

**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:** 103 (1961)

**Heft:** 8

**Artikel:** Methodik und Ergebnisse der Zwillingsforschung beim Rind

**Autor:** Winzenried, H.U.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-591692>

### **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:** 12.01.2026

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

and typical histopathological lesions, and by exclusion of other, similar, diseases coming into consideration. Artificial transmission on 12 one day old chickens was successful in 2 cases only.

### Literatur

Badstue P. B. und G. Velling: Encephalomyelitis avium (AE) i Danmark. Foreløbig meddelelse. Nord. Vet.-Med. 11, 331–340 (1959). – Burtscher H.: Zum Vorkommen der Aviären Enzephalomyelitis in Österreich. Zentralbl. Vet. Med. 7, 841–877 (1960). – Fankhauser R.: Tierische Virusencephalitiden. Dtsch. Z. Nervenheilk. (im Druck). – Fritzsche K.: Die aviäre Enzephalomyelitis in Fritzsche-Gerriets' «Geflügelkrankheiten». Berlin und Hamburg (Parey) 1959. – Jones E. E.: An Encephalomyelitis in the Chicken. Science 76, 331–332 (1932). – Jones E. E.: Epidemic Tremor, an Encephalomyelitis affecting young Chickens. J. exper. Med. 59, 781–798 (1934). – Lindgren N. O., A. Nilsson und K. Bakos: Infektiöse aviäre Enzephalomyelitis beim Küken in Schweden. Nord. Vet. Med. 9, 801–821 (1957). – Löliger H.-Ch.: Die Pathomorphologie des Bindegewebes beim Huhn. Arch. exper. Vet. Med. 14, 381–451 (1960). – Lucas A. und M. Laroche: L'encéphalomyélite aviaire à virus en France. Bull. Acad. vét. France 30, 359–362 (1957). – Markson L. M. und J. D. Blaxland: Infectious Avian Encephalomyelitis. Vet Rec. 70, 1208–1213 (1958). – Olitzky P. K.: Avian Encephalomyelitis (Epidemic Tremor) in Biester and Schwarte's "Diseases of Poultry", 2. Aufl. Ames, Iowa (Iowa State College Press) 1948.

---

Aus dem Tierzucht-Institut der Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. H. U. Winzenried

## Methodik und Ergebnisse der Zwillingsforschung beim Rind\*

von H. U. Winzenried

Die Zwillingsforschung, die heute in der Tierzuchtwissenschaft mehr und mehr Eingang findet, basierte zunächst auf den in der Humanmedizin angewandten Methoden, die ihrerseits in ihren Grundlagen auf Francis Galton [6], den Begründer der Eugenik, zurückgehen. Dieser glaubte – und das geht aus einer im Jahre 1876 erschienenen Abhandlung hervor –, daß der Einfluß von Erbe und Umwelt auf das Zustandekommen eines Merkmals durch eine Gegenüberstellung von identischen und nicht identischen Zwillingen *getrennt* bestimmt werden könne. Diese Arbeit Galtons, die aus vormendelistischer Zeit stammt, ist lange kaum beachtet worden, weil zuerst eine Methode zur sicheren Diagnostizierung eineiiger und zweieiiger Zwillinge ausgearbeitet werden mußte.

Die *Diagnostizierung* eineiiger Zwillinge geschieht heute in der Humanmedizin nach der polysymptomalen Ähnlichkeitsdiagnose, welche durch Siemens [21] im Jahre 1924 eingeführt wurde; sie beruht im Prinzip darauf, daß sich verschiedene erbliche Merkmale und Eigenschaften bei eineiigen Zwillingen (EZ) vorwiegend kon-

---

<sup>1</sup> Antrittsrede vom 21. Januar 1961, mit tabellarischen Ergänzungen.

kordant und bei zweieiigen Zwillingen (ZZ) vorwiegend diskordant verhalten. In der Humangenetik gelangt die Zwillingsforschung vor allem dort zur Anwendung, wo es gilt, den relativen Anteil von Erb- und Umweltbeeinflussbarkeit eines Merkmals zu bestimmen. Man versucht unter anderem auch die Größe der Modifikationsbreite bzw. den Grad der Manifestationsschwankung einer Eigenschaft festzustellen.

Die Siemens'sche zwillingspathologische Vererbungsregel vergleicht die eineiigen Zwillingspaare mit reinen Linien, indem ein EZ-Paar aus zwei genotypisch identischen Individuen besteht, deren Merkmalsunterschiede ausschließlich paratypisch bedingt sind, während die Merkmalsunterschiede der ZZ auch von der verschiedenen Erbanlage der Paarlinge abhängen. Bekanntlich entstehen die EZ durch Teilung eines befruchteten Eies in einem sehr frühzeitigen Stadium. Es entwickeln sich somit getrennt zwei Individuen, die aus *einem* Spermium und *einer* Eizelle hervorgegangen sind und deshalb eine genetisch identische Zusammensetzung aufweisen. Sie sind folglich immer gleichgeschlechtlich, haben dieselbe Blutgruppe und zeigen sehr große Ähnlichkeit in vielen morphologischen Merkmalen.

In der *Tierzucht* haben sich als erste Lillie [14] und Keller und Tandler [10] mit Zwillingsgeburten beim Rind befaßt, und zwar im Zusammenhang mit dem Problem der Sterilität der weiblichen Partner bei verschiedengeschlechtlichen Zwillingsgeburten. Sie stellten sich zunächst nur die Frage nach dem Vorkommen eineiiger Zwillinge, die im allgemeinen, wegen der oft frappanten Ähnlichkeit gleichgeschlechtlicher Zwillinge, bejaht wurde. Nach diesen ersten Arbeiten über EZ folgte eine Reihe von Jahren, in welchen sich verschiedene Tierzuchtfachleute mit der Beschreibung sehr ähnlicher gleichgeschlechtlicher Zwillinge befaßten. Es seien hier nur die Arbeiten von Lush [15, 16], Hutt [9] und Peters [18] erwähnt.

