

Zeitschrift:	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber:	Bundesamt für Gesundheit
Band:	46 (1955)
Heft:	4
Artikel:	Die Wirkung abgestufter Vitamin B- und Antibiotika-Zulagen auf Wachstum und Futterverwertung, geprüft an Ratten und Kücken
Autor:	Jucker, H. / Crasemann, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-983097

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: 28.01.2026

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

Die Wirkung abgestufter Vitamin B₁₂- und Antibiotika-Zulagen auf Wachstum und Futterverwertung, geprüft an Ratten und Kücken

Von H. Jucker

(Mitteilung aus dem Institut für Haustierernährung der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich
Vorstand: Prof. Dr. E. Crasemann)

1. Einleitung

Nachdem in den USA zum Zwecke der Verbesserung der Produktivität schon seit einigen Jahren in grossem Ausmaße Antibiotika dem für Geflügel, Schweine und Kälber bestimmten Futter beigemischt werden, haben solche Zusätze neuerdings auch in Europa Eingang gefunden. Einige Länder wie Deutschland, England, Holland, Norwegen, Schweden und neuerdings auch die Schweiz haben die Beimischung von Antibiotika zu Mischfutter gesetzlich geregelt.

In der Tierernährung finden vor allem die Antibiotika Aureomycin, Penicillin und Terramycin Verwendung, die meist als Rohkonzentrate zusammen mit Vitamin B₁₂ verabreicht werden. Die Dosierung solcher *kombinierter Vitamin B₁₂-Antibiotika-Präparate* wird im allgemeinen so gewählt, dass pro kg der lufttrockenen Gesamtration, umgerechnet auf reine Wirksubstanz, 10—20 mg Antibiotika (bei Penicillin die Hälfte) und etwa 10—20mcg Vitamin B₁₂ aufgenommen werden. Die durch diese Futterzusätze angestrebte Verbesserung der Produktivität besteht vor allem darin, dass die Tiere im Vergleich zu denjenigen, die kein ergänztes Futter erhalten, zumeist einen um 5 bis 20 % erhöhten Gewichtszuwachs aufweisen. Diese Erhöhung beruht vorwiegend auf einem vergrösserten Futterverzehr, was zur Folge hat, dass eine *Verbesserung der Futterverwertung* (Futterverbrauch je kg oder g Gewichtszuwachs) weniger auffällig in Erscheinung tritt als die Verbesserung der Lebendgewichtszunahme; sie beträgt in der Regel 2 bis 8 %.

Auch dann, wenn unter (oberflächlich betrachtet) ähnlichen Bedingungen (ähnliches Tiermaterial, ähnliche Umwelt) gleiche Mengen gleich zusammengesetzter Vitamin B₁₂-Antibiotika-Präparate verabfolgt werden, kann man grosse Unterschiede ihrer Wirkung auf Gewichtszunahme und Futterverwertung beobachten; nicht selten wird auch von Fällen berichtet, in welchen ein solcher Effekt ausblieb.

Diese sowohl wissenschaftlich als auch praktisch in gleicher Weise bedeutsamen Unterschiede im Effekt von Vitamin B₁₂-Antibiotika-Präparaten geben zu zahlreichen Feststellungen und Vermutungen Veranlassung, die der weiteren Abklärung bedürfen. Dabei wird man sich mehr als bisher bemühen müssen, die Wirkungsweise der Vitamin B₁₂-Zulagen einerseits und die Wirkungsweise der Antibiotika-Zulagen anderseits auseinanderzuhalten.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit kommt eine Verbesserung von Gewichtszuwachs und Futterverwertung, sofern sie als Folge einer *Vitamin B₁₂*-Zulage auftritt, dadurch zustande, dass das zugesetzte Vitamin vornehmlich direkt in den Intermediärstoffwechsel des Tieres eingreift. Ob bei einer *Antibiotika*-Zulage ein solcher Eingriff in Betracht gezogen werden muss, ist fraglich und steht zur Diskussion. Im allgemeinen vertritt man zur Zeit die Auffassung, es sei der bei Antibiotikazusätzen feststellbare positive Effekt auf Gewichtszuwachs und Futterverwertung in erster Linie oder ausschliesslich ein indirekter, indem durch solche Zusätze die artmässige Zusammensetzung, die Wachstumsintensität und die Aktivität der *Magen-Darmflora* beeinflusst werde. Welche Zusammenhänge sich aus dieser indirekten Wirkung der Antibiotika für das Wirtstier ergeben können, ist allerdings in mancher Beziehung noch recht unklar. Auf Grund zahlreicher Beobachtungen ist der Schluss gezogen worden, dass Antibiotika vor allem deshalb produktionsfördernd seien, weil sie selektiv jene den Magen-Darmkanal bewohnenden Mikroorganismen hemmen sollen, die für das Auftreten *subklinischer Infektionskrankheiten* und damit gleichzeitig für verzögertes Wachstum verantwortlich gemacht werden müssen. Diese These wird u.a. durch die Tatsache gestützt, dass Durchfall und ähnliche nicht spezifische Erkrankungen durch Antibiotika enthaltende Futterzusätze weitgehend verhindert werden, und dass Tiere, deren Aufzucht unter völlig hygienischen Bedingungen erfolgt und die deshalb den häufig auftretenden Störungen genannter Art in verminderter Masse ausgesetzt sind, auf Antibiotikazulagen nicht oder jedenfalls bedeutend weniger reagieren als Tiere, bei denen die Voraussetzungen einer hygienisch einwandfreien Haltung fehlen. Anderseits wird die Möglichkeit diskutiert, dass Antibiotika selektiv Organismen hemmen könnten, die in *Konkurrenz zum Wirtstier* stünden und diesem essentielle Nahrungsbestandteile, wie Vitamine, Aminosäuren und Spurenelemente, streitig machten. Es wird aber auch die Ansicht vertreten, wonach die produktionsfördernde Wirkung der Antibiotika auf den Umstand zurückzuführen sei, dass sie das Wachstum und die Aktivität solcher Mikroorganismen begünstigen, die in der Lage seien, *Wirkstoffe zu synthetisieren*, die dann dem Wirtstier zugute kämen.

Diese wenigen Hinweise dürften genügen, um es verständlich zu machen, dass die produktionsfördernde Wirkung kombinierter Vitamin B₁₂-Antibiotika-Zulagen von *zahlreichen und sehr unterschiedlichen Faktoren* abhängig sein muss. Sie dürfen auch erkennen lassen, dass die Erfolgsaussichten einer Vitamin B₁₂-Anreicherung des Futters mit grosser Wahrscheinlichkeit anders gelagert sind als diejenigen einer Antibiotika-Anreicherung.

Von den Faktoren, denen sowohl hinsichtlich der Wirkung eines Vitamin B₁₂-als auch hinsichtlich der Wirkung eines Antibiotikazusatzes hervorragende Bedeutung zukommt, seien die *Art und Kondition des Tieres* sowie die *Menge und Beschaffenheit des Futters*, vor allem dessen Eiweissgehalt, besonders hervorgehoben. Die Bedeutung dieser Faktoren geht u.a. daraus hervor, dass die Wirkung eines Vitamin B₁₂-Antibiotika-Zusatzes ganz allgemein umso stärker in Erschei-

nung tritt, je weniger fortgeschritten das Wachstumsstadium des Tieres ist, wobei jedoch beim Geflügel eine positive Wirkung zur Hauptsache auf die ersten 5 bis 8 Lebenswochen beschränkt bleibt, während sie sich beim Schwein bei allmählich abnehmendem Effekt über mehrere Monate erstrecken kann. Im weiteren sei vermerkt, dass die produktionsfördernde Wirkung von Vitamin B₁₂- und Antibiotika-Zusätzen beim Omnivoren im allgemeinen viel stärker zur Geltung kommt als beim Wiederkäuer. Diese Erscheinung wird dem bekannten Umstande zugeschrieben, dass der Wiederkäuer in der Lage ist, sich dank seiner vielgestaltigen und sehr aktiven Vormagenflora weit besser mit essentiellen Nahrungsfaktoren (z.B. mit Faktoren des Vitamin B-Komplexes, Vitamin B₁₂ miteingeschlossen, ferner mit bestimmten Aminosäuren usw.) zu versorgen, als dies beim omnivoren Tier zutrifft. Hieraus erklärt sich u.a. die Tatsache, dass ein nahrungsbedingter Mangel an Vitamin B₁₂ und an essentiellen Aminosäuren das Wachstum des Junggeflügels und des Jungschweines erheblich stärker hemmt als das Wachstum des aus dem ersten postnatalen Zustand herausgetretenen Jungrindes.

Das für Junggeflügel und Jungschweine bestimmte Futter ist bezüglich essentieller Faktoren, vor allem bezüglich Vitamin B₁₂ und gewissen Aminosäuren, fast immer dann defizitär, wenn es ausschliesslich Bestandteile pflanzlicher Herkunft enthält. In dieser Gegebenheit liegt die weitere Tatsache begründet, dass Vitamin B₁₂-Antibiotika-Zulagen den Gewichtszuwachs und damit auch die Futterverwertung dann besonders deutlich verbessern, wenn diese Zulagen zu einer *rein pflanzlichen* Kost erfolgen. Nicht selten geht diese Verbesserung so weit, dass sich die Gewichtszunahme- und Verwertungsergebnisse bei rein pflanzlicher Kost kaum von denjenigen unterscheiden, die bei einem Futter erzielbar sind, das einen angemessenen Anteil an Futterstoffen tierischer Herkunft (Fischmehl, Fleischmehl usw.) enthält. Wie verschiedene Beobachtungen beweisen, besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die Produktivität des Junggeflügels und der Jungschweine selbst dann verbessert wird, wenn Vitamin B₁₂-Antibiotika-Kombinationen zu einem nach bisherigen Begriffen als vollwertig zu beurteilenden, d.h. neben pflanzlichen auch animalische Bestandteile enthaltenden Futter zugesetzt werden.

