

Ist es möglich, Tier-Riesen zu züchten? : Neue Wege der Chromosomenforschung

Autor(en): **Nemec, Helmut**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **6 (1951)**

Heft 3

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653634>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ist es möglich, Tier-Riesen zu züchten?

Neue Wege der Chromosomenforschung

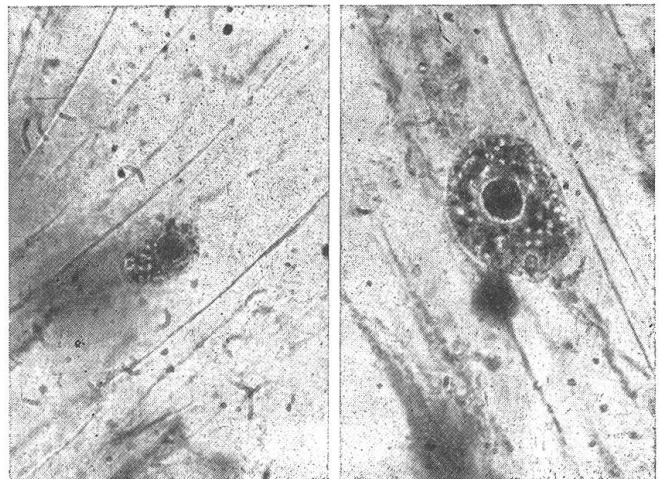
Von Helmut Nemeč

DK 576.356.5 : 578.084 : 636.082.11

Der Entwicklungsgang der modernen Wissenschaften hat in den letzten Jahrzehnten zu einer stetig steigenden Spezialisierung auf allen Forschungsgebieten geführt. Diese Feststellung gilt nicht zuletzt auch für die Lebenswissenschaft. In ihrem Bereich hat die fortschreitende und durch die Stofffülle erzwungene Spezialisierung schließlich zur Abtrennung und Schaffung neuer Forschungszweige geführt, die heute vielfach schon fast unabhängig voneinander arbeiten. Die Anatomie, die durch Jahrhunderte mit verhältnismäßig primitiven Mitteln die Körper der Organismen durchforschte, machte sich die Entdeckung der Lupen zunutze und schuf in der Lupenanatomie ein neues Feld der Forschung. Aus der Lupenanatomie entwickelte sich mit zunehmender Verbesserung der optischen Apparate und nach Entdeckung des Mikroskops die Histologie, die Lehre von den Geweben und Zellverbänden, und davon trennte sich dann wiederum die Zytologie, die Zellforschung, die sich mit den letzten Bausteinen der Lebewesen beschäftigt. Schien damit die morphologische Zellforschung fast am Ende ihrer Möglichkeiten zu stehen, so brachte die Entdeckung eines amerikanischen Forschers, daß man im Zellkern bei gewissen Gelegenheiten jene winzigen Gebilde sehen kann, die den Namen Chromosomen erhielten, neue Aufgaben. Die Chromosomenforschung wurde bald zum vielbeachteten neuen Teilgebiet biologischen Forschens.

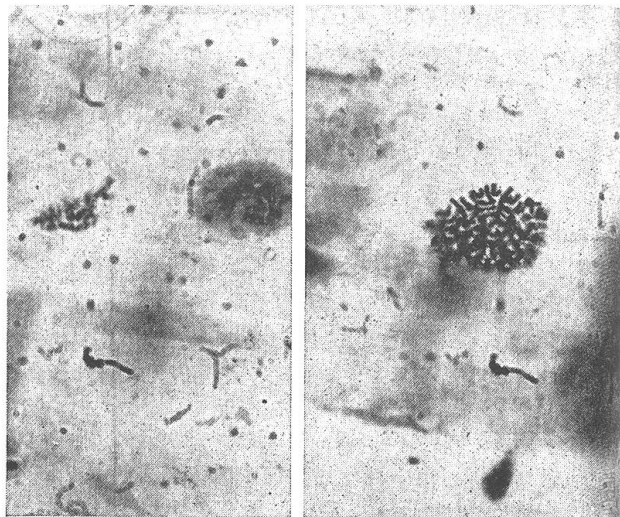
Ihr gelang es, festzustellen, daß die Chromosomen, die in den Kernen der Zellen dann sichtbar werden, wenn sich diese zur Teilung anschicken, die Träger der Erbeigenschaften sind, die sich nach den von Mendel erstmalig formulierten Gesetzen von Generation zu Generation, von Individuum zu Individuum weitervererben. Die Teilung der

