

Zeitschrift:	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
	ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
Herausgeber:	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
Band:	99 (1957)
Heft:	1
Artikel:	Letales Grau beim Schaf
Autor:	Schumann, Hildegund
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-588663

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

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

fra metà giugno e metà luglio, prima di salire sugli alpi. Tali posti si scovano con osservazioni locali fatte da persone addestrate. Qui le mosche si lasciano *prendere* con procedimento adatto. Un posto di raccolta sugli alti alpi è adatto per distruggere le mosche femmine fecondate. Con questo metodo l'autore conta su un risultato migliore che coi metodi usati finora, soprattutto riguardo al valore delle pelli.

Summary

In the control of hypoderma the biological peculiarities have to be considered more than in the past. The author draws attention on the following points. The gathering places of the flies must be found. They are in the pre-alpine districts, where cattle are placed from the middle of June to middle of July. Such gathering places are recognized by instructed men by means of certain characteristic marks. Here the flies can be captivated. Such a capture station near the cattle in the high alps may collect and destroy the fertilized female flies. According to the author this method must improve the results of the present methods of hypoderma control, especially with regard to the hide damages.

Literaturnachweis

[1] H. Thomann, Massenschwärmen von Cephenomyia Stimulator Clark. Mitteilungen der Schweizer. Entomolog. Ges. XX. 4. 47 (MSEG). – [2] R. Kühl, Beiträge zur Biologie und Bekämpfung der Rinder-Dasselfliegen. Anzeiger für Schädlingskunde XXII. 5. 49, S. 76. – [3] W. Tief, Beitrag zur Kenntnis der Dipterenfauna Kärntens, p. XXII. – [4] Th. Steck, Ein eigenartiges Vorkommen der Dasselfliege MSEG XV. 6., p. 206/07. – [5] A. Gansser, Flugvermögen und Flugverbreitung der Dasselfliege in der Schweiz. Alpwirtschaftliche Monatsblätter 1933. 1. – [6] A. Gansser, Dasselfliegen, Biologie, Schäden und Bekämpfung von Oestriden. Verlag der Schweizer. Häuteschädenkommission 1951. Zürich und Basel.

Siehe auch: A. Gansser, Beitrag zur Differenzialdiagnose von hypoderma bovis und hypoderma lineatum schweizerischer Herkunft und deren geographische Verteilung. M.S.E.G. XVIII, 1, 1940. – A. Gansser, L'œuf de l'estre du bœuf (varon) et sa ponte. Bulletin de la Murithienne, Société valaisanne de Sciences naturelles. Fasc. LX, années 1942/43. – A. Gansser, Die Dasselfliege, ihre Schäden und die Bekämpfung in der Schweiz. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz, Bern 1923. – F. Martinoni, Contributo alle conoscenze della biologia dell'estro bovino in Svizzera e riassunto storico sull'attività della Schweizerische Häuteschädenkommission (SHSK) dalla sua fondazione al 1944. Dissertation Bern 1950. – A. Gansser, Die Bekämpfung der Dasselfliegenbrut mit aromatischen Stoffen. Schweiz. Lederindustriezeitung 1933, Nr. 5.

Aus dem Institut für Tierzucht und Erbpathologie der Freien Universität Berlin
(Damaliger Direktor: Prof. Dr. P. Koch)

Letales Grau beim Schaf

Von Dr. Hildegund Schumann

Wenn ein Letalfaktor mit einem Farbfaktor gekoppelt ist, das heißt wenn beide Gene im gleichen Chromosom liegen und sich daher auch gemeinsam vererben, ist es nicht möglich, Tiere oder Pflanzen mit der betreffenden Farbe rein zu züchten, da nur die Heterozygoten lebensfähig sind, während

