,277
	152		15 A	F_2	D	1,726	1,286	
	222		15 A	F_3	D	1,626	1,214	1,274
	286, 288		15 A	F_4	D	1,810	1,333	
Ep. d. al. St. (Schwestern)	124	10	10	F_2	I	1,810	1,300	1,317
	164	10	10	F_2	I	1,600	1,335	
					II	1,806	1,322	1,304
					III	1,718	1,297	
Ep. d. al. St.	166	10	10	F_3	I	—	—	
					II	1,820	—	
					III	1,788	—	
					IV	1,804	—	

Gattung, Art, Rasse und Stamm	♀ Mutter	aus	in	Gen.	Wurf	K : S Alter in Wochen II	VIII—IX	Mittel aus zwei benachbarten Würfen oder Gen. D
		Außentemperatur °C						
Ep. d. al. St. (Schwestern)	210	10	10	F_3	I	1,689	1,232	1,303
					II	1,860	1,300	
					III	1,750	—	
Ep. d. al. St.	258	10	10	F_3	I	1,816	1,376	
					II	—	—	
(Schwestern dess. Wurfes)					III	1,792	1,405	1,305
					IV	1,897	1,205	
Ep. d. al. St.	260	10	10	F_3	I	1,736	—	
Ep. d. al. St.	124	10	10	F_2	D	1,810	1,300	1,305
	164			F_2	D	1,708	1,311	
	166			F_3	D	1,804	—	
	210			F_3	D	1,816	1,376	1,352
	258			F_3	D	1,835	1,328	
Ep. d. al. M.	250	25 A	25	F_2	I	1,677	1,170	
			25 N	and.	II	1,452	1,227	1,240
				♂	III	1,610	1,253	
					IV	1,749	1,236	1,236
Ep. d. al. M.	320	25 A	25 N	F_3	I	—	—	
					II	1,787	1,227	1,213
					III	1,805	1,200	
					IV	1,690	1,330	1,273
					V	1,731	1,217	
Ep. d. al. M. [246,	248, 250	25 A	25 A	F_2	D	1,901	1,210	kleine Progression (N nicht vergleichbar)
	250, 252	25 A	25 N	F_2	D	1,662	1,221	
	320	25 A	25 N	F_3	D	1,753	1,243	
Ep. d. al. M. (Schw. dess. Wurfes)	170	20(—15) A	20(—15) A	F_2	I	1,909	1,255	1,271
	172	20(—15) A	20(—15) A	F_2	I	1,890	1,287	
					II	1,555	1,250	1,238
					III	1,570	1,227	
					IV	1,875	—	
Ep. d. al. M. (Schwestern dess. Wurfes)	216	(20)—15 A	15 N	F_2	I	1,797	1,312	1,282
					II	1,720	1,263	
					III	1,720	—	
					IV	1,517	—	
Ep. d. al. M.	214	(20)—15 A	15 N	F_2	I	1,716	1,275	1,310
					II	2,143	1,345	
					III	1,964	1,314	1,321
					IV	2,124	1,328	
					V	1,990	1,345	1,309
Ep. d. al. M.	212	(20)—15 A	15 N	F_2	I	1,628	1,273	
					II	—	—	
					III	1,671	1,361	1,313
					IV	—	—	
					V	1,702	1,265	

Tabelle XXXII. Abhängigkeit der Körperschwanzrelation von der Außentemperatur der Elternumwelt: Transgression und Transversion[3]) bei Ratten nach Versetzung in 10° Temperaturdifferenz (Durchschnitte aus mehreren Würfen derselben Generation innerhalb eines Stammes, sind nicht aus den Mittelzahlen der ganzen Würfe, sondern unter Wertung der Anzahl von Jungen in jedem Wurfe aus den Einzelmessungen gewonnen).