2. Eigene Versuche

a) Allgemeines

Da in der grossen Mehrzahl der bisher durchgeföhrten Versuche Vitamin B₁₂ und Antibiotika gemeinsam, d.h. in Form kombinierter Zulagen geprüft wurden, erachteten wir es, entsprechend dem zuvor Gesagten, als wünschenswert, unsern Versuchstieren *beide Wirkstoffe sowohl einzeln als auch kombiniert und ausserdem in abgestuften Mengen* zu verabreichen. Ein erster Versuch wurde mit Albinozickeln, ein zweiter mit Kücken durchgeföhr. Erfahrungsgemäss reagieren Ratten auf Vitamin B₁₂-Antibiotika-Zulagen eher schwächer als Kücken. Wenn

wir trotzdem Ratten in unsere Versuche einbezogen, so geschah dies deshalb, weil wir über eine sehr ausgeglichene Rattenzucht verfügten, deren Benutzung, vom Standpunkt der Versuchsauswertung gesehen, als vorteilhaft zu beurteilen war.

b) Anordnung und Verlauf des Rattenversuches

Die Anordnung des Rattenversuches ist aus *Tabelle 1* ersichtlich.

Tabelle 1
Anordnung des Rattenversuches

Vitamin B ₁₂ Zulage mcg/kg	Terramycin-Zulage			
	0 mg/kg	15 mg/kg	30 mg/kg	
0	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	Grundfutter mit tierischem Eiweiss
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
20	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	Grundfutter ohne tierisches Eiweiss
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
40	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	
	3 Tiere	3 Tiere	3 Tiere	

Wie ersichtlich, umfasste der Versuch zwei Blöcke bzw. zwei gleichzeitig laufende Experimente, die sich dadurch unterschieden, dass das als Normaldiät zu bezeichnende Grundfutter des einen Experimentes tierisches Eiweiss enthielt, während das Grundfutter des andern aus rein pflanzlichen Produkten bestand. Für jeden der beiden Versuchsböcke wurde das Futter, bezogen auf 1 kg, mit 0,20 und 40 mcg Vitamin B₁₂ und mit 0,15 und 30 mg Terramycin ergänzt, wobei sich, wie Tabelle 1 zeigt, je 9 Zulagekombinationen ergaben. Diese Versuchsanordnung entsprach der zuvor erwähnten Absicht, die Wirkung der Zusätze einzeln, kombiniert und in abgestuften Mengen zu erfassen.

Für die aus unserer Anordnung resultierenden 18 Versuchsgruppen waren je 3 männliche, gleichaltrige Albinoratten vorgesehen. Um das mittlere Anfangsgewicht der Gruppen möglichst ähnlich zu gestalten, wurden die benötigten 54 Ratten zunächst in drei Gewichtsklassen zu je 18 Tieren aufgeteilt. Aus diesen drei Gewichtsklassen wurde alsdann durch zufällige Auswahl jeder der 18 Versuchsgruppen je ein Tier zugewiesen. Die auf diese Weise vorgenommene zufällige Aufteilung der Tiere berechtigt zur Annahme, dass allfällige individuelle Unterschiede im Wachstums- und Futterausnützungsvermögen weitgehend ausgeglichen wurden.

Während der ganzen Zeit des Versuches, der am 4. August 1953 begann und nach 42 Tagen, d.h. am 15. September endigte, befanden sich die Tiere in Einzel-

käfigen auf Drahtnetz. Futter und Wasser standen ad libitum zur Verfügung. Für jedes Tier wurden alle 7 Tage das Lebendgewicht und der Futterverzehr bestimmt. Abgänge traten keine ein; dagegen zeigte ein Tier aus der Gruppe, welche die rein vegetable Diät mit einfacher B₁₂-Zulage bekam, auffallend schlechtes Wachstum. Die mit diesem Tier erhaltenen Ergebnisse wurden weggelassen und durch berechnete Werte ersetzt.

Über die Zusammensetzung der beiden Grundfuttermischungen orientiert Tabelle 2.

*Tabelle 2
Zusammensetzung der Grundfuttermischungen*

	Ration A animalisch %	Ration B vegetabil %
Gerste gemahlen	30	30
Mais gemahlen	20	16
Haferflocken	25	25
Leinsamen gemahlen	8	8
Futterhefe	4	4
Dorschmehl, norwegisch	12	—
Erdnusschrot	—	8
Soyaschrot	—	8
Mineralsalzmischung nach McCollum	0,9	0,9
Vitamin AD ₂ -Konzentrat/ (4000 I.E.A, 1000 I.E. D ₂ /g)	0,1	0,1
Berechneter Gehalt an: Roheiweiss Stärkeeinheiten	19,5 76,6	19,4 77,0

Bezüglich Gehalt an Roheiweiss und an Stärkeeinheiten können die Mischungen als gleichwertig bezeichnet werden; dagegen ist anzunehmen, dass ein deutlicher Unterschied hinsichtlich der biologischen Wertigkeit des Eiweisses bestand. Während Ration A 12 % Dorschmehl enthielt, wurden in Ration B statt dessen eiweissaequivalente Mengen Erdnuss- und Soyaextraktionsschrot aufgenommen.

c) *Ergebnisse des Rattenversuches*

Tabelle 3 vermittelt zunächst einen Überblick über die mit jeder Gruppe erhaltenen Mittelwerte für Anfangsgewicht, Zuwachs, Futterverzehr und Futterverwertung.

Tabelle 3

Mittelwerte für Anfangsgewicht, Lebendgewichtszunahme, Futterverzehr und Futterverwertung jeder Gruppe

Gruppe	Zulagen je kg Futter		Anfangs- gewicht g	Gewichts- zunahme g	Futter- verzehr g	Verzehr je g Zuwachs g
	Vit. B ₁₂ mcg	Terramycin mg				
A. Grundfutter mit tierischem Eiweiss						
1	0	0	40,3	163,3	630,3	3,86
2	20	0	41,3	160,7	661,3	4,12
3	40	0	36,7	171,0	660,7	3,86
4	0	15	42,7	164,0	674,0	4,11
5	20	15	40,3	168,0	660,7	3,93
6	40	15	39,7	177,7	674,0	3,79
7	0	30	39,3	173,0	690,7	3,99
8	20	30	39,7	172,7	665,3	3,85
9	40	30	38,0	183,7	718,3	3,91
B. Grundfutter ohne tierisches Eiweiss						
10	0	0	39,7	126,3	540,3	4,28
11	20	0	39,3	164,0	625,0	3,81
12	40	0	44,0	182,7	679,3	3,72
13	0	15	44,7	160,7	654,3	4,07
14	20	15	39,3	178,3	694,7	3,89
15	40	15	44,0	185,3	685,0	3,70
16	0	30	43,3	170,7	681,7	3,99
17	20	30	40,3	179,3	693,7	3,87
18	40	30	39,3	183,3	696,7	3,80

Das dieser Tabelle zugrunde liegende Zahlenmaterial wurde einer *statistischen Bearbeitung* unterzogen, wobei im Sinne einer Vereinfachung die mit den einzelnen Versuchsgruppen erhaltenen, auf je 7 Tage sich erstreckenden Zwischenergebnisse unberücksichtigt blieben. Zunächst handelte es sich darum, mit Hilfe einer Kovarianzanalyse die in Tabelle 3 enthaltenen Daten für die Lebendgewichtszunahme um die im Anfangsgewicht bestehenden Unterschiede zu korrigieren, alsdann war mit Hilfe von Streuungszerlegungen die Wirkung der Zusätze auf Lebendgewichtszunahme und Futterverzehr so aufzuteilen, dass sie für die zwei geprüften Substanzen (Vitamin B₁₂ und Terramycin) und für jede Dosierung isoliert in Erscheinung trat, wobei auch allfällige *Wechselwirkungen* zwischen den beiden Substanzen zu ermitteln waren.

aa) Lebendgewichtszunahme

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, liessen sich im Anfangsgewicht der Tiere beträchtliche Unterschiede nicht vermeiden, daher prüften wir vorerst, *in welchem Umfange das Endgewicht vom Anfangsgewicht beeinflusst wurde*. Eine Kovarianzanalyse zwischen Anfangsgewicht und Gewichtszunahme ergab einen Regressionskoeffizienten von $b = 2,7354$. Dieser Koeffizient besagt, dass jede \pm Abweichung des Anfangsgewichtes vom arithmetischen Mittel sämtlicher 54 Anfangsgewichte ($\bar{x}_t = 40,67$ g) um 1 g bis zum Abschluss des Versuches eine durchschnittliche \pm Änderung des Zuwachses von 2,7354 g zur Folge hatte. Dadurch, dass diese Änderung als Korrektur benutzt wurde, erfuhr die *Streuung der Zuwachswerte innerhalb der 18 Versuchs- bzw. Dreiergruppen* eine starke Reduktion. Wie aus der nachfolgenden Tabelle 4 hervorgeht, betrug diese Streuung ohne Korrektur 225,6, nach Vollzug der Korrektur jedoch nur noch 44,3. Durch diese Reduktion wurde die Präzision der Versuchsauswertung erheblich verbessert.