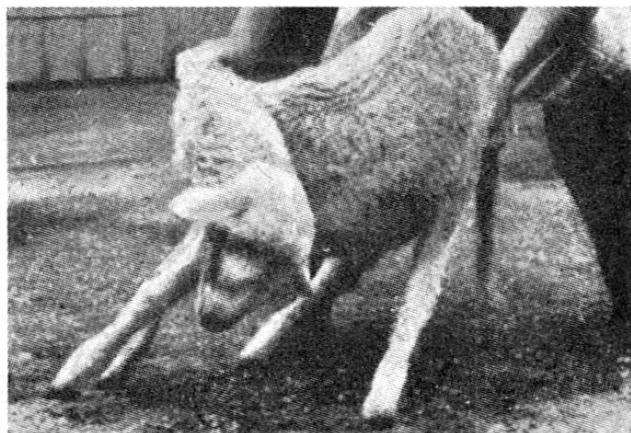
die Homozygoten, die den Letalfaktor in doppelter Dosis in ihrem Erbgut tragen, einem prä- oder postnatalen Tode verfallen sind. So gibt es zum Beispiel gelbblättrige Pflanzen, die man nicht reinzüchtend erhalten kann, da der für die Gelbblättrigkeit verantwortliche Faktor mit einem Letalfaktor gekoppelt ist, der im homozygoten Zustand die jungen Keimlinge absterben läßt. Auch bei Mäusen ist der dominante Farbfaktor für Gelb mit einem solchen Sterblichkeitsfaktor verbunden, so daß nur heterozygote gelbe Mäuse lebensfähig sind. Bei Katzen gibt es ein dominantes Gen für weiße Fellfarbe, das mit einem Letalfaktor gekoppelt ist, der das Absterben homozygoter Katzenembryonen bewirkt. Bei einem norwegischen Hasenhund, dem sogenannten Dunkerhund, ruft der dominante Faktor für getigerte Farbe im homozygoten Zustand eine Weißsprengelung des Fells hervor. Solche Hunde sind blind und taub. Einige von ihnen können aber überleben, so daß es sich in diesem Fall nur um einen Semiletalfaktor handelt. Auch bei anderen Hunderassen ist die letale Farbzeichnung bekannt. Bei weißen Wyandotten kommt ein Semiletalfaktor vor, der mit dem Gen für rezessives Weiß gekoppelt ist und auf einen großen Teil der homozygoten Embryonen tödlich wirkt. Ferner wird bei den sogenannten Frederiksborger Schimmeln das Vorhandensein eines Letal- oder Semiletalfaktors und dessen Koppelung mit dem Faktor für weiße Farbe vermutet. In der Tierzucht wirken sich Letalfaktoren, die sich zusammen mit Farbgenen vererben, dann besonders unangenehm aus, wenn die betreffende Färbung bei den Züchtern beliebt ist und daher eine Reinzucht angestrebt wird. Handelt es sich um einen dominanten Farbfaktor, so wird eine Paarung heterozygoter Tiere unter sich immer die gleichen Ergebnisse zeigen: 50 % der Nachkommen haben die gewünschte Farbe, erweisen sich bei der Weiterzucht aber wieder als heterozygot, 25 % (die für das Farbgen Homozygoten) sterben vor dem Erreichen des Reifestadiums ab und 25 % der Nachkommen sind andersfarbig. Ein rezessiver Farbfaktor kann praktisch nur mit einem Semiletalfaktor, der seine tödliche Wirkung nur bei einem Teil der homozygoten Individuen entfaltet, gekoppelt sein, da ein vollpenetranter Letalfaktor die Manifestierung der betreffenden Färbung verhindern würde. Bei solchen Paarungen fällt dem Züchter die hohe Embryonalsterblichkeit bzw. die geringe Vitalität der Neugeborenen auf. Kommt aber die Letalität schon in einem sehr frühen Stadium der Embryonalentwicklung zur Auswirkung, so daß die abgestorbenen Föten resorbiert werden, so können solche Letalfaktoren unter Umständen völlig unerkannt bleiben, während man die mangelhafte Fruchtbarkeit der Muttertiere anderen Ursachen zuschreibt.