Es ist das große Verdienst von Carl Kronacher [11], der in den dreißiger Jahren den Lehrstuhl für Tierzucht an der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin innehatte, nachgewiesen zu haben, daß einerseits EZ wirklich vorkommen und andererseits wie die Monozygotie diagnostiziert werden können. Seine Arbeiten befassen sich aber ausschließlich mit den grundlegenden Fragen der *Diagnostizierung* eineiiger Zwillinge.

Aufbauend auf diesen Arbeiten hat dann Bonnier [1, 2] im *schwedischen Tierzucht-Institut Wiad* als erster planmäßige Versuche mit EZ durchgeführt, wobei er sich neben den Heritabilitätsproblemen auch mit den Diagnostizierungsmethoden befaßte. Nach dem zweiten Weltkrieg begann man in verschiedenen Tierzucht- und Forschungsinstituten von Europa und Übersee mit EZ zu arbeiten, so daß man heute auf mindestens 15 Jahre praktische Versuchstätigkeit zurückblicken kann. Die Verwendung von EZ ist damit zu einem bedeutenden Zweig der modernen tierzüchterischen Forschungsarbeit geworden.

Über das Vorkommen eineiiger Rinderzwillinge bestehen heute keine Zweifel mehr. Wenn man das Vorkommen von gleich- und ungleichgeschlechtlichen Zwillingen in großen Populationen vergleicht, so kann man die Frequenzwerte eineiiger Zwillinge statistisch berechnen; die Frequenz der totalen Zwillingsgeburten beträgt, je nach Materialgröße und Rasse, etwa 1,5–4,6%, und davon entfallen nach den bisherigen Erhebungen aus sehr verschiedenen Rassegebieten 7–19% auf EZ.

Die Voraussetzung für den Einsatz eineiiger Rinderzwillinge für Versuchszwecke ist, daß man EZ findet und kurz nach der Geburt als solche diagnostiziert, damit sie raschmöglichst in die der Versuchsanordnung angepaßte standardisierte Umwelt gebracht werden können. Das geschieht am zweckmäßigsten so, daß man die Landwirte in ihren Fachzeitschriften auffordert, ähnliche gleichgeschlechtliche Zwillingsgeburten zu melden, die dann, je nach den Verhältnissen, im Betrieb selbst oder in den Forschungsinstituten geprüft und diagnostiziert werden.

Wie schon erwähnt, haben Kronacher [11] und seine Mitarbeiter für die Diagnostizierung die Grundlagenforschung betrieben, indem sie eine große Anzahl morphologischer und physiologischer Eigenschaften prüften und auf Grund eines Ähnlichkeits-



testes eine Differenzierung in eineiige und zweieiige Zwillinge vornahmen. Dieser *Kronachersche Ähnlichkeits-Index* basiert auf einem Durchschnitt von Punkten, die den verschiedenen Eigenschaften, entsprechend dem relativen Ähnlichkeitsgrad, gegeben werden. Jedes Punktiersystem versucht aber einer im Grunde genommen subjektiven Beurteilung eine objektive Note zu geben, weshalb man nicht starr an diesen Indices festhalten sollte. Nach meiner Erfahrung findet ein geübter und kritischer Beobachter in jedem Einzelfall gewisse individuelle Eigenschaften bei beiden Partnern eines eineiigen Zwillingspaars, welche den Entscheid ganz wesentlich erleichtern. Zur Diagnostizierung eineiiger Rinderzwillinge werden folgende Merkmale und Eigenschaften herangezogen:

Die *Körpermaße*, welche vor allem von Kronacher benutzt wurden, sind für die Diagnostizierung junger Zwillingeskälber wenig geeignet, weil die Messungen nicht mit der notwendigen Genauigkeit vorgenommen werden können. Da es aber wichtig ist, EZ möglichst kurz nach der Geburt zu identifizieren, sind diese Maße also von geringem diagnostischem Wert. Hancock [7] aus Neuseeland behauptet beispielsweise, daß eine Beurteilung der gesamten äußeren Erscheinung durch einen fähigen Beobachter ein genaueres Urteil bezüglich der Eineiigkeit gestatte, als das bei einer Reihe von Körpermessungen der Fall sei. Immerhin ist zu sagen, daß die Körpermaße von zahlreichen Autoren als brauchbares Kriterium zur Diagnostizierung von EZ angesehen werden.

Die *Haarfarbe*, die bei vielen Rinderrassen eine recht große Variationsbreite aufweist, stellt nach meiner Erfahrung ein sehr zuverlässiges diagnostisches Merkmal dar, da eineiige Zwillingspartner dieselben Farbtöne und Farbschattierungen aufweisen, während bei zweieiigen Zwillingen normalerweise kleinere oder größere Unterschiede in diesen Merkmalen bestehen. Hancock [7] ist der Meinung, daß es mit einer Zuverlässigkeit von ungefähr 90% möglich sei, Zweieiigkeit bei gleichgeschlechtlichen Zwillingen auf Grund der Variation in der Haarfarbe festzustellen.

Die Farbverteilung bei zweifarbigen Rassen wird gelegentlich auch als Diagnostizierungsmerkmal benutzt. Im schwedischen Tierzuchtinstitut Wiad hat man die Erfahrung gemacht, daß eineiige Zwillinge eine auffallende, sehr ähnliche Farbverteilung aufweisen, daß aber in der Ausformung der einzelnen Flecken und Abzeichen recht große Unterschiede vorkommen können. Zahlreiche Autoren sind deshalb der Auffassung, daß das allgemeine Muster der Farbverteilung bei der Eineiigkeitsdiagnose nützlich sein kann, daß aber deren Bedeutung nicht überschätzt werden darf. Bei einfarbigen Rassen fällt dieses Moment von vorneherein als Diagnostizierungs-Merkmal außer Betracht.