Tabelle 4

Streuungszerlegung für den Zuwachs (y), bereinigt um die Unterschiede im Anfangsgewicht (x)

Streuung	Freiheitsgrade	$S(y - \bar{y})^2$	s_y^2	s_y
Total	53	17 700,4	—	—
Zwischen den Gruppen	17	9 579,7	—	—
Innerhalb der Gruppen	36	8 120,7	225,6	15,02
Regression	1	6 569,5	—	—
Rest	35	1 551,2	44,3	6,66

Die Korrektur erfolgte nach der Regressionsgleichung:

$$\bar{\bar{y}} = \bar{y} - 2,7354 (\bar{x} - \bar{x}_t)$$

Dabei bedeuten:

- $\bar{\bar{y}}$ = korrigierte mittlere Gewichtszunahme der einzelnen Dreiergruppen,
- \bar{y} = nicht korrigierte mittlere Gewichtszunahme der einzelnen Gruppen,
- \bar{x} = mittleres Anfangsgewicht der einzelnen Dreiergruppen,
- \bar{x}_t = mittleres Anfangsgewicht sämtlicher Tiere.

Wie sich die Korrektur, die durch die unterschiedlichen Anfangsgewichte der Tiere bedingt war, auf die Gewichtszunahmen der einzelnen Dreiergruppen auswirkte, geht aus Tabelle 5 hervor.

Tabelle 5

Mittlere Gewichtszunahme der einzelnen Dreiergruppen vor und nach Korrektur um die Unterschiede im Anfangsgewicht

Gruppe	Mittlere Gewichtszunahme		Gruppe	Mittlere Gewichtszunahme	
	nicht korrigiert g	korrigiert g		nicht korrigiert g	korrigiert g
1	163,3	164,2	10	126,3	129,0
2	160,7	158,9	11	164,0	167,6
3	171,0	181,9	12	182,7	173,6
4	164,0	158,5	13	160,7	149,7
5	168,0	168,9	14	178,3	182,0
6	177,7	180,4	15	185,3	176,2
7	173,0	176,6	16	170,7	163,4
8	172,7	175,4	17	179,3	180,2
9	183,7	190,9	18	183,3	187,0

$$\text{Grenzdifferenz} = s \cdot t \cdot \sqrt{2/N} \text{ für die korrigierten Werte}$$

bei $P_{0,05} = 11,0$, bei $P_{0,01} = 14,8$ g

Hierin bedeuten:

s = Standardabweichung

t = aus t-Tabelle entnommener Wert, basierend auf der Anzahl der Einzelbeobachtungen N und auf der gewählten Sicherheitsschwelle von 95 bzw. 99 % (P = 0,05, bzw. 0,01).

Auf Grund der in Tabelle 5 enthaltenen Daten ist es möglich, die Gewichtszuwachswirkung jeder einzelnen Zulagekombination für sich zu beurteilen, indem jeder der 18 korrigierten Zuwachswerte unter Berücksichtigung der Grenzdifferenz mit jedem andern Zuwachswert verglichen werden kann. Aufschlussreicher als solche Einzelvergleiche ist jedoch eine zusammenfassende Gruppierung der Zuwachswerte, wie sie in Tabelle 6 vorgenommen und durch Darstellung 1 verdeutlicht ist. Sie erfolgte in der Weise, dass, nach Dosierungen und nach Grundfutter mit und ohne tierischem Eiweiss aufgeteilt, die Wirkung sämtlicher Kombinationen mit Vitamin B₁₂ einerseits und mit Terramycin anderseits in Erscheinung tritt.

Tabelle 6

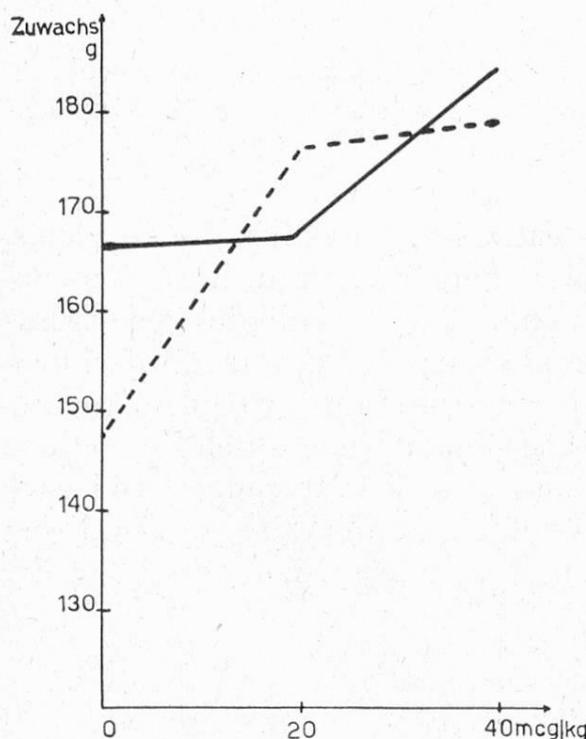
Der Einfluss abgestufter Vitamin B_{12} - und Terramycin-Zulagen zu einem Grundfutter mit und ohne tierischem Eiweiss auf die um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierte Lebendgewichtszunahme der Ratten

Zulage je kg Futter	Anzahl Tiere	Mittlere korrigierte Gewichtszunahme bei der Ration			
		mit tierischem Eiweiss		ohne tierisches Eiweiss	
		g	%	g	%
0 } 20 } mcg Vit. B_{12}	9	166,5	100,0	147,4	100,0
	9	167,7	100,8	176,6	119,8
	9	184,4	110,8	178,9	121,4
0 } 15 } mg Terramycin	9	168,4	100,0	156,8	100,0
	9	169,3	100,6	169,3	108,0
	9	181,0	107,5	176,9	112,8

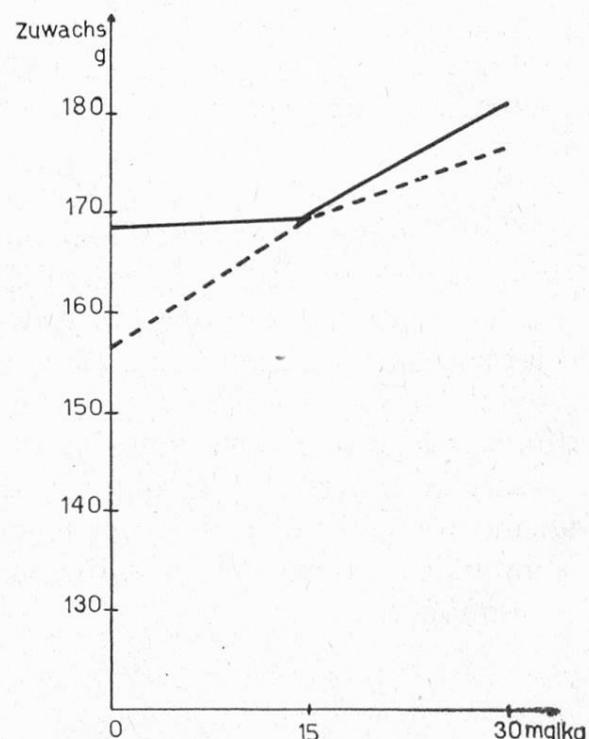
Grenzdifferenz bei $N = 9$ für $P_{0,05} = 6,37$ g, $P_{0,01} = 8,55$ g

Die Signifikanz der in Tabelle 6 zutage tretenden Unterschiede ergibt sich aus den angeführten Grenzfällen.

Vitamin B_{12}



Terramycin



Darstellung 1

Um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierte, mittlere Lebendgewichtszunahme bei abgestufter Vitamin B_{12} - und Terramycin-Zulage (Rattenversuch)

(— = Normaldiät mit tierischem Eiweiss, - - - = vegetabile Diät)

Um zu prüfen, mit welcher Sicherheit die aus Tabelle 6 hervorgehende, zuwachsverbessernde Wirkung der geprüften Zulagen einerseits ausschliesslich dem zugesetzten Vitamin B₁₂ und anderseits ausschliesslich dem zugesetzten Terramycin zuzuschreiben sei und mit welcher Sicherheit diese Wirkung auf einer Wechselwirkung der beiden Zusätze beruhe, wurde das der Tabelle zugrunde liegende Zahlenmaterial einer Streuungszerlegung unterworfen, deren Ergebnisse in Tabelle 7 wiedergegeben werden.

Tabelle 7

Prüfung der um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierten Zuwachswirkung der Vitamin B₁₂- und Terramycinzulagen

Wirkung von	Ration mit tierischem Eiweiss F	Ration ohne tierisches Eiweiss F
Vitamin B ₁₂	8,451**	11,656***
Terramycin	5,051*	4,415*
Wechselwirkung	0,507	0,919

* , ** , *** = gesichert mit P = 0,05 bzw. 0,01 bzw. 0,001.

Dem Ergebnis der Streuungszerlegung kann entnommen werden, dass bei Zusammenfassung der mit der kleineren und mit der grösseren Dosis erhaltenen Daten sowohl die Vitamin B₁₂- als auch die Terramycinzulage, jede für sich betrachtet, eine signifikante Verbesserung der Gewichtszunahmen bewirkten. Bei den Vitamin B₁₂-Zulagen erweist sich die Verbesserung als gut bis sehr gut gesichert, bei der Terramycinzulage ist sie noch gesichert. Des weiteren zeigt die Streuungszerlegung, dass eine den Zuwachs beeinflussende, gesicherte Wechselwirkung zwischen der Vitamin B₁₂- und der Terramycinzulage *nicht* eingetreten ist.