Constantinescu (1932) studierte den Vererbungsgang der Wollfarbe beim rumänischen Turcmana-Schaf und stellte fest, daß Grau keine Intermediärfarbe, sondern eine selbständige monofaktorielle Farbe ist, die über Schwarz dominiert. Trotz eingehender Zuchtversuche gelang es aber nicht, graue Schafe rein zu züchten, wie das mit schwarzen Turcmana-Schafen möglich ist. Alle erwachsenen grauen Schafe erwiesen sich als heterozygot, denn bei ihrer Paarung untereinander mendelten immer wieder schwarze Lämmer heraus. Allerdings entsprach das Aufspaltungsverhältnis

von annähernd 2 : 1 nicht dem erwarteten 3 : 1-Verhältnis. Auf diesem Umstand und auf der Tatsache, daß niemals homozygote graue Schafe gefunden wurden, basiert die Erkenntnis des Verfassers, daß die graue Farbe mit einem rezessiven Letalfaktor gekoppelt ist, wodurch nicht nur der Ausfall der homozygoten grauen Schafe, sondern zugleich – durch das von diesen repräsentierte fehlende Drittel – das verschobene Aufspaltungsverhältnis erklärt werden kann. Danach müßte es sich bei dem von Constantinescu gefundenen Letalfaktor um einen mit voller Penetranz ausgestatteten und seine Wirksamkeit schon und ausschließlich im frühen Embryonalstadium entfaltenden Faktor handeln. Diese Interpretation ist jedoch nicht mit den Forschungsergebnissen späterer Autoren in Einklang zu bringen. Glembockiř, Djačkov und Krymskaja (1934), die auch beim russischen Karakulschaf die Letalwirkung des Graufaktors *We* (auch Shirazfaktor genannt) im homozygoten Zustand feststellten, fanden bei ihren 4186 Lämmer einschließenden Experimenten, daß Shirazeltern 25% schwarze (oder andersfarbige) Lämmer und 75% graue Lämmer brachten, was dem regulären Verhältnis von 3 : 1 entspricht. 25% der Lämmer starben vor Erreichung des zuchtfähigen Alters. Von diesen wurde angenommen, daß sie den *We*-Faktor in doppelter Dosis besessen hatten. Hiernach würde sich der Letaleffekt erst nach der Geburt zeigen, so daß die homozygoten grauen Lämmer nicht schon im Mutterleib, sondern erst während der postembryonalen Entwicklung absterben. Die genetische Analyse wurde fortgesetzt und ihre Ergebnisse von Glembockiř (1935) an Hand umfangreichen Materials erneut bestätigt. Die gleichen Verhältnisse wie beim russischen Karakulschaf finden sich nach Mihnovskiř (1944) auch beim ukrainischen Sokolka-Schaf. Contescu und Epureanu (1939) stellten bei ihren Zuchtversuchen mit Turemana-Schafen fest, daß der aus Paarungen grauer Schafe untereinander hervorgegangene Prozentsatz schwarzer Lämmer unter 25% und der grauer Lämmer über 75% lag. Diese Abwandlung des Aufspaltungsverhältnisses zugunsten der grauen Tiere kam dadurch zustande, daß einige Schafe ausschließlich graue Lämmer zur Welt brachten, obwohl sie mit heterozygoten grauen Böcken gepaart worden waren. Diese Mutterschafe waren also offenbar homozygot. Man kann daher annehmen, daß nicht sämtliche für den *We*-Faktor homozygoten Lämmer einem frühen Tod erliegen, sondern einige von ihnen unter günstigen Umständen überleben können. Hierfür spricht auch die Tatsache, daß bei den durchgeführten Zuchtversuchen nicht 33,33%, sondern nur 30,2 bzw. 28,8% der grauen Lämmer eingingen. Weitere Untersuchungen wurden von Contescu und Leagu (1941) in fünf Turemana-Zuchten angestellt und führten zur Erhöhung der Vermutung, daß es sich bei dem mit dem grauen Farbfaktor gekoppelten Letalfaktor um einen Semiletalfaktor handelt. Langlet (1949), der sechs Jahre lang Zuchtversuche mit grauen Karakuls durchführte, beobachtete, daß nicht nur graue, sondern auch sogenannte braungeschimmelte Tiere, bei denen die Wolle eine Mischung von Braun und Weiß zeigt, den Letalfaktor auf ihre Nachkommen vererben. Der Verfasser nimmt daher an, daß der die Braunschimmelung bewirkende Faktor mit dem für die graue Färbung verantwortlichen Gen identisch ist. Je nach der vorhandenen Grundfarbe (Schwarz oder Braun) entstehen sogenannte Blau- oder Braunschimmel. Ist keine Grundfarbe vorhanden, bleibt der Faktor unwirksam, und der Phänotyp wird weiß. Die Bezeichnung «Graufaktor» wäre daher besser durch «Schimmelungsfaktor» zu ersetzen. Im Gegensatz zu den Beobachtungen von Contescu und Mitarbeitern scheinen bei Langlets Material alle homozygoten grauen Schafe eingegangen zu sein.

