

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: 75 (1933)

Heft: 2

Artikel: Das Phosphordefizit und die Unfruchtbarkeit des Rindes

Autor: Theiler, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-588729>

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: 01.01.2026

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

SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizerischer Tierärzte

LXXV. Bd.

Februar 1933

2. Heft

Das Phosphordefizit und die Unfruchtbarkeit des Rindes.

Von A. Theiler, Luzern.

Dem Studium der Unfruchtbarkeit der Rinder wird ein stetig wachsendes Interesse entgegengebracht. Die direkten und indirekten Schäden, die sich durch das Ausfallen der Geburten für die Landwirtschaft ergeben, erreichen, in Geldwert ausgedrückt, staunenerregende Summen. Der Ursachen gibt es offenbar viele, wie das bei so komplizierten Vorgängen, wie Brunst, Ovulation, Befruchtung und Trächtigkeit, zu erwarten ist. Nicht ohne Berechtigung wird der Nahrung der Tiere eine Rolle zugeschrieben, besonders dem Mangel bestimmter Bestandteile derselben, wie z. B. den Mineralien. Mit Vorliebe wird das Fehlen akzessorischer Faktoren beschuldigt, wobei man aber, nach meiner Meinung, nicht immer imstande ist, überzeugende Beweise zu bringen.

Die vorliegende Arbeit bezweckt die Aufmerksamkeit auf die Rolle des Phosphors für die Fruchtbarkeit des Rindes zu lenken und zu zeigen, dass sie ungleich grösser ist, als die des Kalziums und der Vitamine. Im Verlaufe der Untersuchungen über den Phosphormangel als Ursache der Rachitis und Osteomalazie der Weidetiere, die hauptsächlich in überseeischen Ländern, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in Australien und Südafrika, während den letzten zehn Jahren gemacht wurden, liegen nun eine Reihe von Arbeiten vor, die sich mit dem Studium dieses Elementes im Haushalte des Rindes befassen, und die zeigen, dass die Anwesenheit seiner Salze in genügenden oder ungenügenden Mengen die Fruchtbarkeit in günstiger oder ungünstiger Weise beeinflussen kann. Es scheint mir, dass diesen Untersuchungen nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird, die, wenn sie auch in fremden Ländern und teilweise unter andern Bedingungen gemacht worden sind, doch prinzipielle Bedeutung haben. Meine eigenen Beobachtungen

beziehen sich auf Südafrika, das ein grosses Tierzucht treibendes Land geworden ist, wo dem experimentellen Studium grosses Verständnis entgegengebracht wird, sowohl von Seiten der Züchter als auch der Behörden. Die Tierzucht ist dort ganz auf den Weidebetrieb eingestellt; die Tiere befinden sich jahraus, jahrein, Tag und Nacht im Freien. Die Gegenden, in denen hauptsächlich Viehzucht getrieben wird, liegen im sogenannten „Hochfeld“, einem Hochplateau, das in einer Höhe von ca. 1200 m über Meer beginnt und bis zu 2100 m und darüber reicht. Das Klima erlaubt den Tieren den Aufenthalt im offenen Gelände während des ganzen Jahres. Rinder, die für die Zucht, und Ochsen, die für die Arbeit oder die Schlachtung bestimmt sind, kommen überhaupt nie unter Dach. Auch da, wo man angefangen hat, eine etwas intensivere Milchwirtschaft zu treiben, werden die Kühe selten während der Nacht in den Stall gebracht. In jenen Gegenden beträgt die Dauer des täglichen Sonnenscheins das ganze Jahr hindurch durchschnittlich über acht Stunden. Es ist einleuchtend, dass unter solchen Bedingungen den Weidetieren mit der natürlichen Nahrung und dem Lichte wohl alle bekannten exogenetischen akzessorischen Faktoren zur Verfügung stehen, insbesondere aber das Vitamin D und sein Äquivalent, die ultravioletten Strahlen, deren Mangel ja eine besondere Bedeutung zugeschrieben wird. Ich mache auch keine Ausnahme für das, allerdings in seiner Wirkung auf grosse Tiere noch weniger bekannte Vitamin E. Auf weiten Strecken Südafrikas beobachtet man nun allgemein, dass eine grosse Anzahl von Kühen nicht jedes Jahr ein Kalb wirft, und an gewissen Orten gilt die Regel, dass durchschnittlich nur jedes zweite Jahr ein Junges erwartet werden kann. Diese Erfahrung macht man besonders in trockenen Jahren, die sich periodisch wiederholen können. Diese Tatsache stellt nun nicht etwa eine Eigentümlichkeit der Afrikanerrasse dar, sondern wird auch bei Kulturrassen und deren Kreuzungsprodukten beobachtet, wenn die Tiere ausschliesslich auf der Weide gehalten werden. Wir haben es hier also mit einer zeitweiligen Unfruchtbarkeit zu tun, die ein Jahr und länger dauern kann. Trotz der natürlichen Lebensweise, trotz Bewegung und reichlichem Sonnenschein, kommt es zu scheinbar pathologischen Zuständen. Als Ursache lässt sich ohne weiteres der Mangel an Licht und der von ihm abhängenden akzessorischen Faktoren ausschliessen. Die exogenetischen Vitamine haben überhaupt, wie hier ganz allgemein erwähnt werden mag, für die Rinder nicht dieselbe Bedeutung, wie man sie für