Zelle ist der Ausdruck einer Teilung ihres Kernes, in welchem sich vor diesem Vorgang deutliche Strukturänderungen bemerkbar machen, der normale „Ruhekern“ ist zum „Arbeitskern“ geworden. Das Chromatin, jene Substanz des Zellkernes, die sich stärker färben läßt, schließt sich zu stäbchenförmigen Gebilden, den erwähnten Chromosomen zusammen. Nachdem die Kernhaut verschwunden ist, teilen sich die Chromosomen in ihrer Längsachse, und die beiden so entstandenen Partien rücken entlang einer sogenannten Kernspindel auseinander und bilden an den beiden Polen der Mutterzelle je einen neuen Kern, um welche sich schließlich zwei Tochterzellen bilden. Auf dem geschilderten Weg der direkten Zellteilung oder Mitose teilen sich die meisten Zellen der Tiere und Pflanzen. Eine Abänderung dieser Mitose stellt die sogenannte Reduktionsteilung dar, die sowohl bei pflanzlichen wie auch bei tierischen Lebewesen aus folgendem Grunde notwendig ist: Die Zellkerne der Körperzellen besitzen eine bestimmte, für die jeweilige Art charakteristische Anzahl von Chromosomen, die in ihrer Summe als der diploide Satz der Körperzellen bezeichnet werden. Hätten die reifen Geschlechtszellen die gleiche Chromosomenzahl wie die Körperzellen, also auch den diploiden Satz, so würde bei der Befruchtung durch die Verschmelzung einer Ei- mit einer Samenzelle, welche beide diploid wären, eine befruchtete Eizelle entstehen, die den doppelten normalen Chromosomensatz besitzen würde.



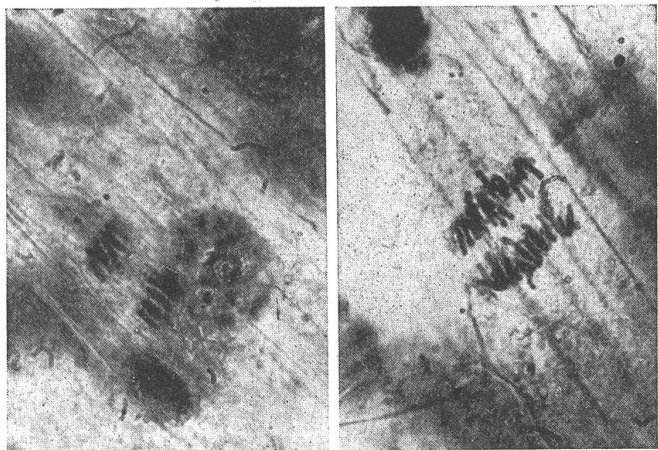
Rechts: Normaler diploider Ruhekerne einer Zelle von *Rhoeo diversicolor*. — Links: Polyploider, wesentlich größerer Ruhekerne desselben Objektes. Da die Chromosomen des Ruhekerne ja nicht sichtbar sind, ist der Schluß auf Polyploidie des Kernes in b) nur aus der Größendifferenz zu ziehen. Der dunkler gefärbte Fleck im Innern der Kerne ist das sogenannte Kernkörperchen

Rechts: Normaler diploider Chromosomensatz aus einer Wurzelzelle von *Zea mays* (Mais). — Links: Oktoploider Chromosomensatz, ebenfalls aus einer Wurzelzelle von *Zea mays*. Während der in a) in einer Teilungsphase des Kernes sichtbare diploide Satz von *Zea mays* aus 20 Chromosomen besteht, der haploide demnach nur 10 aufweist, ist der Chromosomenbestand des in b) dargestellten hochpolyploiden Kernes während derselben Teilungsphase um das Achtfache (oktoploide) des haploiden Satzes vermehrt und weist demnach 80 Chromosomen auf



Durch die Generationen würde also der Chromosomenbestand jeweils ums Doppelte vermehrt ins Unendliche führen. Die Reduktionsteilung ist nun ein in den Reifungsprozeß der Geschlechtszellen — aber nur bei diesen — eingeschalteter Teilungsvorgang, der die Chromosomenzahl der Körperzellen, also den diploiden Satz, auf die Hälfte, den haploiden Satz, reduziert.