Als zusätzliche diagnostische Eigenschaft hat sich nach neuesten Mitteilungen von Brännäng und Rendel [3] die *Hauptpigmentierung* am Flotzmaul, im Innern der Ohren und an der Aftergegend als recht brauchbar erwiesen.

Auch die *Haarwirbel*, die noch von Kronacher [11, 12] und später auch von Bonnier und Hansson [1] häufig als wertvolles Hilfsmittel in der Eineiigkeitsdiagnose benützt wurden, erweisen sich nach neueren Erfahrungen als nicht absolut zuverlässig, da bei sicher als eineiig diagnostizierten Zwillingen Unterschiede in der Lage und der Ausformung der Haarwirbel gefunden wurden.

Als sehr zuverlässig in der Eineiigkeitsdiagnose haben sich Vergleiche der *Flotzmaulabdrücke* erwiesen, indem das Muster der Papillarleisten eineiiger Zwillinge eine weitgehende Übereinstimmung aufweist, während bei zweieiigen Zwillingen in dieser Eigenschaft oft recht große Unterschiede bestehen.

Als zuverlässigster Test zur Bestimmung der Eineiigkeit hat sich in neuester Zeit die *Blutgruppen-Analyse* erwiesen; nach Rendel [19] ermöglicht diese Methode mit einer Sicherheit von 93% den Nachweis der Eineiigkeit. Dadurch wird die Genauigkeit der morphologischen Testmethoden ganz wesentlich erhöht.



Eine weitere Kontrolle der Monozygotität kann auf Grund von physiologischen und morphologischen Eigenschaften, wie Milchezusammensetzung, Euterform und Hornbildung, am ausgewachsenen Tier stattfinden. Dank aller dieser erwähnten Testmethoden ist es möglich, eine sehr genaue Diagnose der Eineiigkeit zu stellen.

Worin bestehen nun die *Vorteile* der EZ als Versuchstiere, und wie darf der *Wert* und die *Wirksamkeit* von Zwillingsversuchen eingeschätzt werden?

Die Zwillingsforschung befaßt sich, wie ich einleitend bemerkt habe, mit der Frage der erb- und umweltbedingten Anteile an der Totalvariation eines Merkmals. Die Grundlage jeder Methode, die Heritabilität eines Merkmals zu bestimmen, basiert auf einer Gegenüberstellung und einem Vergleich der Ähnlichkeit verwandter mit nicht verwandten Individuen. Es handelt sich also darum, festzustellen, in welchem Ausmaß phänotypische Ähnlichkeit mit genotypischer Ähnlichkeit übereinstimmt. In statistischen Begriffen ausgedrückt, bedeutet dies die Bestimmung der Regression des Genotyps auf den Phänotyp. In der Tierzucht stehen dazu, neben der Zwillingsforschung, noch folgende Mittel und Wege zur Verfügung:

- die Wiederholbarkeit von Merkmalen
- die Korrelation zwischen Vollgeschwistern und zwischen Halbgeschwistern
- die Intra-Vater-Mutter-Nachkommen-Regression
- die Regression der Nachkommen auf das Elternmittel.

Eine jede dieser Methoden hat ihre Besonderheiten und Fehlerquellen und eignet sich mehr oder weniger gut, je nach der Eigenart des Untersuchungsmaterials.

Die Besonderheiten der Zwillingsforschung liegen vor allem darin, daß EZ praktisch im Tierreich die alleinige Form «reiner Linien» darstellen, da entsprechend stark ingezüchtete Linien, mit einem Inzuchtkoeffizienten von größer als 0,9, nur bei Laboratorien und in der landwirtschaftlichen Praxis bestenfalls beim Huhn vorkommen. Eineiige Zwillinge sind die einzigen Tiere, die in ihrem Genotyp vollkommen übereinstimmen und deren unterschiedliche Merkmale ausschließlich Umweltwirkungen zugeschrieben werden können. Aus dem Verhältnis der Variation zwischen eineiigen Zwillingspartnern einerseits und nicht verwandten Rassenangehörigen andererseits ergibt sich somit der Grad der Erblichkeit, sofern beide Versuchsgruppen gleichen Umweltschwankungen unterworfen sind. Diese Voraussetzung ist praktisch nie erfüllt, indem EZ absolute Zeitgenossen sind und zum mindesten in vollkommen übereinstimmender intra-uteriner Umwelt aufwachsen, was für die Vergleichspopulation nicht zutrifft. Ebenso besteht, wenigstens für die erste Zeit, auch bezüglich der postnatalen Aufzucht- und Halteverhältnisse vermehrte Gleichartigkeit bei EZ.

Die Ähnlichkeit zwischen den Partnern eineiiger Zwillingspaare wird deshalb um diesen Effekt erhöht. Die Vollkommenheit in der Übereinstimmung der Genotypen von EZ schließt neben den einfach additiven Genwirkungen auch die Dominanz- und Geninteraktionseffekte ein, also die gesamte genetisch bedingte Varianz.

Unter dem Grad der Erbllichkeit verstehen wir ja jenen Teil der phänotypischen Variation, der durch Unterschiede zwischen den Genen oder den Genotypen von Individuen verursacht wird. Der Grad der Erbllichkeit im weiteren Sinn bezieht sich auf den Genotyp als Einheit und steht dem totalen Einfluß der Umwelt gegenüber. Der Genotyp wird aber nie als Einheit übertragen, sondern die Gene trennen sich, um sich in neuen Kombinationen wieder zu vereinigen; dieses nennen wir die durch additive Genwirkung bedingte Variation. Die Wirkung der Gene kann aber noch auf andere Art und Weise als durch Addition erfolgen, indem in bestimmten Genkombinationen mannigfaltige Kombinationseffekte entstehen können, die von denjenigen der Ausgangspopulation sehr verschieden sein können; diese durch Dominanz- und Geninteraktionseffekte verursachten Variationen werden nur teilweise auf die Nachkommen übertragen.