den Menschen und die kleinen Versuchstiere nachgewiesen hat Ich habe das mit meinen Mitarbeitern Green und Viljoen schon im Jahre 1915 gezeigt, in einem Experimente, in dem Rinder und Schafe mit poliertem Reis und einer Beigabe von sterilisiertem Stroh gefüttert wurden, ohne irgendwelche Störungen zu zeigen; sodann wieder in den Jahren 1924—27 mit Green und du Toit in grösseren Versuchen, die 18—26 Monate dauerten, in denen die Tiere Mais-Endosperm, Blutmehl und geringe Mengen Heu (1590 g) als Nahrung erhielten. Die erhaltenen Resultate führten uns schon im Jahre 1915 zur Auffassung, dass die Rinder, und die Wiederkäuer überhaupt, sobald sie entwöhnt sind, die vom Lichte unabhängigen Vitamine wahrscheinlich selbst herstellen können, vermutlich im Pansen, eine Annahme, die seither von Bechdel, Honeywell, Dutcher und Knutsen in Pennsylvania experimentell für Vitamin B bestätigt wurde. Andererseits folgt aus den Versuchen von Thurston, Eckles und Palmer, dass Kälber auch ohne Vitamin C gut gedeihen können, und für das Vitamin A haben Jones, Eckles und Palmer nachgewiesen, dass der Konsum von Stroh schon genügt, die geringen Bedürfnisse an diesem Stoffe zu decken. Auch die Notwendigkeit des Sonnenlichtes für das Gedeihen des Rindes ist offenbar ebenfalls überschätzt worden, wie ein Experiment von Gullickson und Eckles gezeigt hat, die Kälber von der ersten Woche nach der Geburt bis zum Alter von über zwei Jahren im Dunkeln aufzogen. Diese Tiere entwickelten sich in normaler Weise, konzipierten und gebaren.

Die Ursache der vorübergehenden Unfruchtbarkeit bei den südafrikanischen Weiderindern fanden wir im Phosphormangel. Das Gras der dortigen Weiden ist arm an phosphorsauren Salzen, und verglichen mit europäischem Heu, z. B. mit dem der Schweizer Wiesen, ist es auch kalziumarm. Dass aber trotzdem der Phosphor- und nicht der Kalziummangel als ausschlaggebender Faktor der temporären Unfruchtbarkeit in Betracht kommt, beweisen die Experimente. Es ist zunächst zu erwähnen, dass die mangelhafte Fruchtbarkeit bei diesen Weiderindern ein Symptom einer, oft latent auftretenden Krankheit ist, in deren weiterem Verlauf sich häufig Pica einstellt, und die bei laktierenden Kühen schliesslich mit Osteomalazie endet. Unsere, hauptsächlich an Färsern und Kühen ausgeführten Versuche haben das überraschende Resultat ergeben, dass nur der Phosphormangel die Ursache dieser Abnormalitäten ist. Wir haben daher den genannten Zustand als Aphosphorosis bezeichnet. Die Versuche wurden auf einer notorisch phosphor- und kalziumarmen