Alter	Gattung	Außentemperatur Gen. F_1				hoch				mittel					tief			
Wochen		Art	Rasse	Stamm	Gen.	rückvers. aus mittel		verblieben		rückversetzt aus tief		verblieben		rück-vers. aus hoch	verblieben		rückvers. aus mittel	
						K : S		θ°C	K : S		K : S	θ°C	K : S	K : S	θ°C	K : S		K : S
II	Ep.	rattus	niger	Semmering	F_2			30	1,180			25	1,390		15	1,430		1,440
VIII—IX					”				0,870				0,930		F_1 [1])	0,950	F_3	(1 ♂)
II	Ep.	decum.	aguti	Wien	”						1,490	25	1,785		10	2,010		
VIII—IX					”					F_3 [2])	*1,260*		1,240		F_3	1,460		
II	”	”	”	”	”						1,720	20—15	1,780		10	2,010		
VIII—IX					”						*1,310*	F_1	1,280		F_3	1,460		
II	Ep.	”	albino	Ställe	”		*1,578*	30	1,568		1,618	20	1,690	1,778	10	1,731D		1,951
VIII—IX							1,117		1,158	F_3 [1])	*1,238*	F_1 [1])	1,229	1,242		1,314	F_4 [1])	1,341
II	”	”	”	”	”			25	1,659		1,604	15	1,726	1,757	5	1,806		
VIII—IX								F_3 [1])	1,175		1,223		1,286	1,316	F_1	1,338		
II	”	”	”	”	”		*1,578*	30	1,568			20	1,605		10	1,731		1,767
VIII—IX						F_3	1,117		1,158				1,170			1,314	F_4 [1])	1,320
II	Ep.	”	”	Molkerei	”		1,450	35	1,547			25	1,654	2,078	15	1,680		1,750
VIII—IX							1,122		1,155				1,239	1,326		1,280		1,297
II	Ep.	”	”	”	F_3			35	1,637		1,807	25	1,926	2,538				
VIII—IX									1,117		1,259		1,277	1,320				
II	”	”	”	”	”						1,806	25						
VIII—IX											1,301							
II	”	”	”	”	”						1,510	20	1,709		10	1,923		
VIII—IX											*1,326*		1,298			—		
II	”	”	”	”	”			unmittelbar aus den um 15° abw. Tp. rv.)			1,678	20						
VIII—IX											*1,311*							
II	”	”	”	”	F_2					rückversetzt	*1,812*	15 A	1,570		15 A	1,972		
VIII—IX					Feuchtvers.					aus naß	1,272	nicht naß	1,294		naß	1,308		
II	”	”	”	Vorversuche	F_6			33	1,622			16	1,646					
VIII—IX				(nicht konst.)					1,097				1,197	1,255 (2 Ex.)				

[1]) Entsprechen F_2, was Temperaturwechsel anbelangt. [2]) rückvers. ohne Zwischengener. [3]) *kursiv:* Ausnahmen.

Tabelle XXXIV. Regression der Körperschwanzrelation in den Würfen versetzter Ratten oder in den Generationen bei Beibehaltung der neuen (Versetzungs-) Außentemperatur.

Gattung, Art, Rasse und Stamm	Mutter ♀	aus Außentemp. °C	in Außentemp. °C	Gen.	Wurf	K : S Alter in Wochen II	K : S Alter in Wochen VIII—IX	Mittel aus zwei benachb. Würfen
Ep. rat. ng. S.	102	< 25 ?	30	F_2	I	1,075	0,836	
					II	1,115	0,850	
					III	1,168	0,882	
					IV	1,280	0,891	
Ep. d. ag. W.	234	20—)15 A	25	F_2	I	1,780	1,200	
					II	1,790	1,255	
Ep. d. al. St.	192	20	30	F_3	II	1,523	1,115	
					III	1,632	1,120	
Ep. d. al. St.	148	(20—)15 A	25	F_2	I	1,602	1,192	
					II	1,603	1,193	
					III	1,640	—	
					IV	1,704	1,197	
Ep. d. al. St.	168	10	20	F_3	I	1,602	1,175	
					II	1,523[1]	1,295	
				F_3	D	1,562	1,235	
				F_4	D	1,811	1,255	
Ep. d. al. St.	140	5	15	F_2	I	1,570	1,221	1,209
					II	1,586	1,197	
					III	1,630	1,243	1,237
					IV	1,789	1,232	
					V	1,493	—	
Ep. d. al. M.	134	< 25 ?	35	F_1	I	1,493	1,045	
					II	1,484[1]	1,060	
					III	1,620	1,145	
				F_1	D	1,532	1,083	
				F_2	D	1,547	1,155	

Gattung, Art, Rasse und Stamm	Mutter ♀	aus Außentemp. °C	in Außentemp. °C	Gen.	Wurf	K : S Alter in Wochen II	K : S Alter in Wochen VIII—IX
Ep. d. ag. W.	228	20—15 A	10	F_2	III	1,935	1,510
					IV	2,042[1]	1,435
Ep. d. al. St.	354	30	20	F_4	I	1,617	1,286
					II	2,024[1]	1,125
Ep. d. al. St.	204	25	15	F_3	III	1,804	1,398
					IV	1,710	1,225
Ep. d. al. St.	262	20	10	F_4	III	1,962	1,425
					IV	1,855	1,260
Ep. d. al. St.	218	20	10	F_4	V	1,820	1,425
					VI	1,940[1]	1,230