Aus der Tabelle 6 und der dazugehörenden Darstellung 1 sowie aus Tabelle 7 ergeben sich zusammenfassend folgende Feststellungen:

1. Die *Vitamin B₁₂-Zulagen* führten bei unsren Ratten, über alle zugehörigen Versuche betrachtet, zu einer gesicherten Verbesserung der Lebendgewichtszunahmen.
2. Bei der Ration mit *tierischem Eiweiss*, die auch ohne die B₁₂-Zulage eine als gut zu beurteilende Zunahme gewährleistete, vermochte erst die *doppelte* Vitamin B₁₂-Dosierung (40 mcg/kg Futter) eine deutliche Zuwachsverbesserung zu bewirken.
3. Die nicht ergänzte *vegetabile* Diät, die im Vergleich zur ebenfalls nicht ergänzten Normaldiät (Diät mit tierischem Eiweiss) ein signifikant reduziertes Wachstum bewirkte, wurde schon durch eine *einfache* Vitamin B₁₂-Zulage (20 mcg/kg Futter) so weit verbessert, dass die mit ihr erzielte Zunahme den

Zuwachs, welcher mit der in gleicher Weise ergänzten Normaldiät erhalten wurde, eindeutig übertraf. Bemerkenswerterweise blieb bei *Verdoppelung* der Vitamin B₁₂ Gabe zur vegetabilen Diät eine weitere Zuwachssteigerung aus.

4. Auch die *Terramycin-Zulagen* bewirkten, über alle zugehörigen Versuche betrachtet, eine signifikante Verbesserung der Gewichtszunahme. Diese Verbesserung war jedoch weniger ausgeprägt als die mit den B₁₂-Zulagen erhaltenen.
5. Wie das zugesetzte Vitamin B₁₂ bewirkte auch die Terramycin-Ergänzung bei Verabfolgung der Diät mit *tierischem Eiweiss* erst bei der *doppelten* Dosierung (30 mg/kg Futter) eine signifikante Zuwachsverbesserung.
6. Dem gegenüber hatte die Terramycin-Zulage bei der *vegetabilen* Diät, wiederum wie die Vitamin B₁₂-Zulage, schon bei der *einfachen* Dosierung (15 mg/kg Futter) eine zuwachsverbessernde Wirkung zur Folge, wobei jedoch die *doppelte* Dosierung im Gegensatz zum Effekt der Vitamin B₁₂-Ergänzung noch eine zusätzliche Wirkung erzielen liess.
7. Es zeigt sich, dass die zuwachsverbessernden Effekte der Vitamin B₁₂-Zulagen einerseits und der Terramycin-Zulagen anderseits *unabhängig voneinander* zur Geltung kamen.

bb) Futterverwertung

Über die mit den Ratten erzielte Futterverwertung (g Futterverbrauch je g Zuwachs) unterrichtet Tabelle 3. Auf eine durch die Unterschiede im Anfangsgewicht der Tiere bedingte Korrektur der Daten wurde verzichtet.

Der Tabelle 3 kann entnommen werden, dass Gruppe 10, welche die rein vegetabile Diät ohne irgendwelche Zulagen erhalten hatte, erwartungsgemäss die schlechteste Verwertung zeigt. Eine die Futterverwertung verbessende Wirkung der Zulagen kam kaum zur Geltung und erwies sich bei einer Grenzdifferenz von P_{0,05} = 0,34 und P_{0,91} = 0,45 nur bei den Gruppen 11, 12 und 15 (Vitamin B₁₂-Zulage ohne und mit Terramycin zur vegetabilen Diät) als gesichert.

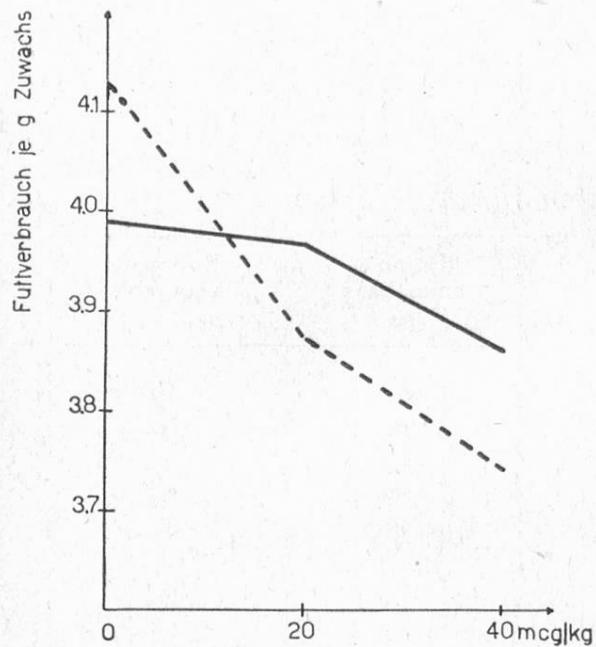
Um wiederum die Wirkung der beiden Zusätze getrennt beurteilen zu können, wurden auch die Daten für die Futterverwertung nach Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen gruppiert, wobei wie zuvor eine Aufteilung in die Versuche mit und in die Versuche ohne tierisches Eiweiss erfolgte. Das Ergebnis dieser Gruppierung wird in Tabelle 8 und in Darstellung 2 wiedergegeben.

Tabelle 8
Der Einfluss abgestufter Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen zu einem Grundfutter mit und ohne tierischem Eiweiss auf die Futterverwertung

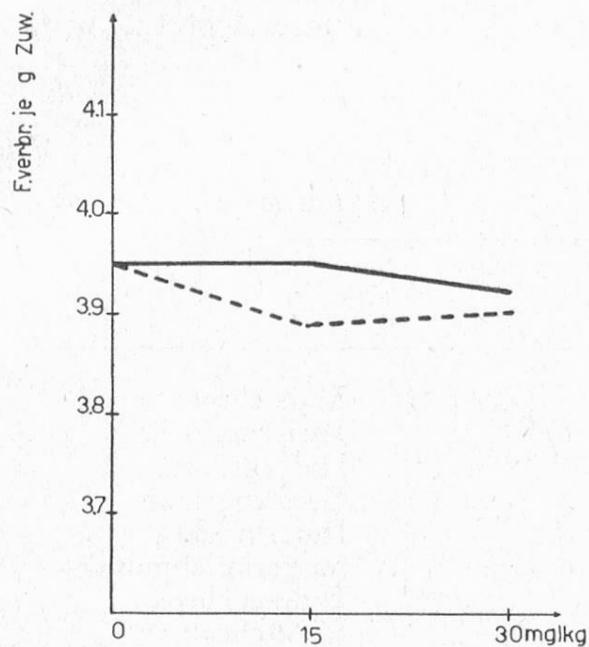
Zulage je kg Futter	Anzahl Tiere	Futterverwertung bei der Ration			
		mit tierischem Eiweiss		ohne tierisches Eiweiss	
		g	%	g	%
0 } 20 } 40 } mcg Vit. B ₁₂	9	3,99	100,0	4,13	100,0
	9	3,97	99,5	3,87	93,7
	9	3,86	96,7	3,74	90,6
0 } 15 } 30 } mg Terramycin	9	3,95	100,0	3,95	100,0
	9	3,95	100,0	3,89	98,5
	9	3,92	99,2	3,90	98,7

Grenzdifferenz bei N = 9 für $P_{0,05} = 0,19$ g, $P_{0,01} = 0,26$ g

Vitamin B₁₂



Terramycin



Darstellung 2

Futterverzehr je g Lebendgewichtszunahme (Rattenversuch)

(— = Normaldiät mit tierischem Eiweiss, - - - = vegetabile Diät)

Tabelle 8 und Darstellung 2 lassen erkennen, dass lediglich die *Vitamin B₁₂-Ergänzung der rein vegetabilen Diät* eine signifikante (einfache Dosis) bis sehr gut gesicherte (doppelte Dosis) Verbesserung der Futterverwertung zur Folge hatte. Eine Streuungszerlegung ähnlich derjenigen, die der Tabelle 7 zugrunde gelegt wurde, ergab im übrigen, dass auch hinsichtlich der Futterverwertung *keine Wechselwirkung* zwischen der Vitamin B₁₂- und der Terramycin-Zulage zur Gelung gekommen war.

d) Anordnung und Verlauf des Kükenversuches

Gleich wie bei der Anlage des zuvor beschriebenen Rattenversuches wurden aus 54 männlichen Leghorn-Eintagsküken 18 gleichwertige Dreiergruppen gebildet, die zu ihrem Grundfutter folgende Vitamin B₁₂- bzw. Terramycin-Zulagen erhielten:

Vitamin B₁₂ : 0, 10, 20 mcg je kg Futter
 Terramycin : 0, 10, 20 mg je kg Futter

Bei gleicher Anordnung, wie sie in Tabelle 1 dargestellt ist, erfolgten die Zulagen wiederum zu einer Grunddiät mit hochwertigem tierischem Eiweiss einerseits und zu einer rein pflanzlichen Diät anderseits.

Über die Zusammensetzung der beiden als Allmash-Kückenmehle verabreichten Grunddiäten unterrichtet Tabelle 9.