Farm ausgeführt. Die chemischen Analysen der Gräser dieser Weiden, aus dreizehn Proben, zu verschiedenen Zeiten des Jahres gesammelt, gaben einen durchschnittlichen Gehalt von 0,194% P_2O_5 und 0,278% CaO, mit einem Minimum von 0,063% und einem Maximum von 0,39% für P_2O_5 , und einem Minimum von 0,209% und einem Maximum von 0,367% für CaO. Diese Zahlen geben uns erst dann einen richtigen Begriff über die Mineralarmut jener Weiden, wenn wir sie mit denen des Heues guter Weiden vergleichen, z. B. mit Analysen, die Ritter im Liebefeld von Schweizer Wiesen gemacht hat. Der Durchschnitt der Ritterschen Zahlen beträgt 0,538% für P_2O_5 und 1,566% für CaO. Das Minimum für P_2O_5 betrug 0,24% und sein Maximum 1,10%; das Minimum für CaO war 0,84% und sein Maximum 2,5%. Bei der Beurteilung dieser Zahlen muss aber nicht vergessen werden, dass die südafrikanischen Analysen sich auf das Gras einer einzigen, notorisch mineralarmen Farm, und verteilt auf das ganze Jahr beziehen, die Ritterschen Zahlen aber auf Heu von 22 verschiedenen Wiesen. Es ist daher verständlich, dass die beiden Durchschnittswerte so grosse Abweichungen zeigen. Die schweizerischen Minimalwerte für CaO stehen über den südafrikanischen Maximalwerten; die Minimalwerte für P_2O_5 sind aber nicht sehr weit entfernt von den südafrikanischen Mittelwerten. Sie fallen noch in den Bereich der Grenzwerte, die charakteristisch sind für eine Weide, die den Zustand der Aphosphorosis auslösen kann. Die angegebenen Minimalmengen für schweizerisches Heu lassen also die Möglichkeit zu, dass die Aphosphorosis auch unter hiesigen Verhältnissen zu erwarten ist, was übrigens die klinische Erfahrung bestätigt, wenn die Krankheit auch nicht immer auf den Phosphormangel bezogen worden ist. Eine Akalikose, d. i. eine Erkrankung infolge von Kalziummangel, wird in Südafrika nicht beobachtet trotz den geringen Mengen dieses Elementes in der Weide; um so weniger wird sie hierzulande anzutreffen sein, wo die Minimalwerte immer noch gross sind. Dass die geringen CaO-Mengen der südafrikanischen Weiden für den Haushalt der Rinder ausreichend sind, beweisen die Experimente der Jahre 1923—24, die auf der bereits erwähnten, phosphor- und kalziumarmen Farm im Transvaalschen Hochfeld, in einer Höhe von ca. 1500 m gemacht worden waren. Es kommen hier drei Gruppen von je 18 Tieren in Betracht (meistens Färse und Kühe). Die erste Gruppe erhielt als tägliche Zulage 85 g Schlemmkreide, einem -Gehalt von 47 g CaO entsprechend; die zweite Gruppe erhielt

1800 g Weizenkleie, entsprechend einem Gehalt von 38 g P₂O₅ und 2,5 g CaO. Die dritte Gruppe erhielt keine Zulage und diente als Kontrolle; der Versuch dauerte 18 Monate. Die Kontrolltiere vermehrten ihr Gewicht von 214 auf 269 kg, also 25,7%, die mit Kleie gefütterten von 238 auf 340 kg oder 42,8%, und die mit einer Zulage von Schlemmkreide von 209 auf 260 kg, oder 24,4%, also 1,3% weniger als die Kontrolltiere und 18,4% weniger als die der Phosphorgruppe. Der Versuch, mit Schlemmkreide den scheinbaren CaO-Mangel der Weide zu decken, hatte den gegenteiligen Erfolg; er verschlechterte den allgemeinen Nährzustand der Weidetiere. Die Verabreichung von Weizenkleie, welche die P₂O₅-Aufnahme erhöhte, aber die des CaO kaum beeinflusste, hatte eine ausserordentlich günstige Auswirkung. Diese Versuche wurden nun allerdings nicht unternommen, um die Fruchtbarkeit des Rindes zu studieren, dafür war die Zeit zu kurz und die Anzahl der Tiere zu klein; sie beweisen aber den bedeutenden Unterschied im Werte der beiden Elemente für den Haushalt des Rindes und zeigen ganz allgemein, dass die Bedürfnisse für Phosphor grösser sind als für Kalzium. Es soll nun gezeigt werden, dass diese Folgerung auch für die Fruchtbarkeit zutrifft.