Was nun den Zeitpunkt betrifft, zu dem die von dem Letalfaktor betroffenen Lämmer zugrunde gehen, so geht aus den Angaben der angeführten Autoren (bis auf Constantinescu) deutlich hervor, daß die homozygoten grauen Lämmer weder intrauterin noch kurz nach der Geburt absterben. Glembockiř und Mitarbeiter (1934) berichten, daß die Letalwirkung erst nach Ablauf von 6 Wochen in Erscheinung tritt. Vor dem Absetzen soll die Sterblichkeit bei den Shirazlämmern nicht größer sein als bei den andersfarbigen Lämmern. Nach den Beobachtungen von Contescu und

Leagu (1941) geht ein großer Teil der homozygoten Lämmer im Alter von 3 bis 4 Wochen und ein anderer Teil im Alter von 5 bis 6 Monaten ein. Todesfälle nach diesem Zeitpunkt sind selten, können aber noch bis zum Alter von 10 Monaten auftreten. Nel und Louw (1953) stellten fest, daß bei afrikanischen grauen Lämmern der Letalfaktor vor allem vom 4. bis zum 9. Monat seine Auswirkung zeigt. Ferner wurde ein saisonbedingter Anstieg der Mortalität während der heißesten Jahreszeit Afrikas bemerkt.



Typische Haltung eines homozygoten grauen Karakullamms im Endstadium der Erkrankung. Nach Langlet.

Die Krankheit der homozygoten grauen Lämmer besteht in gastrointestinale Störungen, die sich durch folgende von Contescu und Epureanu (1939) und Langlet (1949) beschriebene Symptome zu erkennen geben: Tympanie und geringfügiger Darmkatarrh sind mit Appetitlosigkeit, hochgradiger Abmagerung und Schwäche vergesellschaftet. Langlet hebt besonders die eigenartige Seitwärtsverzehrung des Kopfes der teilnahmslos, mit weit vorgestreckten Beinen am Boden liegenden Lämmer hervor. Auch bei künstlicher Aufrichtung der Tiere bleiben Kopf- und Gliedmaßenstellung unphysiologisch. Der Tod tritt schließlich durch völlige Entkräftigung ein. Glembocki und Mitarbeiter (1934) stellten durch Sektionen fest, daß bei den betroffenen Lämmern ein Unvermögen zur Verdauung von vegetarischem Futter besteht und führten diese Erscheinung zunächst auf eine Unterentwicklung des Pansens zurück. Die Verfasser erwähnen ferner eine Beobachtung von Ivanov, der bei der Sektion eines an Tympanie eingegangenen grauen Malichlammes ein völliges Fehlen des Pansens feststellte. Auch bei drei verendeten grauen Karakullämmern fehlte der Pansen vollständig. Weitere Beobachtungen in dieser Richtung verliefen jedoch negativ. Glembocki (1935) fand bei der Sektion von betroffenen Jährlings schafen eine gute Entwicklung aller vier Teile des Magens. Der Labmagen war stets mit unverdaulichem Grünfutter gefüllt und der Pylorus kontrahiert. Auf Grund dieser Feststellungen vermutet der Verfasser ursächlich einen Mangel an Labmagenferment. Contescu und Epureanu (1939) stellten bei der Sektion homozygoter grauer Turemana-Lämmer Verfilzungen im Pansen oder im Netzmagen fest. Außerdem fanden sie Dünndarmeinschreibungen bis zu einer Länge von 50 cm und Hämorrhagien und Nekrosen der Dünndarmschleimhaut. Die übrigen Organe waren anämisch. Die Sektionsbefunde Langlets (1949) lauten ähnlich.