Das Verhältnis der Variation innerhalb von eineiigen Zwillingspaaren zur Gesamtversion mehrerer Paare entspricht der sog. *Heritabilität im weiteren Sinne* und kann dem Wiederholbarkeitsmaß zwischen aufeinanderfolgenden Leistungswerten des selben Tieres, der Intra-Tierkorrelation, gleichgestellt werden.

Da EZ ja aus ganz verschiedenen Beständen stammen, zwischen denen größere genetische Unterschiede bestehen, als dies innerhalb eines Bestandes der Fall ist, fallen die Heritabilitäts-Schätzungen mit EZ etwas höher aus. Ein weiterer Grund, warum sie höher ausfallen, ist der, daß in Versuchsbetrieben im allgemeinen ausgeglichene Umweltsverhältnisse bestehen, weshalb mit kleineren Erhebungsfehlern als in gewöhnlichen Beständen gerechnet werden kann. Lush [17] macht dann endlich noch darauf aufmerksam, daß, wenn die Variation innerhalb der EZ-Paare als Maß für den umweltbedingten Anteil benützt wird, die nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen Genotyp und Umwelt im erblich bedingten Variationsanteil enthalten sind. Allen diesen Umständen ist bei der Interpretation von Ergebnissen aus Zwillingsversuchen Rechnung zu tragen. Sie geben auch die Erklärung dafür, daß die Schätzungen für den Grad der Erbllichkeit höher ausfallen, wenn sie aus EZ statt aus weiter verwandten Individuen innerhalb bestimmter Bestände ermittelt werden. Darauf hat auch Le Roy [13] an der letzten wissenschaftlichen Tagung der europäischen Vereinigung für Tierzucht hingewiesen.

Zwillingsversuche werden uns vor allem dann wertvolle Resultate liefern, wenn wir den Einfluß eines bestimmten Umweltfaktors auf eine oder mehrere Eigenschaften untersuchen wollen, beispielsweise bei Erhebungen über den Einfluß der Fütterungsintensität oder der Futterzusammensetzung auf Zuwachs, Fruchtbarkeit, Milchleistung und Lebensdauer, oder wo es gilt, den Einfluß der Länge des Melkintervalles auf die Milchleistung zu prüfen.

Bezüglich der Wirksamkeit der Zwillingsversuche, verglichen mit gewöhnlichen Gruppenversuchen, haben Bonnier und Mitarbeiter [2] statistisch nachgewiesen, daß die letzteren immer weniger wirksam als die Zwillings-



versuche sind. Eine gewisse Beeinträchtigung können die Zwillingsversuche durch den Ausfall des einen Partners eines Paares erfahren, wodurch der Wert des andern Partners für einen laufenden Versuch illusorisch wird. Aus diesem Grund ist ein Verlust an Zwillingen mindestens doppelt so groß wie bei Tieren aus einem gewöhnlichen Gruppenversuch. Bei Aufzuchtversuchen sind die Verluste, im Vergleich zu Laktationsversuchen, gering. Falls die Partner eines Zwillingspaares nicht ungefähr gleichzeitig trächtig werden und sich größere Kalbezeitunterschiede bilden, entstehen infolge der dadurch bedingten Variation umweltbedingte Leistungsunterschiede, die in einer Versuchsreihe kaum auskorrigiert werden können. Ein anderes Hindernis, speziell bei Laktationsversuchen, können auch Euterstörungen bilden, die durch Infektionen oder Verletzungen verursacht werden. Durch verschiedene prophylaktische Maßnahmen und wirksame Therapien erkrankter Euterviertel kann jedoch die Frequenz dieser Störungen stark eingeschränkt werden.

Wie bei Gruppenversuchen können auch andere Krankheiten, Unfälle und Störungen verschiedenster Art zu Verlusten und damit zu einer Vergrößerung des Versuchsfehlers führen.

Im folgenden sei auf einige bisherige *Ergebnisse der Zwillingsforschung* hingewiesen.

In der Wechselwirkung von Vererbung und Umwelt stellt die Wirkung der Aufzuchtintensität hinsichtlich Körperentwicklung, Fruchtbarkeit, Milchproduktion und Langlebigkeit ein für die Wirtschaftlichkeit der Rindviehproduktion äußerst wichtiges Problem dar. Dieses Problem wurde denn auch von verschiedenen Forschergruppen studiert, und zwar sollte überprüft werden, ob die in der Aufzucht des Jungviehs bisher üblichen Normen stimmten, da man ganz allgemein der Auffassung ist, daß bei der Aufzucht des Jungviehs ein verhältnismäßig hohes Ernährungsniveau zur Erzielung der späteren Nutzleistungen notwendig sei.

Diese Frage ist eines der zentralen Probleme der Rinderhaltung ganz allgemein, weil sie von großem wirtschaftlichem Interesse ist. Die bemerkenswerten Ergebnisse dieser Aufzuchtversuche mit eineiigen Zwillingen, die aus verschiedenen Forschungsstationen vorliegen, lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Das *Wachstum* eines Tieres ist in hohem Maße von der Art und der Menge der erhaltenen Nahrung abhängig, und die ungleiche Entwicklung, die bei diesen Aufzuchtversuchen beobachtet wird, erklärt sich aus dem unterschiedlichen Fütterungsniveau. Wenn man die gesamte Aufzuchtzeit in Halbjahresperioden einteilt, so findet man, daß während des ersten Halbjahres bei zunehmender Aufzuchtintensität das Wachstum linear zunimmt. Während des zweiten Halbjahres nimmt das Wachstum mit stärkerer Fütterungsintensität auch noch zu, jedoch nicht mehr linear, sondern man findet eine abnehmende Zuwachstendenz, was wahrscheinlich darauf beruht, daß die stark gefütterten Zwillinge schon während des ersten Halbjahres einen Teil



ihrer Wachstumsfähigkeit verbraucht haben. Während des dritten und vierten Halbjahres nimmt das Wachstum mit zunehmender Fütterungsintensität ab. Man kann also durch eine verschieden starke Fütterung die Entwicklung eines Individuums beschleunigen oder zurückhalten. Von besonderer Bedeutung scheint mir dann die Tatsache zu sein, daß die Aufzuchtintensität einen sehr geringen Einfluß auf die endgültige Körperentwicklung hat. Das zeigt, daß die Erbmasse die Entwicklung des Individuums dadurch dirigiert, daß es die Schnelligkeit des Wachstums im Verhältnis zur Nahrungszufuhr reguliert. Dies gilt natürlich unter der Voraussetzung, daß die Nahrungszufuhr nicht das Niveau unterschreitet, das für eine normale Entwicklung des Individuums notwendig ist. Diese untere Grenze liegt aber wahrscheinlich viel niedriger, als man sich in der landwirtschaftlichen Praxis bisher vorstellte und erlaubt bei der Aufzucht des Jungviehs, ohne nachteilige Folgen, ganz erhebliche Kosteneinsparungen.