Die Auswirkung von phosphorhaltigen Beigaben auf die Fruchtbarkeit wurde in den späteren Experimenten untersucht. Sie wurden im März 1925 auf der Farm Armoedsvlaakte im Bechuanaland begonnen und sind zur Zeit noch im Gange. Die Resultate der ersten drei Jahre wurden am 30. Juni 1928 zusammengestellt und von du Toit und Bisschop im 15. Report des Onderstepoort Institutes veröffentlicht. Es kamen zwei Herden zur Beobachtung, von denen die eine eine Zulage von 85 g Knochenmehl, d. i. 19,5 g P₂O₅ und 26 g CaO pro Tier und pro Wochentag erhielt. Es wurde damit auch der Kalkgehalt erhöht, aber nicht einseitig, sondern proportional dem der Phosphorsäure. Im übrigen wurden die beiden Herden gleich gehalten und liefen Tag und Nacht auf der Weide.

Der Mineralgehalt der Weidegräser dieser Farm wurde schon in den Jahren 1919—20 bestimmt und ergab für P₂O₅ einen Durchschnitt von 0,23% mit einem Minimum von 0,07% im Mai 1920 und einem Maximum von 0,6% im November 1919. Der durchschnittliche CaO-Gehalt betrug 0,48%, sein Minimum war 0,31% im November 1919 und sein Maximum 0,59% je im Dezember 1919 und im Juni 1920. Die Weide von Armoedsvlaakte war also durchschnittlich etwas reicher an beiden Elementen

als die der Hochfeldfarm, aber doch noch sehr arm. Nimmt man als allgemeine Regel an, dass unter günstigen Verhältnissen eine Kuh pro Jahr ein Kalb wirft und vergleicht damit die Zahl der Geburten in den zwei Herden, so ergibt sich, dass von 400 möglichen Würfen bei den mit Knochenmehl gefütterten Kühen sich 349 einstellten, also 87,3%; von den 145 möglichen Geburten bei den Kontrolltieren stellten sich 82 ein, also 56,5%; der Unterschied zugunsten der mit Knochenmehl gefütterten Herde ist 30,8%. Von den mit Knochenmehl gefütterten Tieren gebaren im Jahre 1926 82,6%, im Jahre 1927 stieg die Zahl auf 92,9%, um im Jahre 1928 auf 86,1% zu sinken. Bei den Kontrollrindern war die Zahl der Geburten folgende: 59,7% im Jahre 1926, 55,8% im Jahre 1927 und 51,6% im Jahre 1928. Bei den mit Knochenmehl gefütterten Tieren fand eine Vermehrung der Geburten gegenüber dem ersten Jahre statt, bei den Kontrolltieren eine Verminderung. Nicht alle Kühe blieben drei Jahre im Versuche, einige nur zwei, andere nur ein Jahr. In diesen Fällen war also die Zahl der möglichen Geburten je zwei oder je eine. Die Tabelle, die ich dem genannten Report entnehme, gibt folgende Übersicht:

| | Mit Knochenmehl gefütterte Kühe | Kontrollen |
|--|---------------------------------|------------|
| Anzahl Kühe, die in 3 Jahren 3 mal gebaren | 72 | 0 |
| Anzahl der möglichen Geburten in 3 Jahren | 109 | 20 |
| % der Kühe, die 3 mal gebaren | 66,1% | 0% |
| Anzahl Kühe, die in 2 Jahren 2 mal gebaren | 26 | 5 |
| Anzahl der möglichen Geburten in 2 Jahren | 30 | 21 |
| % der Kühe, die 2 mal gebaren | 86,7% | 23,8% |
| Anzahl Kühe, die in 1 Jahr 1 mal gebaren . | 10 | 25 |
| Anzahl der möglichen Geburten in 1 Jahr | 13 | 43 |
| % der Kühe mit 1 Kalb in 1 Jahr . . . | 76,9% | 58,1% |

Während die Experimente im Transvaalschen Hochfeld ganz allgemein zeigen, dass Phosphor und nicht Kalzium für das gute Gedeihen der Weidetiere in Betracht kommt, beweisen die Versuche von Armoedsvlaakte, dass die Fruchtbarkeit vom Phosphorgehalt der Nahrung abhängt.