Es galt bisher als unumstößliche Tatsache, daß die Zellen jeder Tier- oder Pflanzenart unbedingt die gleiche und gleichbleibende Zahl von Chromosomen haben müssen. Diese „Konstanz der Chromosomen“ war zwar schon früher ab und zu angezweifelt worden, aber erst in den dreißiger Jahren löste eine Reihe von Untersuchungen eine grundlegende Revidierung der Chromosomentheorie aus. Es konnte bewiesen werden, daß in einzelnen Geweben von Pflanzen eine von der Norm der übrigen Zellen desselben Organismus abweichende Zahl von Chromosomen auftreten kann. Später konnten diese Befunde auch an Tieren erhoben werden. Die Ansicht von der Konstanz der Chromosomenzahl mußte also einer gewissen Revision unterzogen werden. Bei den Abweichungen von der Norm handelte es sich stets um eine Erhöhung der Chromosomenzahl, wobei wiederum eine gewisse mathematische Gesetzmäßigkeit unschwer festzustellen war. Man



bezeichnete die erhöhte Zahl der Erbeschaftsträger als den polyploiden Satz. Die Polyploidie der pflanzlichen und tierischen Zellen wird durch eine abgeänderte — die Mitose im wesentlichen ähnliche — Spaltung der Chromosomen bewirkt, ein Vorgang, der als Endomitose bezeichnet wird. Bei dieser Endomitose werden die Chromosomen zunächst so wie bei der normalen Mitose in ihrer Längsachse gespalten. Nun rücken in der nächsten Phase die beiden Chromosomenpartien nicht wie normal, auseinander — es fehlt die Funktion der Kernspindel —, sondern die durch die Spaltung aufs Doppelte vermehrten Chromosomen bleiben beieinander liegen und umgeben sich gemeinsam mit einer neuen Kernmembran. Der so entstandene polyploide Kern ist wesentlich größer als der ursprüngliche, diploide, eine Erscheinung, die ihrerseits wiederum zu einer Vergrößerung führt, da Kern- und Zellvolumen in einem bestimmten unabänderlichen Verhältnis zueinander stehen.

Man hat die spontane Polyploidie in zahlreichen verschiedenartigen Pflanzen und Tieren nachweisen können, ist sich aber über ihre physiologische Bedeutung noch nicht restlos klaren. Es muß dabei die Polyploidie durch nicht immer in einer Verdoppelung der Chromosomenzahl zum Ausdruck kommen, sondern es ließen sich Zellen konstatieren, bei denen die

Dieselbe Teilungsphase (Diaster-Tochtersterne) in einer normalen diploiden Zelle a) und einer polyploiden Zelle b) von *Rhoeo diversicolor*. Die Vermehrung des Chromosomenbestandes des polyploiden Zellkernes tritt deutlich hervor

Sämtliche Teilabbildungen der Bilder 1 bis 3 sind Mikrophotographien von mit Essigsäure-Karmin gefärbten Präparaten und alle unter denselben optischen Bedingungen aufgenommen: Ölimmersion: 100×, Okul.: 10×, Vergrößerung: 1000×, Grünfilter Photos: Helmut Neumann