Diese Zusammenhänge zwischen Aufzuchtintensität und Körperentwicklung zeigen deutlich den dynamischen Einfluß der genetischen Kräfte, wonach die endgültige Entwicklung eines Tieres im großen und ganzen unabhängig von der Aufzuchtintensität in der Erbmasse festgelegt ist.

Wenn man den *Zuwachs pro Futtereinheit* in Beziehung zur Aufzuchtintensität stellt, so ergeben sich ebenfalls überraschende Resultate. Geht man davon aus, daß ein Tier die aufgenommene Nahrung als Erhaltungs- und Produktionsfutter, in unserem Fall also für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen und den Zuwachs, verwendet, so erwartet man mit steigender Nahrungszufuhr einen größeren Zuwachs pro Totalfuttereinheit. Das ist aber nach den Ergebnissen der Zwillingsversuche durchaus nicht der Fall, indem diejenigen Tiere mit der geringsten Aufzuchtintensität den größten Zuwachs pro Futtereinheit aufweisen. Das bedeutet, daß die Futterausnutzung vom Fütterungsniveau abhängig sein muß, also scheinbar dem Gesetz der abnehmenden Produktivität folgt. Es lassen sich also die Kosten

Tabelle 1 (nach Hansson)

Durchschnittlicher Ertrag von 4%iger Milch und Fettgehalt der Milch während der ersten 36 Wochen der Laktation im Verhältnis zur Aufzuchtintensität

	Anzahl Laktationen	Aufzuchtintensität laut Fütterungsplan				
		60	80	100	120	140
<i>4%ige Milch</i>						
1. Laktation . . . . .	30	3117	3145	3016	2866	2573
Sämtliche Laktationen . .	56	3328	3244	3119	2908	2635
<i>Fettprozent</i>						
1. Laktation . . . . .	30	3,86	3,89	3,97	4,09	4,03
Sämtliche Laktationen . .	56	3,94	3,86	3,92	4,02	3,98

der Milch- und Fleischproduktion durch eine relativ sparsame Aufzucht senken. Studiert man die *Fruchtbarkeit* bei den verschieden intensiv aufgezogenen Zwillingspaaren, so findet man eine Tendenz zu abnehmender Fruchtbarkeit bei steigendem Fütterungsniveau.

Sehr aufschlußreich sind auch die Ergebnisse des Einflusses der Aufzuchtintensität auf die Milchproduktion, indem allgemein eine signifikante Abnahme der Milchleistung in der ersten und den folgenden Laktationen bei steigender Aufzuchtintensität beobachtet wird, was aus *Tabelle 1* nach Hansson [8] ersichtlich ist.

In der ersten Laktation steigt die Leistung in Kilogramm 4%iger Milch von 3117 kg bei einer Fütterung von 60 % der Normalration auf 3140 kg bei 80%. Bei der Standardnorm (100%) fällt sie, um bei 140% der Normalration ein Minimum von 2573 kg zu erreichen.

Werden die Durchschnittszahlen für sämtliche Laktationen errechnet, so erhält man den höchsten Milchertrag von 3328 kg bei der geringsten Aufzuchtintensität von 60% der Norm. Die Aufzuchtintensität hat also einen größeren Einfluß auf die Leistung bei der zweiten und den folgenden Laktationen als bei der ersten.

Dieser überraschende Zusammenhang kann vor allem durch zwei Umstände bedingt sein:

Erstens hat sich gezeigt, daß schwach aufgezogene Tiere das Futter besser verwerten als stark aufgezogene. Diese Umstellung des Stoffwechsels kann sich auch beim laktierenden Tier fortsetzen und zu Unterschieden in der Milchleistung führen.

Zum andern scheint der höhere Fettansatz der stark aufgezogenen Zwillinge zu einer frühzeitigen Verfettung des Milchdrüsengewebes zu führen, was sich hemmend auf die Milchproduktion auswirkt. Zu ähnlichen Ergebnissen ist man übrigens auch bei verschieden starker Aufzucht von Ratten gelangt.

Auch der Zusammenhang zwischen *Aufzuchtintensität und Lebensdauer* ist von außerordentlicher und allgemeiner Bedeutung, weil an den Ergebnissen der Tierzucht möglicherweise Parallelen zum Menschen gezogen werden dürfen. Man kann keine Grenze zwischen Wachstum und Altern ziehen, weil beide Phasen einen mehr oder weniger einheitlichen, kontinuierlichen Prozeß bilden. Wenn man also – wie wir gesehen haben – die Wachstumsfähigkeit durch eine verschieden starke Aufzucht beeinflussen kann, so wird sich das auch auf die Lebensdauer auswirken. Die meisten der in den Aufzuchtversuchen stehenden Zwillingspaare wurden auch nach Abbruch der Versuchsreihen behalten, bis sie auf Grund von Krankheit, Sterilität oder anderen Ursachen ausschieden. Von diesen Tieren erreichten die schwach aufgezogenen in einer großen Versuchsserie aus Schweden ein Durchschnittsalter von 95 Monaten gegen 75 Monate für die stark aufgezogenen. Diese Ergebnisse werden auch aus Dänemark bestätigt, wo man feststellte, daß die Nutzungsdauer mit einer größeren Futterzufuhr abnimmt. Diese Bezie-



hungen zwischen Ernährung und Langlebigkeit scheinen ein allgemein gültiges Gesetz zu sein, was aus zahlreichen Untersuchungen an verschiedenen Organismen hervorgeht. Die Erfahrungen aus dem letzten Weltkrieg deuten darauf hin, daß auch beim Menschen ähnliche Tendenzen bestehen.