Ep. d. al. M.	190	—	35	F_2	I	1,626	1,130
					II	1,468[1]	1,180
Ep. d. al. M.	308	—	35	F_3	I	1,735	1,130
					II	1,710[1]	1,163
		[1]) gegen F_2			D	1,722	1,146[1]
Ep. d. al. M.	156	25	35	F_2	I	1,580	1,130
					II	1,472[1]	1,145
					III	—	—
					IV	1,387[1]	1,090[1]
Ep. d. al. M.	358	—	35	F_3	I	1,493	1,105
					II	1,620	1,120
				F_2	D	1,450	1,122
		[1]) gegen F_2		F_3	D	1,637	1,117[1]
Ep. d. al. M.	392			F_4	D	1,790	1,180
Ep. d. al. M.	238	15	25	F_3	I	1,815[1]	1,263
					II	1,800	1,280
					III	1,806	1,233[1]
					D	1,807	1,259
				F_4	D	1,877	1,292
Ep. d. al. M.	372	—	25		I	2,073	1,285
					II	1,747	1,370
Ep. d. al. M.	368	—	25	F_4	I	1,747	1,231
					II	1,717[1]	1,265
					III	1,442[1]	—
Ep. d. al. M,	366	—	25	F_4	I	1,767	1,230
				F_4	II	—	—
Ep. d. al. M.	400	15	25	F_3	I	1,753	1,195
					II	1,610[1]	1,433
Ep. d. al. M.	128	?	25	F_1	I	vgl. Tab. XXXI.	
Ep. d. al. M.	136			F_1	I	vgl. Tab. XXXI.	
	D vgl. Tabelle XXXI.						

Ep. d. al. M.	284	35	25	F_2	I	2,225	1,363
					II	1,932	1,290
				F_2	D	2,078	1,326
				F_3	D	1,940	1,325
Ep. d. al. M.	160	25	15	F_2	I	2,046	1,302
					II	1,454	1,295
					III	—	1,295
				F_2	D	1,750	1,297
		—	15	F_3	D	1,778[1]	1,244
Ep. d. al. M.	238	—	15	F_3	I	1,772	1,282
					II	1,778[1]	1,235
Ep. d. al. M.	376	—	15	F_4	I	1,747	1,183
		[1]) gegen F_3		F_4	D	1,747[1]	1,183
Ep. d. al. M.	126	?	(20—)15	F_1	I	2,175	1,315
					II	1,781	—
Ep. d. al. M.	174	(20—)15	10	F_2	I	1,770[1]	1,310
					II	2,070	1,287
					III	1,758	1,175

Tabelle XXXIII. Abhängigkeit der Körperschwanzrelation von der Außentemperatur der Elternumwelt: *Transgression* und Reapparation bei Mäusen, nach den Versuchen von *Sumner* (1909—1915) analog unseren Tabellen für Ratten zusammengestellt.

Alter		Gattung	Art, Rasse, Stamm	*Sumner* 1915 Seite	Generation		hoch				mittel						tief			
Tage	Wochen				nach *Sumner*	uns. Bez.	versetzt aus mittel		verblieben		versetzt aus tief		verblieben		versetzt aus hoch		verblieben		versetzt aus mittel	
							K : S		θ° C	K : S		K : S	θ° C	K : S		K : S	θ° C	K : S		K : S
50	VII	M.	m. a. B_3	372	P	F_1			22,5	1,052			19,2				4,2	1,066		
270—300	XL	-	B_1	367	„	„				1,124								1,187		
235—330	L		A	358	[unmittelb. P	eingebr.]		1,081			[D aus „hoch" u. „tief"			1,088]						1,095
50	VII	„	„ „ C_2	376	F_1	F_2						1.081				1,041				
90	XIII		C_3	„	„	„					D 1,108	*1,115*			D 1,052	*1,135*				
50	VII	„	„ „ C_4	388								1.108				1,064				
42	VI	„	„ „ 1909	396			K (nicht gemessen)		[21,27	nach S.			21,27				5,57			
105	XV		„	„						hoch =]		1,068	21,4	1,060						
105			nur ♂♂	336								1,077		1,077						

Tabelle XXXV. Reapparation der bei den Eltern durch Temperatureinfluß hervorgebrachten Modifikation der Körperschwanzrelation von Ratten bei geringer Intensität oder Dauer der Einwirkung (Versetzung um bloß 5° oder Rückversetzung schon nach einer Generation) [*kursiv:* Ausnahmen].