*Tabelle 9
 Zusammensetzung der Grunddiäten für die Küken*

	Ration A animalisch %	Ration B vegetabil %
Maisschrot	30	30
Weizenschrot	30	30
Hafergrütze	10	8
Gerstengrütze	6	4
Dorschmehl	8	—
Magermilchpulver	2	—
Erdnusschrot	3	10
Soyaschrot	3	10
Trockenhefe	3	3
Luzernemehl	2,4	2,4
Kalkgrit	1,3	1,3
Phosphorsaurer Kalk	0,5	0,5
Kochsalz	0,6	0,6
Vitamin A/D ₃ -Konzentrat	0,2	0,2

Futter und Trinkwasser standen den Tieren, die wie die Ratten in Einzelkäfigen mit Drahtboden gehalten wurden, ad libitum zur Verfügung. Der Versuch dauerte 4 Wochen, d.h. vom 7. Mai bis 4. Juni 1954. Von jedem Einzeltier wurden wöchentlich der Zuwachs und der Futterverbrauch bestimmt. Krankheiten oder sonstige Störungen traten nicht ein.

e) Ergebnisse des Kükenversuches

Analog der Tabelle 3 seien zunächst die Durchschnittswerte für die Anfangsgewichte, den Zuwachs, den Futterverzehr und die Futterverwertung angegeben (Tabelle 10).

Tabelle 10

Mittelwerte von Anfangsgewicht, Gewichtszunahme und Futterverwertung

Gruppe	Zulagen je kg Futter		Anfangs- gewicht g	Gewichts- zunahme*) g	Futter- verzehr g	Verzehr je g Zuwachs g
	Vit. B ₁₂ mcg	Terramycin mg				
A. Grundfutter mit tierischem Eiweiss						
1	0	0	44,3	303,7	665	2,19
2	10	0	43,2	268,3	606	2,26
3	20	0	45,8	339,0	729	2,15
4	0	10	45,2	306,7	638	2,08
5	10	10	42,3	338,7	728	2,15
6	20	10	43,8	344,7	758	2,20
7	0	20	45,2	303,7	656	2,16
8	10	20	42,7	307,7	646	2,10
9	20	20	43,3	355,3	757	2,13
B. Grundfutter ohne tierisches Eiweiss						
10	0	0	43,3	292,7	729	2,49
11	10	0	46,0	277,0	690	2,49
12	20	0	43,5	309,3	752	2,43
13	0	10	43,8	271,7	660	2,43
14	10	10	41,8	280,3	670	2,39
15	20	10	42,3	285,0	727	2,55
16	0	20	41,5	335,0	764	2,28
17	10	20	41,0	282,0	671	2,38
18	20	20	48,3	285,0	644	2,26

*) Unter Mitberücksichtigung von 6 eliminierten Einzelwerten, die nach G. W. Snedecor (1946) berechnet wurden.

aa) Lebendgewichtszunahme

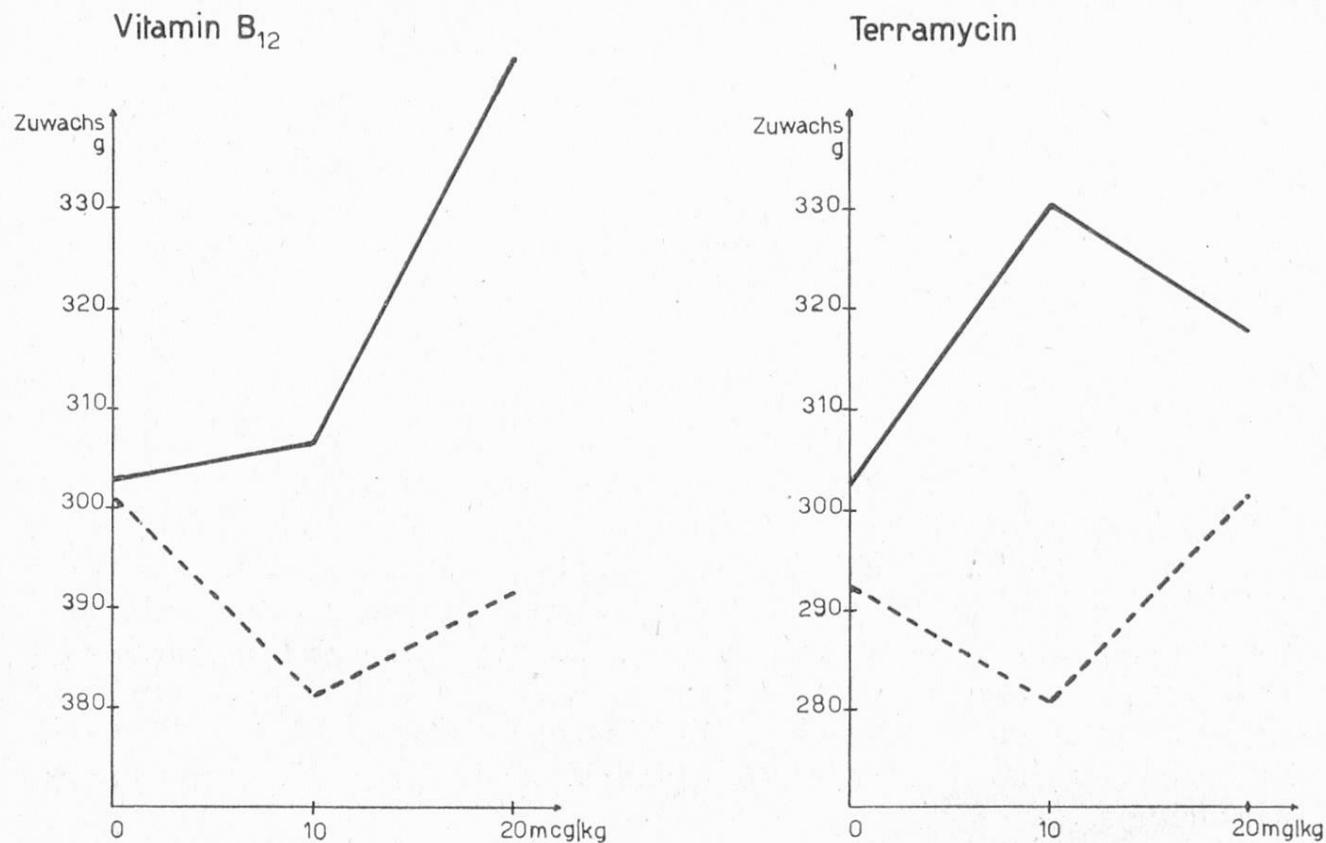
Die dem Rattenversuch entsprechende Korrektur des Zuwachses um die im Anfangsgewicht bestehenden Unterschiede hatte nur geringfügige Änderungen zur Folge. Die korrigierten Einzelwerte, auf deren Wiedergabe verzichtet werden kann, bilden die Grundlage der Tabelle 11 und der Darstellung 3, in denen die Zuwachsdaten, wie in Tabelle 6, geordnet nach Vitamin B₁₂- und Terramycinzulagen und wie in Darstellung 1 wiedergegeben werden.

Tabelle 11

Der Einfluss abgestufter Vitamin B₁₂- und Terramycin-zulagen auf den um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierten Lebend-gewichtszuwachs der Kücken

Zulage je kg Futter	Anzahl Tiere	Mittlerer korrigierter Zuwachs bei Ration			
		mit tierischem Eiweiss		ohne tierisches Eiweiss	
		g	%	g	%
0 } mcg Vit. B ₁₂	9	302,8	100,0	301,2	100,0
	9	306,6	101,2	281,1	93,3
	9	345,4	114,1	291,5	96,8
0 } mg Terramycin	9	302,6	100,0	292,1	100,0
	9	329,9	109,0	280,6	96,1
	9	322,3	106,5	300,9	103,0

Grenzdifferenz bei N = 9 für P_{0,05} = 20,1 g, P_{0,01} = 26,9 g



Darstellung 3

Um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierte, mittlere Lebendgewichtszunahme bei abgestufter Vitamin B₁₂- und Terramycinzulage (Kückenversuch)

(— = Normaldiät mit tierischem Eiweiss, - - - = vegetabile Diät)

Die Bestimmung der über alle zugehörigen Versuche sich erstreckenden Zuwachswirkung der Vitamin B₁₂-Zulagen einerseits und der Terramycin-Zulagen anderseits sowie einer allfälligen Wechselwirkung zwischen den beiden Zulagen erfolgte wiederum anhand einer Streuungszerlegung, deren Ergebnis in Tabelle 12 aufgeführt ist.