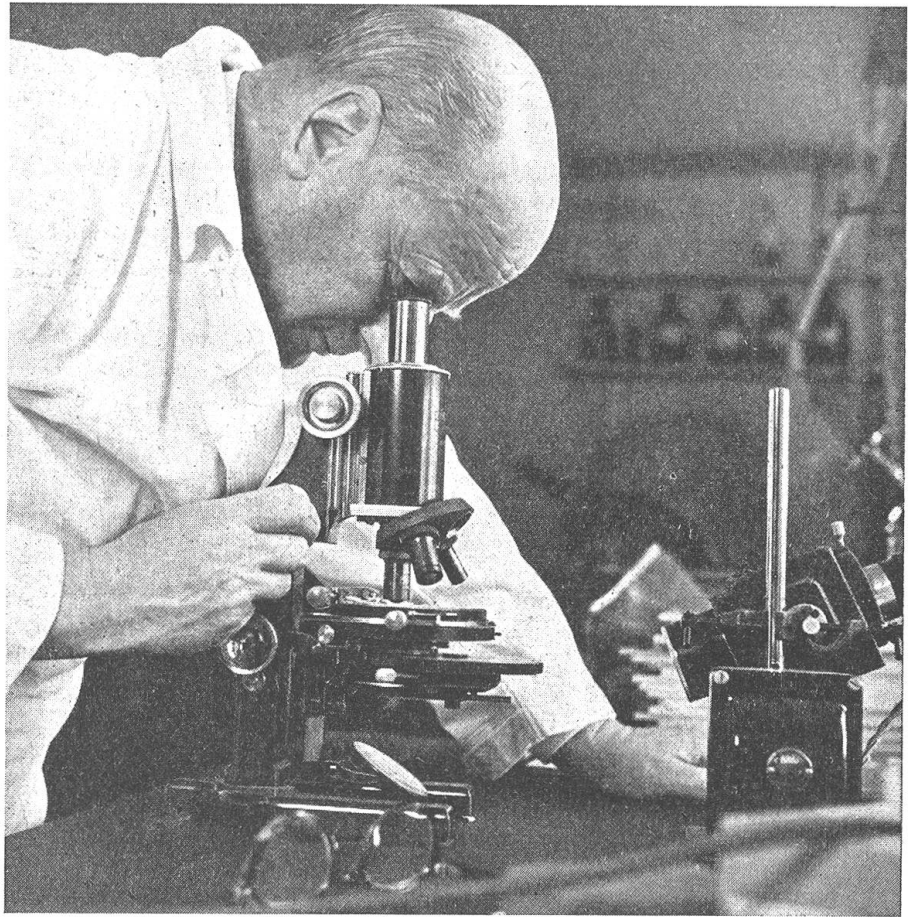
Der schwedische Forscher Prof. Gösta Häggquist, der die vielzitierten Versuche mit polyploiden Kaninchen durchführte

(Photos : Picard, Zürich)

Chromosomenzahl auf das 4-, 8-, 16- bis 2048fache (!) vermehrt war. Außerdem zeigte es sich, daß die eigentlich zu verlangende Zahlenreihe 2, 4, 8, 16, 32 usw. nicht immer beibehalten wurde, sondern daß sich gewisse Abweichungen ergaben, die sogar zu ungeraden Zahlen in dieser Reihe führten. Als Ursache für diese Erscheinung wurde eine Asynchronie der endomitotischen Teilungsmechanik erkannt, bei der einzelne Chromosomen fortlaufend nicht von der Teilung erfaßt wurden.