Eine längere Nutzungsdauer wirkt sich nicht nur kostensenkend aus, sondern die Möglichkeit, wertvolle, nachzuchtgeprüfte Zuchttiere länger der Zucht zu erhalten, steigt. Es darf in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam gemacht werden, daß das heute in der Schweiz übliche Beurteilungsverfahren nach der äußeren Erscheinung die Stierenzüchter zwingt, Aufzuchtmethoden anzuwenden, die nicht unbedingt einer langen Nutzungsdauer unseres männlichen Zuchtmaterials förderlich sind.

Daß sich ohne Bedenken die Aufzuchtstationen der männlichen Tiere reduzieren lassen, geht auch aus den Ergebnissen verschiedener Aufzuchtversuche mit Zuchtstieren hervor. Man stellte allgemein fest, daß die Aufzuchtintensität nur einen geringen Einfluß auf das Verhalten beim Deckakt, das Volumen des Ejakulates, die Samenkonzentration und die Qualität und Beweglichkeit der Spermien ausübe.

Wirtschaftlich von Bedeutung sind dann auch die Zwillingsversuche über die *Wirkung des Melkverfahrens*. Da die Arbeitslöhne einen hohen Prozentsatz der Gesamtkosten der Milchproduktion ausmachen, ist es wichtig, die Ausgaben für diese Arbeit auf ein wirtschaftlich tragbares Minimum herabzusetzen, indem auf die Fragen der Arbeitserleichterung und rationellen Ausnützung der Arbeitszeit immer mehr Gewicht gelegt werden muß.

Bis vor kurzem war man der Meinung, daß bei zweimal täglichem Melken der maximale Ertrag erreicht werde, wenn die beiden Zwischenmelkzeiten gleich lang seien. Aus verschiedenen Ländern liegen nun recht übereinstimmende Resultate über eine Verkürzung der Tages-Zwischenmelkzeit vor, welche besagen, daß eine Verkürzung der Zwischenmelkzeit am Tage den Milchertrag während der Laktation nicht vermindere. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 2* zusammengefaßt.

Tabelle 2  
Einfluß der Zwischenmelkzeiten auf den Milchertrag

Melkintervalle . .	9–15 Stunden	8–16 Stunden
Laktationen . .	I–II	II–V
Milchmenge . . .	98,2	97,1
Fettmenge . . .	99,1	98,7
Eiweiß . . . . .	99,4	97,6
Milchzucker . . .	97,3	98,3



In obenstehender *Tabelle 2* sind der Milchertrag und die Milchbestandteile bei Melkintervallen von 9–15 Stunden und 8–16 Stunden als Prozentsatz der entsprechenden Erträge bei Melkintervallen von 12–12 Stunden berechnet worden. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß bei variierenden Melkintervallen keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Diese Ergebnisse gestatten der landwirtschaftlichen Praxis, die Präsenzzeit des Melkpersonals zu reduzieren, ohne daß sich nachteilige Folgen in Form von Leistungsdepressionen und Eutererkrankungen einstellen.

Während ein dreimaliges Melken pro Tag – das geht ebenfalls aus Zwillingstudien hervor – zu Leistungssteigerungen von 15–20% führt, ergaben Versuche mit nur einmaligem Melken pro Tag einen steigenden Leistungsabfall mit fortschreitender Laktation. Um der Forderung nach vermehrter Freizeit Rechnung zu tragen, wird gegenwärtig auch ein Versuch mit einer *24stündigen Melkpause pro Woche* durchgeführt, um abzuklären, ob es möglich sei, dem Melkpersonal – ähnlich wie das in vielen Schweinemastbetrieben heute schon praktiziert wird – die Arbeit am Sonntagnachmittag zu erlassen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind sehr vielversprechend, indem ohne nachteilige Folgen auf das Euter mit nur geringen Leistungsverminderungen gerechnet werden muß. Damit eröffnen sich für die Arbeitszeitgestaltung des Melkpersonals neue Möglichkeiten.

Von wirtschaftlicher Bedeutung sind dann auch die Studien über die *Vererbung der Zusammensetzung der Milch* und allfällige gegenseitige Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den einzelnen Komponenten der Milch, damit Wünschen der Konsumentenschaft und der milchverarbeitenden Industrien möglicherweise auf züchterischem Wege entsprochen werden kann. Allgemein ist der Heritabilitätsgrad der Bestandteile der Milch recht hoch; das geht aus Untersuchungen von Winzenried [22, 23] an zahlreichen eineiigen Zwillingspaaren hervor, wo der Anteil der genetisch bedingten Variation für Milchfett, Eiweiß, Zucker, Vitamin A und Karotin sowie für die verschiedenen Milchfettkomponenten, rund 60–80% beträgt. Da auch die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Milchfett und Milcheiweiß eine recht enge genetische Korrelation aufweist, dürfte es schwer sein, durch züchterische Maßnahmen diese zwei Komponenten unabhängig voneinander zu verändern. Es seien auch noch kurz die Untersuchungen von Claesson [5] über die *Koagulationsfähigkeit der Milch* durch Lab- und Pepsinwirkung erwähnt, die an 40 identischen Zwillingspaaren durchgeführt wurden; sie ergaben, daß auch diese Eigenschaft sehr stark genetisch bedingt ist.