Tabelle 12

Prüfung der um die Unterschiede im Anfangsgewicht korrigierten Zuwachswirkung der Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen

Wirkung von	Ration mit tierischem Eiweiss F	Ration ohne tierisches Eiweiss F
Vitamin B ₁₂	11,21**	2,02
Terramycin	4,19*	2,12
Wechselwirkung	2,76	2,98*

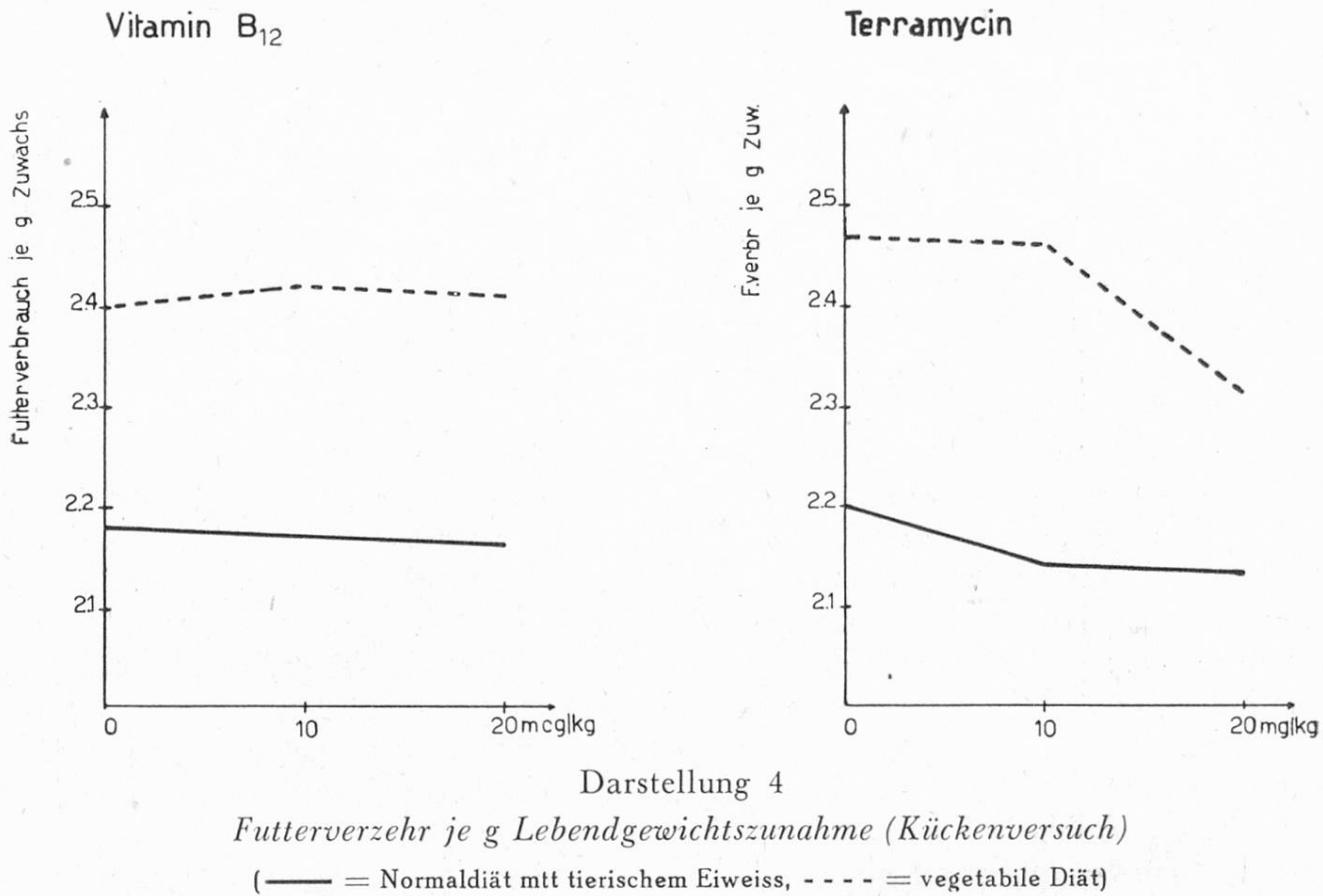
*, ** = gesichert mit P = 0,05 bzw. P = 0,01.

Nur bei der Diät mit *tierischem Eiweiss* ergibt sich eine gesicherte bis gut gesicherte Verbesserung der Lebendgewichtszunahmen. Diese Verbesserung wurde sowohl durch die Vitamin B₁₂- als auch durch die Terramycin-Zulagen bewirkt. Bei der *vegetabilen* Diät kann von einem positiven Effekt der beiden Zulagen, wenn jede für sich betrachtet wird, nicht gesprochen werden. Dagegen ist ein solcher offenbar zufolge einer günstigen Wechselwirkung der beiden Zulagen eingetreten. Der durch diese Wechselwirkung bewirkte Mehrzuwachs der auf rein pflanzlichem Futter gehaltenen Tiere erweist sich als gesichert.

Aus Tabelle 11 und der dazugehörigen Darstellung 3 sowie aus Tabelle 12 sei folgendes festgehalten:

1. Ganz im Gegensatz zum Rattenversuch gestaltete sich der Zuwachs der Küken bei der *rein pflanzlichen Diät ohne Zulage* praktisch gleich wie bei der *Diät mit tierischem Eiweiss ohne Zulage*.
2. Bei den auf die Diät mit *tierischem Eiweiss* gestellten Küken haben die Vitamin B₁₂-Zulagen, gesamthaft betrachtet, eine gut gesicherte und die Terramycin-Zulagen, ebenfalls gesamthaft betrachtet, eine gesicherte Verbesserung des Zuwachses bewirkt. Bei den auf rein *pflanzliches* Grundfutter gestellten Tieren blieb eine analoge Wirkung unerwarteterweise aus. Dagegen kam bei dieser Diät eine *positive Wechselwirkung* der beiden Zusätze gesichert zur Geltung.
3. Die gut gesicherte, zuwachssteigernde Wirkung der Vitamin B₁₂-Zulage zur Grunddiät mit *tierischem Eiweiss* trat, wie im Rattenversuch, erst bei *doppelter Dosierung* (20 mcg/kg Futter) in Erscheinung.
4. Es scheint, dass die einfache Vitamin B₁₂-Zulage bei den auf rein *vegetabile* Diät gestellten Küken eine Verschlechterung des Zuwachses herbeigeführt hat. Dieser negative Effekt ist unerklärlich.
5. Die gesicherte positive Wirkung des *Terramycin-Zusatzes* zur Grunddiät mit animalischem Eiweiss kam im Gegensatz zum Ergebnis des Rattenversuches schon bei der *einfachen Dosierung* (10 mg/kg Futter) zur Geltung. Die zweifache Dosierung hatte keine zusätzliche Wirkung zur Folge; vielmehr deuten die Daten der Tabelle 11 an, dass die grössere Terramycin Dosis schlechter gewirkt hat als die kleinere.
6. Ebenfalls im Gegensatz zu den Ergebnissen des Rattenversuches übte die Terramycin-Zulage zur rein *vegetabilen* Diät auf den Zuwachs der Küken keinen deutlich in Erscheinung tretenden Einfluss aus.

Im übrigen lassen die zu Tabelle 11 gehörenden Grenzdifferenzen eine auffallend grosse Streuung der Einzelwerte für den Zuwachs erkennen. Während die analoge Tabelle 6 der Rattenversuche eine Grenzdifferenz für P_{0,05} von nur 6,4 ergab, beträgt die für das gleiche P berechnete Grenzdifferenz der Tabelle 11 20,1 g. Es muss angenommen werden, dass einerseits das Kükenmaterial erb-biologisch sehr inhomogen war, dass aber auch andere Gründe für die grosse Variabilität verantwortlich waren, von denen später die Rede sein wird.



bb) Futterverwertung

Der Futterverbrauch je g Zuwachs wurde gemäss den Angaben der Tabelle 10 und gemäss Darstellung 4 durch die Zulagen kaum beeinflusst. Dagegen besteht ein deutlicher Unterschied zwischen der Verwertung bei der Diät mit tierischem Eiweiss und der Verwertung bei der rein vegetabilen Diät. Im Durchschnitt aller Versuche betrug der Futterverbrauch je g Zunahme bei der Diät mit tierischem Eiweiss 2,16 g und beim vegetabilen Grundfutter 2,44 g. Der Unterschied erwies sich als sehr gut gesichert.

3. Diskussion der Ergebnisse

a) Rattenversuch

Die Gewichtszunahmen im Rattenversuch gehen aus Tabelle 6 und Darstellung 1 hervor. Diese lassen erkennen, dass der Zuwachs der auf einer Normaldiät mit *tierischem Eiweiss* gehaltenen Ratten weder durch die einfache Vitamin B₁₂-noch durch die einfache Terramycin-Zulage verändert wurde. Erst die *Verdopplung* der einen wie der andern Zulage brachte signifikante Zuwachsverbesserungen. Da die Zulagen zu einem Futter erfolgten, das reichlich tierisches Eiweiss enthielt, hätte man gemäss bisherigen Erfahrungen von der Vitamin B₁₂-Zulage

überhaupt keinen, von der Terramycin-Zulage dagegen schon bei einfacher Dosierung einen zuwachsfördernden Effekt erwarten können.

Die *vegetable Diät* wurde überraschenderweise durch die *Vitamin B₁₂-Zulage* so weitgehend aufgewertet, dass ihre zuwachsverbessernde Wirkung diejenige der ebenfalls mit der einfachen Vitamin B₁₂-Gabe ergänzten Normaldiät mit tierischem Eiweiss eindeutig übertraf. Auch die *Terramycin-Zulage* zur pflanzlichen Diät bewirkte einen Zuwachs, der demjenigen der in gleicher Weise ergänzten Normaldiät ebenbürtig war. Bemerkenswert ist zudem, dass bei der pflanzlichen Diät im Gegensatz zur Normaldiät eine *Verdoppelung* der Vitamin B₁₂-Zulage keine und eine Verdoppelung der Terramycin-Zulage nur eine geringfügige weitere Verbesserung des Gewichtszuwachses zur Folge hatte.