Gattung	Art	Rasse	Stamm	Mutter ♀	aus Außentemperatur °C	in Außentemperatur °C	Gen.	Wurf	K:S Alter in Wochen II	K:S Alter in Wochen VIII–IX	Mittelzahlen	Gattung	Art	Rasse	Stamm	Mutter ♀	aus Außentemperatur °C	in Außentemperatur °C	Gen.	Wurf	K:S Alter in Wochen II	K:S Alter in Wochen VIII–IX	Mittelzahlen
Ep.	r.	n.	S.	0	—	(20-)15 A	F_1	D ♂	1,450	0,973													
					—	30	„	„ „	1,198	0,881													
				102	30	15	F_2	1 „	1,440	—													
Ep.	d.	ag.	W.	226	25	25	F_2	D	1,785	1,237	1,248	Ep.	d.	al.	M.	360	20-15	20	F_3	D	1,709	1,298	1,307
						„						(Geschwister)				362							
					20-)15A,10		„	IV	*1,490*	1,260						464	10	„	„	„	1,622	1,316	
																466							
„	„	„	„	228	15-20 A	15-20 A	F_1	D	1,784	1,281	1,296												
					(20-)15A,10	„	F_2	IV	*1,717*	1,312		„	„	„	„		—	20-15 A	F_1	D	1,859	1,298	1,282
																	(20-)15 A	10	F_2	„	1,866	*1,266*	
„	„	al.	St.	74	15	15	F_2	D	1,726	1,286													
					norm. T.	25 A	F_1	„ (I)	1,607	1,227													
					25	„	F_2	„	*1,659*	1,175													

Tabelle XXXVI. Progression der bei Rückversetzung eingetretenen Transgression der Körperschwanzrelation bei Ratten im Laufe der Würfe oder der Generationen eines Stammes [*kursiv:* Ausnahmen].

Gattung	Art	Rasse	Stamm	Mutter ♀	aus / in Außentemp. °C		Gen.	Wurf	K:S Alter in Wochen II	K:S Alter in Wochen VIII–IX	Anmerkung
Ep.	d.	al.	St.	148	(20-)15	25	F_2	D	*1,637*	1,194	
	(vgl. Würfe Regression Tab. XXIV)				25	„	F_3	„	1,659	1,175	
					„	„	F_4	„	1,620	1,105	
„				130	—	30	F_1	„	1,666	1,158	
					30	„	F_2	„	*1,568*	1,158	
„	(Geschwister)			272	vgl. Würfe mittlerer Schwankung Tab. XXXI		F_3	„	1,611	1,124	
				350							
„				192	20	30	F_3	„	1,578	1,117	
„				356	30	„	F_4	I D	*1,950*	1,097	
„				140	5	15	F_1	I	1,722	1,257	62 Tage alt
								II	—	—	
								III	1,890	1,420	
„	„	„	M.	186	35	40	F_2	I	1,442	1,113	F_1 1,10
								II	1,317	1,090	
				242	10	20	F_3	I=D	1,810	1,315	F_2 20-15 A
							F_4	„	1,620	1,195	

Gattung	Art	Rasse	Stamm	Mutter ♀	aus / in Außentemp. °C		Gen.	Wurf	K:S Alter in Wochen II	K:S Alter in Wochen VIII–IX	Anmerkung
Ep.	d.	al.	St.	180	30	20	F_2	I	1,717	1,232	norm.
				(D. Regression 20° A) vgl. Tab. XXIV			„	II	1,839	1,252	1,26
„				152	20)-15 A	15	„	I	1,355	1,233	
					15	„		II	1,726	1,340	
„				222	(20,-15	„	F_3	I	1,627	1,256	
								II	1,659	1,274	
								III	—	—	
								IV	*1,592*	1,313	
Ep.	d.	al.	M.	342	35	25	F_3	I	—	—	
								II	3,230	—	
								III	—	—	
								IV	*2,019*	1,270	
								V	*1,735*	1,250	
Ep.	d.	al.	×	268	(20-)15 A	15 A	F_3	I	*1,527*	1,317	
(Geschw. dess. W.)				270				I	—	—	
								II	1,832	1,337	
								III	*1,816*	—	
								IV	1,946	1,350	
„				106	„	„	F_1	D	1,604	1,250	
„		Geschw. dess. W.		150	„	„	F_2	„	1,728	1,260	
				182							
„		Geschwister		282	15 A	„	F_3	„	1,816	1,304	
				270							
				268							
				322							