Pašov und Kravcov (1935) hielten 15 homozygote graue Schafe, die an chronischer Tympanitis litten, unter Beobachtung und stellten eine Hypersensibilität des Vagusnerven fest, die eine intensive Bewegung des Pansens verursacht und die Bewegungen des Labmagens unterdrückt. Die 15 Lämmer wurden zwei Monate lang unter Diät gehalten, die aus Milch mit Milchsäure bestand. Drei der Tiere überlebten. Die Verfasser vermuten, daß homozygote Tiere durch sorgfältigste Pflege während des

kritischen Entwicklungsstadiums am Leben erhalten werden könnten. Auch Ivanenko (1949) vertritt die Ansicht, daß betroffene Lämmer durch besonders sorgfältige Aufzucht und durch Spezialfütterung der Mutterschafe gerettet werden könnten.

Glembockiň und Mitarbeiter (1934) beobachteten, daß die nicht überlebenden Lämmer sich meist außer durch ihre schwache Konstitution durch eine hellere Färbung der Wolle, weiße Augenwimpern und weiße Ringe rund um die Augen von den übrigen grauen (heterozygoten) Lämmern unterscheiden. Auch Giginešvili (1949) fand einen Zusammenhang zwischen der vorhandenen Pigmentmenge und der Lebensfähigkeit. Von 265 Nachkommen grauer Schafböcke und grauer Mutterschafe starben innerhalb von 14 Monaten 62 der Lämmer (23,7%). Die niedrigste Lebensfähigkeit wiesen die lichtgrauen Lämmer auf. In dem Maße, in dem sich die Farbe des Vlieses zu Schwarzgrau vertiefte, war die Konstitution der Lämmer besser und die Mortalität geringer. Besonders hoch war die Sterblichkeit bei Lämmern, die kein Pigment in der Zunge und im Gaumen hatten, wobei die Hautfarbe keine Rolle spielte. Nel und Louw (1953) erwähnen, daß von 18 eingegangenen grauen Lämmern 16 weiße Zungen hatten.

Glembockiň (1935) wirft die Frage des Ursprungs der Mutation auf und berichtet, daß Mihnovskiň die Identität der grauen Farbe des ukrainischen Sokolkaschafes mit der des Karakulschafes beweisen konnte. Die Farbe des Karakulschafes wiederum ist aber identisch mit der des auf der Krim beheimateten Malichschafes. Daß die gleiche Mutation nun in drei verschiedenen Zuchten ganz unabhängig auftritt, ist sehr unwahrscheinlich. Der Verfasser nimmt an, daß das ursprüngliche Entstehungszentrum des Shirazgens in Persien, vielleicht in der Provinz Shiraz, zu suchen ist. Von dort müssen die Karakulschafe nach der Krim gekommen sein, wo durch Kreuzung mit lokalen Schafrasse die Malichschafe entstanden. Im 18. Jahrhundert (nach Eroberung der Krim durch die Russen) wurden graue Schafe nach der Ukraine importiert und bildeten dort die Grundlage der grauen Sokolkaschafe.

Die Schäden, die der mit dem grauen Farbgen gekoppelte Letalfaktor verursacht, sind deshalb so unangenehm, weil gerade die grauen Karakulfelle besonders gesucht und ertragreich sind. Darum wird auch immer wieder der von vornherein zum Scheitern verurteilte Versuch unternommen, eine Reinzucht grauer Karakuls aufzustellen. Der Züchter muß sich bei diesem Unternehmen darüber klar sein, daß der Ausfall etwa eines Drittels der grauen Lämmer in Kauf zu nehmen ist. Mühselige Versuche, homozygote Tiere durch besondere Wartung und Spezialfütterung am Leben zu erhalten, sind wirtschaftlich ohnehin nicht tragbar und haben allenfalls experimentellen Wert. Für die praktische Tierzüchtung ergibt sich daher zur Vermeidung von Verlusten die Notwendigkeit, auf eine Inzucht mit grauen Karakulschafen zu verzichten.