Versuche, die mit den von uns durchgeföhrten eine gewisse Ähnlichkeit haben, sind schon von *D. U. Catron* und Mitarb. (1951) durchgeföhrt worden. Diese Autoren prüften an Schweinen die *zuwachsverbessernde Wirkung abgestufter Aureomycin-Zulagen* mit und ohne Vitamin B₁₂-Ergänzung. Der Gewichtszuwachs der auf rein vegetabilem Futter gehaltenen Tiere erreichte sein Maximum erst bei einer Zulage von rund 45 mg Aureomycin je kg Futter. Wurde dieses zusätzlich mit 22 mcg Vitamin B₁₂ je kg angereichert, so trat unabhängig von der Aureomycinwirkung eine beträchtliche Zuwachssteigerung ein. Unsere mit Ratten erhaltenen Ergebnisse decken sich insofern mit diesen Befunden, als die Vitamin B₁₂-Zulage zur vegetabilen Diät bei ungefähr gleicher Dosierung den Zuwachs der Tiere unabhängig von der Wirkung des zugelegten Antibiotikums (Terramycin) ebenfalls beträchtlich verbesserte und die grössere Antibiotikumzulage (30 mg Terramycin je kg Futter) besser wirkte als die kleinere (15 mg Terramycin je kg Futter).

Anderseits konnten *R. Ferrando* und Mitarb. (1954), die das Futter von Schweinen mit 20 mcg Vitamin B₁₂ anreicherten, weder bei einer vegetabilen noch bei einer gemischten Diät eine Verbesserung von Zuwachs und Futterverwertung feststellen.

Aus vergleichenden, von *J. E. Burnside* und Mitarb. (1954) an Mastschweinen durchgeföhrten Versuchen, in welchen rein vegetabiles Futter mit unterschiedlichem Eiweissgehalt verabreicht wurde, geht hervor, dass der zuwachssteigernde Effekt von Vitamin B₁₂- und Antibiotika-Zulagen u.a. von der *Menge des verzehrten Eiweisses* abhängig ist. Als Ergänzung zu eiweissreichen Rationen erwiesen sich Antibiotikum und Vitamin als unwirksam.

R. Braude und Mitarb. (1953) gelangten auf Grund der Ergebnisse einer grossen Zahl von Schweinemastversuchen zur Ansicht, dass die Höhe der Zulage im allgemeinen ohne Bedeutung sei, so lange die üblicherweise zur Anwendung gelangende Dosis nicht unterschritten würde. Diese Ansicht wird bestätigt durch Versuche von *H. D. Wallace* und Mitarb. (1953), welche mit rein vegetabilem Schweinemastfutter den grössten zuwachssteigernden Effekt bei Zulagen von 10 bis 20 mg Antibiotika je kg Futter erzielten, sowie von *H. Clausen* (1955), welcher bei Verfütterung eines vielseitigen, d.h. tierisches Eiweiss enthaltenden

Futters die obere Grenze des zuwachsverbessernden Effektes schon bei einer Antibiotikadosierung von 5 bis 10 mg je kg Futter erreichte.

Unsere mit Ratten gefundenen Ergebnisse stehen zu diesen Beobachtungen in einem gewissen Gegensatz, indem bei der vegetabilen Diät die obere Grenze des zuwachssteigernden Effektes mit 15 mg Terramycin je kg Futter noch nicht erreicht worden war und indem bei der Normaldiät mit tierischem Eiweiss dieser Effekt erst bei einer Gabe von 30 mg Antibiotikum je kg Futter überhaupt in Erscheinung trat. Eine Erklärung für unsren abweichenden Befund ergibt sich vielleicht aus Versuchen, die von *C. H. Hill* und *J. W. Kelly* (1953/1954) mit Kücken durchgeführt worden sind. Diese Autoren stellten u.a. fest, dass Eintagskücken, die in völlig neuen Stallungen auf Drahtgeflecht aufgezogen wurden, im Zuwachs auf Antibiotika-Zulagen erst dann deutlich positiv reagierten, wenn eine Normaldiät (mit Fischmehl) mit einer 5- bis 10-fachen Normalgabe an Aureomycin bzw. Penicillin angereichert wurde. Die erwähnten Autoren nehmen an, dass bei Aufzucht unter sehr hygienischen Verhältnissen der Befall der Tiere durch schädliche Mikroorganismen hintan gehalten werde, weshalb eine Antibiotikazulage in der im allgemeinen üblichen Dosierung die ohnehin schon günstigen Verhältnisse nicht zu verbessern vermöge. Die Zahl oder die Aktivität der unter diesen Verhältnissen noch schädlichen Organismen sei erst durch eine kombinierte Zulage von Fischmehl und grossen Mengen Antibiotika weiter einzudämmen. Da unsere Ratten einzeln in gänzlich neuen Käfigen gehalten wurden, ist es denkbar, dass infolge einer durch die Haltungsverhältnisse günstigen Beeinflussung der Darmflora in Kombination mit dem Einfluss der Dorschmehlgabe erst die hohe Terramycindosis zur Wirkung gelangen konnte.

An der von uns beobachteten geringen Wachstumswirkung des nicht ergänzten vegetabilen Futters war offenbar in erster Linie eine ungenügende Vitamin B₁₂-Versorgung schuld. In dieser Annahme werden wir bestärkt durch die aus Tabelle 8 und aus Darstellung 2 sich ergebende Grösse der *Futterverwertung*, die nur in denjenigen Versuchen eine signifikante Verbesserung erfuhr, in welchen die vegetabile Diät mit Vitamin B₁₂ ergänzt worden war.

Hervorzuheben ist schliesslich, dass in unserem Rattenversuch zwischen den geprüften Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen keine Wechselwirkung feststellbar war. Beide Zulagen scheinen, in Bestätigung vereinzelter Hinweise der Literatur, ihren zuwachssteigernden Effekt, wo er zur Geltung kam, *unabhängig voneinander* ausgeübt zu haben.

b) Kückenversuch

Bei den Kücken wurde die Zuwachswirkung der *Normaldiät* mit tierischem Eiweiss erst durch die doppelte Vitamin B₁₂-Zulage (20 mcg/kg Futter) in signifikanter Weise verbessert, während die Terramycin-Zulage schon bei einfacher Dosierung (10 mg/kg Futter) eine deutliche Steigerung des Lebendgewichtszuwachses bewirkte. Bei Verdoppelung der Antibiotikagabe resultierte kein zusätz-

licher Effekt mehr. Hinsichtlich der Vitamin B₁₂-Wirkung steht das Ergebnis des Kükenversuches im Einklang, hinsichtlich der Terramycinwirkung im Gegensatz zum Ergebnis des Rattenversuches.

Überraschend und kaum zu verstehen ist, dass im Gegensatz zur zuwachsverbessernden Wirkung der Vitamin B₁₂-Zulage von 20 mcg je kg Futter zur Normaldiät mit tierischem Eiweiss bei der *vegetabilen Diät* weder die niedrige noch die höhere Vitamin B₁₂-Zulage zu einer Wachstumsverbesserung führte, sondern eher einen negativen Effekt ausgeübt zu haben scheint, obschon eine günstige Vitamin B₁₂-Wirkung gerade bei den auf rein pflanzliche Kost gestellten Tieren am ehesten hätte erwartet werden können. Auffallend ist ferner, dass auch die Terramycin-Zulagen die Zuwachswirkung der vegetabilen Diät nicht zu verbessern vermochten. Es zeigt sich somit, dass die mit der vegetabilen Diät bei Küken erhaltenen Ergebnisse von denjenigen des Rattenversuches gänzlich verschieden sind. Anderseits stimmen unsere mit Küken gemachten Beobachtungen mit solchen von *C. H. Hill* und *J. W. Kelly* (1953/1954) insofern überein, als auch diese bei einer rein pflanzlichen Kost an Küken keinen positiven Antibiotikumeffekt feststellen konnten. Zu vermerken ist allerdings, dass die von den genannten Autoren geprüfte Pflanzendiät auch ohne Zusätze eine sehr gute Lebendgewichtszunahme der Tiere ermöglichte, was in unserm Kükenversuch bis zu einem gewissen Grade ebenfalls zutraf.

Nicht im Einklang mit den von *Hill* und *Kelly* gemachten Beobachtungen sowie mit den Ergebnissen unseres Rattenversuches steht das Resultat unserer auf Normaldiät mit tierischem Eiweiss gestellten Küken; bei diesen rief schon die kleinere Terramycin-Zulage (10 mg/kg Futter) eine signifikante zuwachssteigende Wirkung hervor, während die erwähnten Autoren eine Verbesserung des Zuwachses erst dann feststellen konnten, wenn eine Fischmehl enthaltende Diät mit einer verhältnismässig grossen Dosis Antibiotikum (5- bis 10-fache Dosierung) ergänzt wurde.

Auf Grund von Hinweisen anderer Autoren drängt sich die Vermutung auf, dass möglicherweise das von uns, aber auch das von *Hill* und *Kelly* für die Versuche gewählte Zeitintervall (vom Schlupf bis zum Alter von 4 Wochen) zu kurz bemessen war, was zur Folge haben konnte, dass entweder die geprüften Vitamin B₁₂- und Antibiotika-Zusätze nicht voll zur Geltung kamen, oder dass sich mehr oder weniger zufällige Schwankungen in der Wirkung dieser Zusätze zu wenig ausgleichen konnten. Unsere Vermutung würde wenigstens zum Teil erklären, warum die von uns mit Küken erhaltenen Versuchsergebnisse mit denjenigen von *Hill* und *Kelly*, aber auch mit denjenigen, die wir selbst an Ratten fanden, nicht durchwegs übereinstimmen. Dass die Dauer des Beobachtungsintervales eine Rolle spielen kann, geht aus verschiedenen Mitteilungen hervor. So beobachteten z.B. *J. M. Snyder* und Mitarb. (1953), dass bei Küken die Antibiotikawirkung vor allem in den ersten 4 Wochen, die Vitamin B₁₂-Wirkung dagegen erst von der 4. Lebenswoche an zunehmend in Erscheinung trat. Ferner melden *E. L. Wisman* und Mitarb. (1954) sowie *A. B. Morrison* und Mitarb. (1954), dass bei

Kücken die Wirkung von Antibiotika, die einer vegetabilen Diät zugesetzt wurden, gegenüber der Wirkung bei Zusatz zu einer Normaldiät, eine deutliche Verzögerung erkennen liess.