Außer den Studien über die Wirkung gewisser kontrollierter Umweltfaktoren und denjenigen über den Anteil der genetisch bedingten Variation an der Totalvariation eines Merkmals, werden EZ auch verwendet zur Abklärung der *durchschnittlichen Wirkung gewisser Umweltverhältnisse*. Den Fragen über die Wirkung verschiedener Klimafaktoren oder unterschiedlicher Betriebsverhältnisse kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu.

Um die Reaktion des europäischen Milchviehs im tropischen und subtropischen Klima zu studieren, wurden in der neuseeländischen Zwillingsstation ausgedehnte Erhebungen durchgeführt. Diese ergaben, daß eine signifikante Genotyp-Klima-Interaktion in bezug auf Wachstum und Milchleistung besteht.

Zur Abklärung der Frage, warum im allgemeinen zwischen den Betrieben desselben Zucht- und Nutzgebietes so große Unterschiede in der Leistungshöhe bestehen, hat Brumby [4] in Neuseeland rund 160 eineiige Zwillingspaare auf verschiedene Betriebe verteilt, die sich in ihren Durchschnittsleistungen sehr unterscheiden. Die Zwillinge wurden zusammen mit dem übrigen Viehbestand aufgezogen, gefüttert und gemolken, und nach Abschluß der ersten Laktation teilweise auf die Versuchsstation zurückgenommen, wo sie unter gleichmäßigen Fütterungs- und Halteverhältnissen weiter beobachtet und kontrolliert wurden. Der Unterschied im Wachstum auf den Hoch- und Niederleistungsbetrieben war gering, dagegen bestanden sehr große Differenzen in der Milchleistung zwischen den Betrieben, die auf der Versuchsstation wieder verschwanden. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß das Leistungsniveau einer Herde, in der ein Tier aufgezogen wurde, nur einen geringen Einfluß auf die spätere Produktion hat, und daß die Unterschiede in der Milchleistung zwischen den Herden zum überwiegenden Teil auf Umweltfaktoren wie Haltung, Fütterung und Melktechnik beruhen.

Die tierzüchterische Forschung zeigt, daß die Haustiergenetik zu einem großen Teil auf den Ergebnissen der allgemeinen Genetik und Fortpflanzungsphysiologie aufbaut. Sie hat aber in den letzten Jahrzehnten eigene genetische Forschungsmethoden entwickelt, welche die allgemeinen Kenntnisse über die Vererbungserscheinungen und über das Zusammenspiel zwischen Erbe und Umwelt bei der Erforschung der Eigenschaften unserer Haustiere wesentlich vertieften.

Die Forschung auf dem Gebiete der Tierproduktion wird sich in Zukunft wahrscheinlich noch vermehrt den Belangen der landwirtschaftlichen Praxis annehmen müssen, um dieser bessere Kenntnisse und neue Hilfsmittel für einen rationellen Produktionsprozeß zur Verfügung stellen zu können.

### Résumé

On a toujours davantage recours, dans les travaux de recherches sur l'élevage, aux jumeaux univitellins qui, selon les dernières statistiques représentent le 7-19% de toutes les naissances de jumeaux bovins. Le diagnostic des vitellins s'obtient par la comparaison des signes morphologiques et physiologiques entre les partenaires jumeaux qui présentent une très grande concordance chez les jumeaux univitellins. Le test le plus authentique lors des univitellins consiste en l'analyse des groupes sanguins. Les essais les plus intéressants sont ceux consacrés à l'influence de l'intensité de l'élevage sur le développement du corps. L'influence de l'alimentation, pendant l'élevage, sur le développement définitif du corps est minime. L'augmentation de l'intensité de l'élevage fait diminuer le développement par unité de fourrage. Des jumeaux élevés avec intensité sont, en ce qui concerne la productivité laitière, la fécondité et la durée



de la vie, en état d'infériorité à l'égard de leurs partenaires élevés moins intensément. L'intervalle s'écoulant entre les traites présente un très grand intérêt économique et exerce une influence certaine sur la productivité laitière. Les essais faits dans ce sens montrent qu'une diminution du temps inter-traite pendant le jour ou l'introduction d'une pause de 24 heures n'exercent pas de baisse sensible sur la productivité laitière. Les jumeaux univitellins sont aussi utilisés avec succès dans les recherches sur l'hérédité des différents caractères laitiers et sur l'influence exercée par le climat et les divers facteurs extérieurs. Les essais effectués à l'aide de jumeaux vitellins ont énormément contribué à approfondir nos connaissances sur l'influence conjuguée de l'hérédité et des facteurs extérieurs à l'égard des différents caractères de nos animaux domestiques.

### Riassunto

I gemelli bovini germinati da un solo ovulo – che secondo le indagini fatte sinora costituiscono il 7-19% di tutte le nascite gemellari – sono sottoposti sempre più alle indagini zootecniche. La diagnosi di provenienza gemellare da un solo ovulo si verifica confrontando i caratteri morfologici e fisiologici, che nei gemelli oriundi da un solo ovulo presentano delle grandissime concordanze. Il saggio più sicuro per la diagnosi gemellare da un solo ovulo è l'analisi dei gruppi sanguigni. Fra gli esperimenti più interessanti, si trovano quelli influenzati dall'intensità dell'allevamento sullo sviluppo corporeo. L'influenza del foraggiamento sullo sviluppo definitivo del corpo è minimo; intensificando l'allevamento, la crescita diminuisce per unità di foraggio. Gemelli allevati in forma intensiva sono inferiori anche nella rendita in latte, nella fertilità e nella durata di vita, di fronte ai soggetti allevati in forma più debole. Di grande interesse economico sono le prove concernenti le influenze del periodo dell'asciutta sulla produttività latte; esse indicano che un abbreviamento giornaliero del periodo dell'asciutta o l'inserimento di una pausa di 24 ore per la mungitura non determina nessuna riduzione notevole della produzione latte. Gemelli provenienti da uno stesso ovulo si usano oltre e con successo per studiare i rilievi sulla ereditarietà di diverse proprietà del latte e per chiarire l'effetto risultante da determinate circostanze ambientali (fattori climatici, condizioni di esercizio, ecc.). L'attività sperimentale fatta con gemelli provenienti da uno stesso ovulo ha contribuito essenzialmente ad approfondire le conoscenze sul ruolo d'insieme fra eredi ed ambiente circa le qualità dei nostri animali domestici.