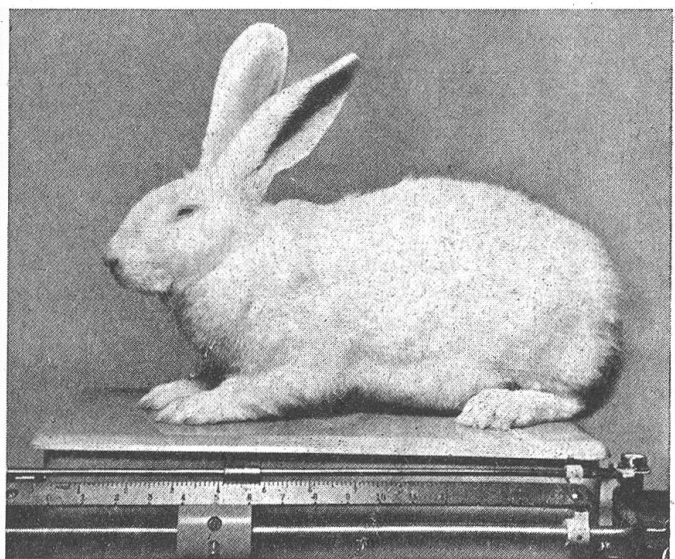
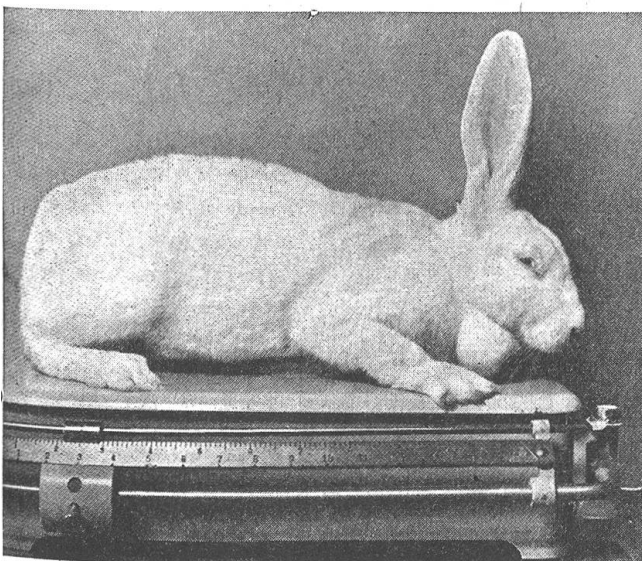
Obwohl sich die polyploiden Kerne durch ihre relative Größe auszeichnen — sie erreichen oft das 50fache ihres ursprünglichen Volumens — und auch genaue Strukturuntersuchungen am Kern Aufschlüsse geben, so ist der unzweifelhafte Nachweis der Polyploidie doch erst während der Teilung der Zellen durch Zählung der Chromosomen zu erbringen.

In der Botanik hilft man sich dabei vielfach so, daß man die Gewebe, deren Polyploidie zu



beweisen ist, mit eigenen Wuchsstoffen, den Auxinen, behandelt, die nun künstlich Mitosen auslösen, bei denen dann die Kerne die Zahl ihrer Chromosomen „zeigen“.

Im Verlauf verschiedener vergleichender Untersuchungen auf diesem Gebiet erkannte man auch, daß die Entstehung diverser Pflanzen-



Links: Normales Kaninchen mit einfachem Chromosomensatz. — Rechts: Eines der beiden triploiden Kaninchen aus demselben Wurf. Die Skala der Waage zeigt deutlich das viel höhere Gewicht des triploiden Tieres an

und Tierrassen mit der Polyploidie insofern zusammenhängt, als die Zellen von Vertretern derselben Art, aber verschiedener Rasse, sich durch verschiedene Chromosomenzahl unterscheiden. So hat z. B. der gewöhnliche Weizen, das sogenannte Einkorn, im diploiden Satz 4 Chromosomen, während der eigentliche Kulturweizen deren 42 besitzt. Auch bei Schmetterlingsrassen konnten dieselben Feststellungen bezüglich der rassenmäßigen Polyploidisierung gemacht werden. Es erschien den Forschern selbstverständlich, daß diese generelle Polyploidisierung, welche sich nicht mehr auf einzelne Gewebe, sondern auf ganze Individuen bezog, nur auf eine Änderung der Chromosomenbeteiligung schon während der Befruchtung zurückgeführt werden könne.

Es bedeutete nun nicht nur in der Erklärung dieses Problems einen großen Fortschritt, als es dem amerikanischen Forscher Blakeslee gelang, mit Hilfe des Giftes der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), dem Colchicin, künstliche Polyploidie bei ganzen Pflanzen zu erzielen. Das Colchicin bewirkt nämlich die Unterdrückung der Kernspindelanlage, deren wichtige Funktion bei der Mitose ja schon weiter oben angedeutet wurde. Bei colchicin-behandelten Zellen unterbleibt daher der Spindelmechanismus, es werden wie bei der Endomitose die Chromosomen wohl auch gespalten, jedoch die beiden so entstandenen Partien rücken nicht zu den Zellpolen. Da es gleich-



zeitig auch möglich war, diese Hemmung des Spindelmechanismus während der Reduktionsteilung durchzuführen, unterblieb in diesen Fällen die Reduktion des Chromosomensatzes und die reifen Geschlechtszellen hatten demzufolge immer noch den diploiden, statt des haploiden Satzes. Da trotzdem die Befruchtungsfähigkeit der nun diploiden Geschlechtszellen erhalten blieb, ließen sich auf diese abefruchtete Eizellen mit tetraploiden — 4fach haploiden — Sätzen erzielen.