Schliesslich sei auf Untersuchungen von *R. J. Lillie* und Mitarb. (1953) hingewiesen, die beobachteten, dass Antibiotikazusätze bei Kücken in alten Ställen schon in der ersten Lebenswoche eine Verbesserung des Zuwachses hervorriefen, während ein analoger Effekt bei Kücken in neuen Stallungen, die noch nie für Hühner verwendet worden waren, erst nach der 2. bis 4. Lebenswoche auftrat. Die Haltung unserer Kücken in *noch nie gebrauchten Einzelkäfigen* dürfte die Ursache dafür gebildet haben, dass die Tiere ganz allgemein, unabhängig vom Fütterungsregime, ein sehr gutes Wachstum zeigten. Diese Verhältnisse mögen als Erklärung dafür dienen, dass die Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen nur in 2 von 8 Fällen (Normaldiät + 20 mcg Vitamin B₁₂/kg bzw. 10 mg Terramycin/kg Futter; vergl. Tabelle 11) eine zuwachsverbessernde Wirkung ausübten. Die Möglichkeit ist auch in Erwägung zu ziehen, dass die günstigen hygienischen Verhältnisse in unsren Versuchen bei den einzelnen Tieren, vor allem infolge der verhältnismässig kurzen Beobachtungszeit, verschieden stark zur Geltung kommen konnten (z.B. verschieden starkes Auftreten schädlicher Infektionen des Magen-Darmkanals). Diese Verhältnisse sowie ein genetisch offenbar wenig ausgeglichenes Tiermaterial machen es verständlich, dass die für die einzelnen Versuchsgruppen gewonnenen Durchschnittsergebnisse im Kückenversuch eine bedeutend grössere Streuung aufwiesen als im Rattenversuch (vergl. Tabelle 6), für welchen genetisch einheitliches Tiermaterial zur Verfügung stand und wobei die Beobachtungszeit ein relativ grösseres Entwicklungsintervall umfasste. Diese Nachteile des Kückenversuches lassen es als geboten erscheinen, der bei der vegetabilen Diät festgestellten Wechselwirkung zwischen Vitamin B₁₂ und Terramycin, obwohl sie gesichert war, keine grosse Bedeutung beizumessen (vgl. Tab. 12).

Die *Futterverwertung* (Tabelle 10 und Darstellung 4) wurde im Kückenversuch durch keine der Zulagen in signifikanter Weise beeinflusst.

Zusammenfassung

Nach dem Prinzip der $2 \times 3 \times 3$ Faktorenzerlegung gelangten zwei Wachstumsversuche zur Durchführung, der eine mit jungen Albinoratten, der andere mit Leghornküken. Geprüft wurden sämtliche Kombinationen folgender Varianten:

1. Normalfutter mit tierischem Eiweiss, rein vegetabile Diät
2. Vitamin B₁₂-Zulagen: 0, 20, 40 mcg/kg Futter (Rattenversuch) bzw. 0, 10, 20 mcg/kg Futter (Kückenversuch)
3. Terramycin-Zulagen: 0, 15, 30 mg/kg Futter (Rattenversuch) bzw. 0, 10, 20 mg/kg Futter (Kückenversuch)

Während der 6 bzw. 4 Versuchswochen wurden der Zuwachs und der Futterverzehr von jedem Einzeltier ermittelt.

Im Rattenversuch führten bei der Normaldiät nur die doppelten Vitamin B₁₂- und Terramycin-Zulagen zu einer signifikanten Verbesserung der Gewichtszunahme, beim vegetabilen Futter dagegen schon die einfachen Zulagen (vergl. S. 298). Die Futterverwertung wurde einzig durch die Vitamin B₁₂-Zulagen zum vegetabilen Futter verbessert (Tabelle 8). Eine Wechselwirkung zwischen Vitamin B₁₂ und Terramycin war nicht festzustellen (Tabelle 7).

Im Kückenversuch wurde eine gesicherte Zuwachsverbesserung einzig bei der Normaldiät festgestellt, nämlich bei der doppelten Vitamin B₁₂-Zulage sowie bei der einfachen Terramycin-Dosis (vergl. S. 304). Die Futterverwertung blieb praktisch unverändert. (S. 305).

Die Resultate, die teilweise im Gegensatz zu den bisher gemachten Beobachtungen stehen, werden mit ähnlichen Publikationen verglichen und diskutiert. (S. 305—309).

Grossen Dank schulden wir Herrn Dr. A. Linder, Professor für mathematische Statistik an der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, für die Beratung und Unterstützung bei der Auswertung der Versuchserhebungen.

Ferner danken wir der Firma *Diethelm & Co. AG*, Talstrasse 15, Zürich, für die Überlassung von Terramycin TM-10 sowie der Firma *F. Hoffmann - La Roche & Co. AG*, Basel, für das Vitamin B₁₂-Präparat.

Résumé

En deux expériences avec des rats et des poussins on a examiné toutes les combinaisons des variantes suivantes:

1. Un régime avec protéine animale et un régime purement végétal.
2. Suppléments de vitamine B₁₂: 0, 20, 40 mcg/kg de fourrage (expérience avec des rats); 0, 10, 20 mcg/kg (expérience avec des poussins).
3. Suppléments de terramycine: 0, 15, 30 mg/kg de fourrage (expérience avec des rats); 0, 10, 20 mg/kg (expérience avec des poussins).

Expérience avec rats: Chez les rats recevant le régime avec protéine animale, seuls les doubles suppléments de vitamine B₁₂ et de terramycine produisaient une amélioration significative d'accroissement, tandis que chez ceux qui recevaient la ration végétale les simples suppléments déjà provoquaient une amélioration. L'indice de consommation fut amélioré seulement par les suppléments de vitamine B₁₂ ajoutés au régime végétal. On n'a pas constaté d'interaction entre la vitamine B₁₂ et la terramycine.

Expérience avec poussins: On n'obtenait une augmentation significative du gain de poids que des doubles suppléments de vitamine B₁₂ ainsi que des simples doses de terramycine ajoutées au régime avec protéine animale. L'indice de consommation restait pratiquement invariable.

Summary

In experiments with rats and chicks different amounts of vitamin B₁₂ and Terramycin were added alone and in combination to basal diets with or without animal protein.

- Rats kept on a diet containing animal protein improved significantly their weight when fed higher levels of vitamin B₁₂ (40 mcg/ per kg feed) and/or Terramycin (30 mg per kg feed), while those kept on a vegetable diet improved their weight already with

lower additions (20 mcg vitamin B₁₂ and/or 15 mg Terramycin per kg). A beneficial effect on feed efficiency was observed only with vitamin B₁₂ supplements to a vegetable diet. There was no interaction between vitamin B₁₂ and Terramycin.

With chicks, significantly increased weight gains resulted only either with a supplement of 40 mcg vitamin B₁₂ or with 15 mg Terramycin per kg of animal protein diet. Feed efficiency was not significantly changed.

Literatur

- Braude R. et al. 1953. The value of antibiotics in the nutrition of swine: A review. *Antibiotics and Chemotherapy* **3**, 271-291.
- Burnside J. E. et al. 1954. The influence of crystalline aureomycin and vitamin B₁₂ on the protein utilization of growing-fattening swine. *J. Animal Sci.* **13**, 184-200.
- Catron D. U. et al. 1951. Effect of different levels of aureomycin with and without vitamin B₁₂ on growing-fattening swine. *Antibiotics and Chemotherapy* **1**, 31-40.
- Clausen H. 1955. Danish experiments on feeding antibiotics to pigs. European symposium on antibiotics and new growth factors in animal nutrition, Rom.
- Ferrando B. et al. 1954. La vitamine B₁₂ dans la ration du porc. *Rev. Méd. vét.*, Toulouse **105**, 355-360; Ref. Nutr. Abstr. Rev. **25**, 103, 1955.
- Hill C. H. and J. W. Kelly. 1953. The effect of antibiotics on the growth of chicks raised in new quarters. *J. Nutr.* **51**, 463-466.
- Hill C. H. and J. W. Kelly. 1954. The effect of fish meal on the response of chicks to high levels of penicillin. *Poultry Sci.* **33**, 657-658.
- Lillie R. J. et al. 1953. Environment and stimulation of growth of chicks by antibiotics. *Poultry Sci.* **32**, 466-475.
- Morrison A. B. et al. 1954. Influence of environment on the response of chicks to growth stimulants. *Poultry Sci.* **33**, 491-494.
- Snedecor G. W. 1946. Statistical methods. Iowa State Coll. Press.
- Snyder J. M. et al. 1953. Surface active agents and the time of their effect on chick growth with special reference to vitamin B₁₂ and aureomycin relationships. *Poultry Sci.* **32**, 527-531.
- Wallace H. D. et al. 1953. Effects of reducing and discontinuing aureomycin supplementation during the growing-fattening period of pigs fed corn-peanut meal, corn-soybean meal and corn-cottonseed meal rations. *J. Animal Sci.* **12**, 316-321.
- Wisman E. L. et al. 1954. The influence of an antibiotic, animal protein, sex and rearing environment on chick growth. *Poultry Sci.* **33**, 328-332.