### Summary

Monozygous cattle twins, amounting to 7-19% of all twin births, are more and more used for research in animal breeding. The diagnosis of monozygosity is made by comparing the morphological and physiological characteristics of the twin-partners. These characteristics show a great concordance in the identical twins. The most reliable test in the diagnosis of monozygosity is the analysis of blood groups. Most interesting results were obtained by observation of the influence of rearing intensity on body development. There is only little influence of feeding on the body development. The rate of growth of the food units decreases with increasing rearing intensity. Intensively reared twins are inferior to their lower reared partners regarding milk production, fertility and longevity. The investigations on the influence of the milking interval are of great economical interest. They show that abridging the day-milking interval of intercalating a milking pause of 24 hours does not cause any remarkable diminution of the milk production. Monozygous cattle twins are also successfully used for estimations of heritability of various peculiarities of milk, and the average influence of certain environmental conditions (climate, farm installations, etc.). The experiments with monozygous cattle twins have essentially contributed to the amplification of our knowledge on connections of heredity and environment and the qualities of domestic animals.



## Literatur

[1] Bonnier G. und Hansson A.: *Heredity* 1, 1–27 (1948). – [2] Bonnier G., Hansson A. und Düring T.: *Lantbruksakademiens Tidskrift* 1946. – [3] Brännäng E. und Rendel J.: *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* 71, 299–314 (1958). – [4] Brumby P. L.: *Proceeding of the Ruakura Farmers' Conference Week* (1959). – [5] Claesson O.: Thesis, Royal Agr. College Ultuna, Sweden (1955). – [6] Galton F.: *J. Anthr. Inst. London*, 5, 391 (1876). – [7] Hancock J. N. Z. *J. Sci. Techn. A* 31, 2, 1–41 (1949). – [8] Hansson A.: *Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften Berlin* V/14 (1956). – [9] Hutt F. B.: *Heredity* 21, 339 (1930). – [10] Keller K. und Tandler J.: *Wiener tierärztliche Monatsschrift* 3, 513 (1916). – [11] Kronacher C.: *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* 25, 327 (1932). – [12] Kronacher C. und Sanders D.: *Zeitschrift für Züchtung* 34, 1 (1936). – [13] Le Roy H.: *Mitteilungen 7. Studientagung der EVT Stockholm* (1960). – [14] Lillie F. R.: *Science*, 43, 611 (1916). – [15] Lush J. L.: *Heredity* 15, 25 (1924). – [16] Lush J. L.: *Heredity* 20, 511 (1929). – [17] Lush J. L.: *Hereditas*, Suppl. Vol. (1949). – [18] Peters H.: *Dtsch. landw. Tierz.* 43, 262 (1939). – [19] Rendel J.: *Acta Agr. Scand.* 8, 40–61, 131–161, 162–190, 191–215 (1958). – [20] Siemens H.: *Arch. Rassenbiol.* 17, 257 (1917). – [21] Siemens H.: *Die Zwillingspathologie*, Berlin (1924). – [22] Winzenried H. U.: *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* 64, 105–152 (1955). – [23] Winzenried H. U. und Wannertorp H.: *Int. Ztschr. Vitaminforschung* XX, 134–157 (1948).

## BUCHBESPRECHUNGEN

### **Moderne Entwicklung auf dem Gestagebiet. Hormone in der Veterinärmedizin.**

Sechstes Symposium der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie. Kiel, den 28. bis 30. April 1959. Schriftleitung Professor Dr. H. Nowakowski. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. 1960. 441 Seiten, 276 Abb. Brosch. DM 96.–.

Hauptthemen des 6. Symposions der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie waren 1. die Gestagene (Stoffe mit progesteronähnlicher Wirkung), 2. die Androgenbildung der Ovarien und 3. Hormone in der Veterinärmedizin. Alle drei Problemkreise sind für den Tierarzt von höchstem Interesse.

Schon vor rund 30 Jahren wurde die zentrale Bedeutung der Gestagene für die Ermöglichung und Erhaltung der Gravidität erkannt; welche Aufgaben und Funktionen sie aber im einzelnen erfüllen, ist auch heute noch Objekt intensiver Forschertätigkeit. Ähnlich wie auf dem Gebiet der Nebennierenrindenwirkstoffe wird auch auf dem der Gestagene versucht, durch künstliche Änderung der Gestagenmolekülstruktur Verbindungen herzustellen, die den natürlichen Wirkstoffen, insbesondere bei der klinischen Verwendung, überlegen sind.

Welche Bedeutung der ovariellen Androgenproduktion im weiblichen Organismus, insbesondere bei der Fortpflanzung zukommt, ist noch weitgehend ungeklärt. Interessante neue Beiträge wurden am Symposium bekanntgegeben. Diese weisen darauf hin, daß die ovariellen Androgene z. B. bei der Steuerung des Sexualzyklus und der Funktion der Eileiter eine wesentliche Rolle spielen dürften.

Unter dem gemeinsamen Thema «Hormone in der Veterinärmedizin» wurden neun Referate gehalten, welche spezifisch tierärztliche Belange berührten. (Hormone in der Tiermast, chromosomale Veränderungen als Ursache von Fertilitätsstörungen beim Bullen, Unfruchtbarkeit und Fruchtbarkeit bei Artbastarden, hormonale Veränderungen beim Rind während und nach der Geburt, Östrogenausscheidung im Rinderurin, 17-Ketosteroide im Schweine-Urin, Alopecie beim Hund, Thyreotropinbehandlung der Acanthosis nigricans beim Hund.)

Im weiteren wurden eine große Anzahl von Vorträgen über verschiedenste endokrinologische Probleme gehalten, die teilweise auch für den Tierarzt von Interesse sind.