Tabelle XXXVII. Veränderungen der Körperwärme von hungernden albinotischen Wanderratten bei Aufenthalt in verschiedenen (konstanten) Temperaturen, nach *Goto* (Bioch. Zeitschr. CXXXV, 1923; S. 111); zum Vergleiche der Körpertemperaturen mit den von *Przibram* und *Bierens de Haan*.

Thermometerinsertion (Quecksilber) mm						25	16						25	18	
Hungernde Ratte Nr.	I	II	III	IV	I–IV D	I–IV D_1	*Przibram*	I	II	III	IV	I–IV D	I–IV D_2	*Bierens de Haan*	Durchschnitt aus D_1 u. D_2
Innentemperatur bei Versuchsbeginn τ° C	1. Hungertag				τ° C	τ° C	τ° C reif	2. Hungertag					τ° C	τ° C jung	τ° C
	34,8	34,9	34,9	34,9	34,87			34,4	34,6	34,7	34,8	34,625			
Außentemperatur θ° C	Größe der Veränderungen von τ							Größe der Veränderungen von τ							
40							(37,12)							(40,00)	
35							37,05							37,85	
33	+ 3,0	+ 1,5	+ 3,3	+ 2,1	+ 2,475	37,35		+ 3,4	+ 2,2	+ 3,6	+ 1,3	+ 2,625	37,25		37,30
30	+ 0,9	+ 1,7	+ 1,7	+ 1,7	+ 1,500	36,37	36,30	+ 2,2	+ 1,9	+ 1,6	+ 2,2	+ 1,975	36,60	37,50	36,487
28	+ 1,3	+ 1,0	+ 1,5	+ 1,6	+ 1,350	36,22		+ 1,4	+ 0,9	+ 1,4	+ 1,2	+ 1,225	35,85		36,037
25	+ 1,2	+ 1,3	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,025	35,90	36,00	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,9	+ 1,4	+ 1,375	36,00	36,80	35,95
20	+ 0,3	0,0	+ 1,7	+ 0,7	+ 0,675	35,55	35,35	+ 0,2	+ 0,1	+ 1,6	+ 0,9	+ 0,700	35,32	36,20	36,437
15							34,75							35,50	
13	− 0,6	+ 0,8	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,225	35,10		0,0	0,0	+ 0,2	+ 0,9	+ 0,275	34,90		35,00
10							33,90							34,75	
5	+ 1,0	− 0,2	0,0	+ 0,325	+ 0,325	35,20	32,92	+ 0,5	0,0	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,250	34,875	(34,40)	35,037
bei Ausschaltung der stark abweichenden Nr. I					+ 0,100	34,975									34,916
Nicht hungernd τ° C	V	VI	VII		V—VII										
(Außentemp. norm.?)	34,2	34,7	34,7		34,53										

Tabelle XXXVIII. Durch Wasserdampf abgegebene Wärmemenge albinotischer Wanderratten für 1 kg in 24^h im Verhältnis zur Gesamtwärmeabgabe (*Goto* S. 118).

Hungernde Ratte Nr.		I	II	III	IV	I–IV	I	II	III	IV	I–IV	Durchschnitt
		1. Hungertag				D_1	2. Hungertag				D_2	aus D_1 und D_2
Wasserabgabe		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Außentemperatur	θ° C											
	33	71,4	93,7	79,7	77,2	80,5	73,9	52,1	63,1	89,8	69,725	75,112
	30	55,1	33,7	42,5	31,9	35,8	34,5	26,8	28,7	34,4	31,1	33,45
	28	20,1	22,7	19,6	18,8	20,3	17,6	12,8	17,5	19,6	*16,875*[1]	*18,587*[1]
	25	18,8	23,8	18,3	16,5	19,35	20,6	20,7	19,3	16,1	19,175	19,262
	20	13,9	24,4	13,2	14,7	16,55	12,8	14,6	12,0	11,8	12,8	14,675
	13	10,3	8,6	10,9	9,3	9,775	8,7	13,0	11,0	8,9	10,4	10,087
	5	9,4	7,1	7,2	8,7	8,1	11,6	7,2	7,8	7,4	8,5	8,3
	[1]) 28; bei Ausschaltung des stark abweichenden Wertes 2. Hungertag Nr. II										18,233	19,416
Zunahme der Wasserdampf-abscheidung gegen	33	436	335	463	466	425	209	315	355	547	356,5	390,75
	30	67	77	147	85	94	37	66	98	133	83,5	88,75
	28 bis 5 D	52,9	48,0	44,5	44,6	47,5	45,5	41,7	45,4	39,6	43,05	45,275