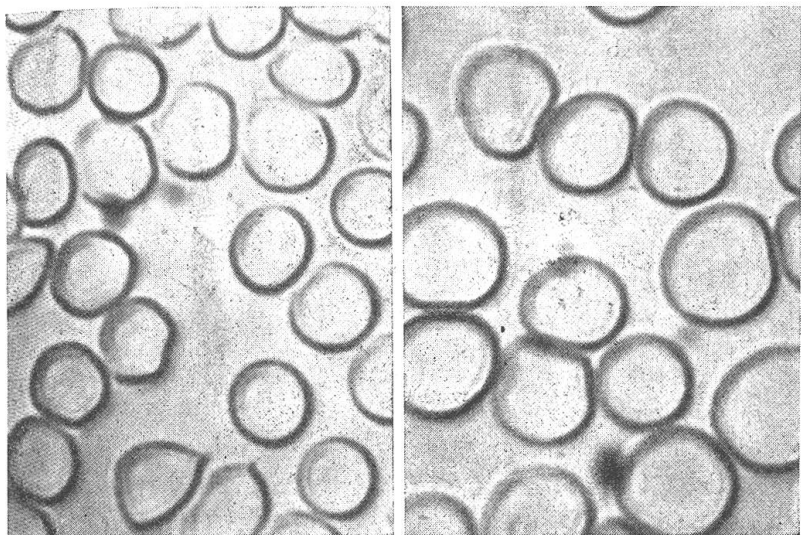
Schon kurze Zeit nach dem Bekanntwerden dieser wirklich sensationellen Ergebnisse wurde es klar, daß durch die künstliche Polyploidisierung eine Beeinflussung, eine Verbesserung unserer Kulturpflanzen grundsätzlich möglich ist. Es liegt in der Natur der Dinge, daß die zweifellos große Bedeutung dieser Experimente von verschiedenen Seiten allerdings überschätzt wurde, und Enthusiasmen, die in der künstlichen Polyploidie eine Lösung der Ernährungsprobleme der gesamten Menschheit erblicken wollten, gehören heute noch zu den Utopien.

Tatsächlich aber ist man in zahlreichen Kulturstaaten darangegangen, verschiedene Nutzpflanzen als polyploid weiterzuzüchten und die erzielten Erfolge lassen auf diesem Gebiet noch Nützliches erhoffen. Polyploide Pflanzen zeichnen sich gegenüber ihren diploiden Stammformen durch gesteigerte Zellgröße aus, die natürlich zu einer Gesamtvergrößerung nicht nur der Pflanze, sondern auch der Früchte

führt. Riesige Radieschen und Kohlköpfe wurden gezüchtet und man erhielt auch wesentlich größeres und saftigeres Obst. Gerade aber hier ergab sich auch schon die Beschränkung der künstlichen Polyploidie, denn wenn auch die Früchte größer waren, so wuchs doch auch gleichzeitig die Wachstumsdauer der Pflanze sowie die Wachstums- und Reifungsdauer der Früchte verlängert.

Trotzdem wurden die entsprechenden Versuche, wie

Das mit Colchicin vermischte Spermium eines Ramlers wird mittels einer eigenen Sonde in den Eileiter der Häs in eingebracht, wo das Colchicin die Verhinderung der Reduktionsteilung (siehe Text) bewirkt