Résumé

Lorsqu'un facteur létal est accouplé à un facteur chromatique, c'est-à-dire lorsque les 2 gènes se trouvent dans le même chromosome et se transmettent ainsi également en commun, il n'est pas possible de produire des animaux ou des plantes de couleur pure. En effet, seuls les hétérozygotes sont viables, tandis que les homozygotes, qui ont hérité le facteur létal en dose double, sont voués à une mort pré- ou postnatale. Ce facteur a son rôle à jouer dans l'élevage du mouton dans des pays comme la Russie et la Roumanie, où le caracul et des races semblables sont élevés pour la toison. Les toisons grises ont beaucoup de valeur, de telle sorte qu'on essaie toujours de produire ces races-là. Mais les pertes sont très élevées. Beaucoup d'essais laborieux ont échoué et c'est ainsi qu'il a fallu renoncer à l'endogamie dans l'élevage des caraculs gris.

Riassunto

Se un fattore letale si accoppia con un fattore di colorazione, se cioè ambo i geni si trovano nello stesso cromosoma e quindi si ereditano insieme, non si possono allevare in purezza animali o piante poichè solo gli eterozigoti sono vitali; gli omozigoti che nel loro patrimonio ereditario possiedono in doppia dose il fattore letale sono destinati a morte prenatale o postnatale. Questa circostanza esercita un ruolo nell'allevamento ovino in Paesi come la Russia e la Romania, ove le pecore Karakul e simili sono allevate per avere delle pellicce. Questa se grigie sono particolarmente preziose, in modo che si tenta sempre di allevare i rispettivi ceppi di pecore. Ma al riguardo succedono sempre delle grandi deficienze. Molti esperimenti penosi sono falliti cosicchè le pecore Karakul non vanno allevate in linee troppo consanguinee.

Summary

In case of combination of a lethal factor with a colour factor, i.e. the presence of the two genes in the same chromosome and therefore of combined hereditary transmission a pure breeding of the colour is impossible in animals and plants. Only heterozygotes are vital, whilst homozygotes, carrying the double dose of lethal factors, die ante or post partum. This is important in countries, like Russia or Rumania, where karakuls and similar sheep are bred for furs. The grey ones are of special value, and numerous attempts were made to breed them, but always with great deficiencies, and many negative results. The inbreeding of grey karakuls has to be given up.

Literatur

Contescu D. und St. Epureanu: Z. Tierzüchtung 44, 211 (1939). – Contescu D. und A. Leagu: Z. Tierzüchtung u. Züchtungsbiol. 50, 172 (1941). – Constantinescu G. K.: Ann. inst. nat. zootechnique de Roumanie 1, 15 (1932). – Giginešvili N.S.: Karakulevodstvo i Zverovodstvo Nr. 2, 21 (1949). – Glembockij Ja. und I. Djačkov und E. Krymskaja: Probl. Zivotn. Nr. 5, 72 (1934) und Biol. Žurn. 3, 366 (1934). – Glembockij Ja.: Probl. Zivotn. Nr. 2, 41 (1935). – Glembockij Ja.: Biol. Žurn. 4, 355 (1935). – Ivanenko V.I.: Karakulevodstvo i Zverovodstvo Nr. 4, 20 (1949). – Langlet J.: Ztschr. Tierz. u. Züchtungsbiol. 58, 242 (1949). – Mihnovskij D.K.: Trud. ukr. nauč.-issled. Inst. Životn. 10, 90 (1944). – Nel J.A. und D.J. Louw: Fmg. S. Afr. 28, 169 (1953). – Pašov T.V. und S. F. Kravcov: Probl. Životn. Nr. 9, 80 (1935).

Aus dem Veterinär-Physiologischen Institut der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. H. Spörri)

Untersuchungen über die Wirksamkeit von gonadotropen und östrogenen Wirkstoffen sowie von Vitamin E bei der Anöstrie des Schweines¹

Von H. Spörri und J. Odermatt

A- und Subfunktion der Ovarien und die damit verbundene Anoestrie ist bei Zuchtschweinen eine verhältnismäßig häufige Sterilitätsursache. Seitdem

¹ Exzerpt aus der Inaug. Dissertation von J. Odermatt.