Tabelle XXXIX. Sauerstoffverbrauch albinotischer Wanderratten für 1 qm Körperoberfläche in 24^h; Energieumwandlung kgcal (nach *Goto* S. 114 ccm); (*Giaja Maleš* S. 33).

Ratte Nr. Außentemperatur θ° C	I	II	III	IV	I–IV D_1	I	II	III	IV	I–IV D_2	Durchschnitt D_1 und D_2	ccm	Außentemperatur
	1. Hungertag					2. Hungertag							
38,8												1,6	38,8
35,4												1,39	35,4
33	1120	1062	1197	1213	1148	974	982	1049	1027	1008	1078		
31,2												1,29	31,2
30,7												1,37	30,7
30	955	846	972	945	929,5	832	908	966	952	914,5	922		
29												1,8	29
28,5												1,76	28,5
28	915	845	904	900	891	813	789	869	830	825,2	858		
26												2,27	26
25	896	976	943	926	935,2	929	834	966	891	905	920,2		
22,7												2,3	22,7
20	1293	1186	1228	1111	1204,5	1001	1089	1092	1051	1058,2	1131,4	3,35	20
13	1625	1628	1596	1539	1597	1615	1571	1595	1430	1552,7	1575,0		
5	2019	1942	1945	2059	1991,2	1904	1848	1844	1995	1897,7	1949,5		
Minimaler Energieumsatz bei etwa 28°	für 1 kg Körpergewicht				133—142					125—131	129—136,5	Minimaler Energieumsatz bei etwa 32°	
	„ 1 qm „ oberfläche				845—916					789—869	817—892,5		

Tabelle XL. Stoffwechselzahlen für verschiedene Säugetiere bei verschiedenen Außentemperaturen.

Deutscher Name:		Wanderratte		Hausmaus		Meerschweinchen		Kaninchen	Mensch		
Gattung:		*Epimys*		*Mus*		*Cavia*		*Lepus*	*Homo*		
Art:		*decumanus*		*musculus*		*cobaia*		*cuniculus*	*sapiens*		
Autor:		*Golo*	*Giaja-Maleš*	*Aszódi*	*Giaja-Maleš*	*Colosanti*		*Dürrbeck*	*Gildemeister*	*Lefèvre*	
Publikationsdatum:		1923	1922	1921	1922	1877		1889	1870	1907 s. 1911	
									(Bäder von der Temperatur:)		
Außentemperatur Intervall θ C	Mittl. Temp.	24^h kgcal	1^h O_2 ccm	kg 24^h O_2	1^h ccm	kg 1^h g O_2	kg 1^h ccm O_2	Sec.-Cal.	g CO_2	Min.-Cal.	θ C
42,5—37,5	40				4,77						
40 —36	38		1,6		4,52						
37,5—32,5	35		1,39		4,06						
35 —31	33	1078	1,29		3,75				29,6		33
32,5—27,5	30	922	1,37		3,94					2,00	30
30 —26	28	858	1,76		4,06				26,4		normal
27,5—22,5	25	920,2	2,27	97,8	6,00				45,0		25,7
25 —21	23		2,3	110,55	6,32			2,794		4,00	24
22,5—17,5	20	1131,4	3,35	137,7	*6,02*[2]			2,575	77,8		19,7
20 —16	18			152,33	8,17	1,612	1127,4	2,474	78,0	7,20	18
17,5—12,5	15			107,35[1]	9,70			2,268			
15 —11	13	1575,0		69,7[1]				1,956		11,70	12
12,5— 7,5	10							1,828			
10 — 6	8							2,037			
7,5— 2,4	5	1949,5				2,294	1604,0	2,305		18,05	5
5 — 1	3						berechnet nach Verh. von g : ccm bei 18°	2,522			
2,5—(—2,5)	0										
0 —(—4)	—2										

[1]) Zwischen 15 und 10° A. in Starre verfallen (abwärts von 13,3° C).
[2]) Zu klein, weil hauptsächlich einer Serie mit absolut kleinen Werten entnommen.