Mikrobild der roten Blutkörperchen eines diploiden (links) und eines triploiden (rechts) Kaninchens in gleicher Vergrößerung. Die Blutkörperchen des triploiden Tieres sind wesentlich größer

auch zunächst nur theoretisch, auch in die Tierzucht übertragen, mit dem Endzweck einer praktischen Anwendung, da man sich speziell von größeren Haustierrassen eine erhöhte Wirtschaftlichkeit versprach. Untersuchungen an Kaltblütlern, bei denen die experimentelle Beeinflussung wesentlich leichter möglich ist, brachten einige Erfolge. Bei Warmblütlern, bei denen die Befruchtung im Körperinnern erfolgt, war es schon an sich ziemlich schwierig, die Behinderung der Reduktionsteilung mit verschiedenen Stoffen — man verwendete neben dem Colchicin noch Senfgas und andere Reagenzien — durchzuführen. Außerdem berichteten die Forscher, die sich mit diesen Problemen bei Warmblütlern auseinandersetzten, daß die eben noch wirksame Dosis des Colchicins gleichzeitig auch schon tödlich wirkt.

Es bedeutete für die Laien- und Fachwelt eine große Überraschung, als aus Schweden berichtet wurde, daß es Prof. Gösta Häggquist vom Carolina-Institut in Stockholm gelungen sei, mit Hilfe der Colchicin-Behandlung polyploide „Riesenkaninchen“ hervorzubringen. Da die von authentischer Stelle, nämlich vom Forscher selbst, veröffentlichten Fachberichte nicht einwandfrei die Methodik dieser Polyploidisierungsversuche an höheren Tieren beinhalten, ist einstweilen jede weitere Diskussion über die sich aus diesen Experimenten ergebenden Möglichkeiten hinfällig.

Bei den Versuchen im Carolina-Institut in Stockholm ging Prof. Häggquist so vor, daß er dem normal haploiden Sperma eines Rammlers Colchicin beimengte und das gemischte Ejakulat in den Eileiter einer Silberhäsin überführte. Hier bewirkte das Colchicin die Verhinderung der Reduktionsteilung in den Eizellen, wodurch diese diploid blieben, statt wie normal haploid zu werden. Nach der Befruchtung der diploiden Ei-

zellen durch die haploiden Spermien entstanden demnach befruchtete Eizellen mit dreifach haploiden sogenannten triploiden Chromosomensätzen. Von den sieben Jungtieren, die die Häsin daraufhin warf, blieben nur drei am Leben, von denen der Forscher der Ansicht war, daß zwei von ihnen triploid seien. Diese beiden Tiere wurden nämlich gegenüber ihrem Geschwister in der Zeiteinheit wesentlich größer, was zu ihrer Bezeichnung als „Riesenkaninchen“ Anlaß gab. Von verschiedenen berufenen Seiten wurden nach Bekanntgabe des Gewichtes der beiden Hasen der berechnete Einwurf erhoben, daß diese Benennung zuviel besage, da man heute Kaninchenrassen kennt, bei denen wesentlich schwerere und größere Exemplare vorkommen als es die beiden triploiden Tiere Prof. Häggquists waren.

Zur einwandfreien Feststellung der Polyploidie war die direkte Chromosomenzählung notwendig, weswegen eines der triploiden Tiere getötet und untersucht wurde. Bei dieser Befundung konnte tatsächlich die Triploidie bestätigt werden. Da aber unterdessen auch das zweite triploide Kaninchen eingegangen ist, ist entgegen aller phantastischen Zeitungsberichte der von Prof. Häggquist gezüchtete polyploide Stamm wieder ausgestorben.

Während die stets sensationshungrige Tagespresse und pseudowissenschaftliche Journalisten die Meldungen über diese Versuche zu der Prophezeiung aufbauschen, daß nun das „Zeitalter der Riesen“ anbreche, hat die Fachwelt die schwedischen Untersuchungen mit einer gewissen Skepsis zur Kenntnis genommen, ist sich aber im großen und ganzen über ihre eventuelle theoretische Bedeutung einig. Sie muß es allerdings vorerst ablehnen, aus diesen Experimenten schon weitere Schlüsse für die Praxis zu ziehen. An sich gilt aber heute mehr denn je die Feststellung, daß mit diesen Arbeiten der Chromosomenforschung Neuland erschlossen wurde, das zwar schon vieles ahnen läßt, das jedoch erst durch umfassende, systematische Arbeit nutzbar gemacht werden kann.