Es liegen auch Beobachtungen aus Amerika vor, die denselben Beweis bringen. Sie wurden auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation der Universität von Minnesota von Eckles,

Becker und Palmer ausgeführt und im Jahre 1926 veröffentlicht. Sie betreffen 10 Kühe, die von mineralarmen Farmen stammten, sich zur Zeit des Ankaufes in Laktation befanden und alle die gleiche phosphorarme Nahrung erhielten. Ich gebe die Experimente in der folgenden Tabelle wieder:

| Nr. des Tieres | Alter in Jahren | Datum des Kaufes | Laktationszustand | Datum der letzten Geburt | Datum der ersten nachfolg. Brunst |
|----------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| E 33 | 4 | 11. 12. 23 | in Milch | Frühling 23 | 21. 6. 24 |
| E 34 | 4 | 11. 12. 23 | fast trocken | Frühling 23 | 31. 5. 24 |
| E 35 | ausgewachsen | 11. 12. 23 | in Milch | Frühling 23 | 16. 5. 24 |
| E 36 | 4 | 11. 12. 23 | in Milch | Frühling 23 | 16. 5. 24 |
| E 37 | 2 | 11. 12. 23 | nicht gedeckt | — | 19. 9. 24 |
| E 58 | 3½ | 19. 9. 24 | in Milch | Frühling 24 | 5. 5. 25 |
| E 59 | ausgewachsen | 19. 9. 24 | in Milch | Frühling 24 | 6. 12. 24 |
| E 60 | 2 | 3. 11. 24 | in Milch | Frühling 24 | 1. 5. 25 |
| E 61 | 2 | 3. 11. 24 | trocken | Frühling 24 | 5. 5. 25 |
| E 62 | 2 | 3. 11. 24 | in Milch | Frühling 24 | 5. 5. 25 |

Die Grundration dieser Tiere wurde unter Berücksichtigung der kalorischen und Eiweisswerte zusammengestellt; sie bestand aus phosphorarmem Prärieheu und aus geschrötem Hafer. Der Gehalt an CaO der drei verwendeten Heuarten variierte von 0,46 bis 0,80%, der des P₂O₅ von 0,17 bis 0,20%. Die Analyse des Hafers ergab 0,19% CaO und 0,80% P₂O₅. Die Heuration wurde dem Appetit der Tiere angepasst, die Haferration richtete sich nach dem Milchertrag, sank aber nie unter 1800 g pro Tag. Die Tabelle zeigt, dass mit einer einzigen Ausnahme die Kühe über ein Jahr unfruchtbar blieben. Die Unfruchtbarkeit war in diesem Falle mit dem Ausbleiben der Brunst verbunden und wurde von den Autoren auf den Phosphormangel der Nahrung zurückgeführt. Sie machen dabei auf die Tatsache aufmerksam, dass die Kühe mit der Milch Phosphorsalze ausführen, die durch die mangelhafte Nahrung nicht ersetzt werden, wodurch eben ein Defizit entsteht. Du Toit und Bisschop erklären die Resultate in Armoedsvlaakte auf dieselbe Weise. Die amerikanischen Autoren machen weiter bekannt, dass auf den phosphorarmen Farmen in Minnesota die Geburten in besonders trockenen Jahren kaum 50% der möglichen erreichten. Die Frage der Phosphorausfuhr mit der Milch soll weiter unten behandelt werden.

Die neueste Veröffentlichung, die sich für unsere Zwecke verwerten lässt, ist im April letzten Jahres im Cornell Veterinarian

erschienen. Die Autoren sind: C. P. Fitch, W. L. Boyd, C. H. Eckles, T. W. Gullickson, L. S. Palmer und C. Kennedy. Sie studierten den Einfluss einer Ca-armen Nahrung auf die Fruchtbarkeit und die Milchproduktion. Das Experiment erstreckte sich über drei Jahre und umfasste zwei Laktationsperioden. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| Gruppe | Anzahl Kühe | Ca | | P | | Milchertrag pro Laktation |
|--------|-------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|---------------------------|
| | | % der Trocken-substanz | Gramm pro Tag | % der Trocken-substanz | Gramm pro Tag | |
| 1 | 7 | 0,188 | 16,5 | 0,316 | 30,2 | 3328 kg |
| 2 | 6 | 0,357 | 31,1 | 0,306 | 27,9 | 2925 kg |
| 3 | 7 | 0,658 | 59,2 | 0,285 | 26,8 | 3352 kg |

In diesen Experimenten war der Phosphorgehalt ausreichend und mehr oder weniger konstant, aber der Kalziumgehalt variierte von 16,5 bis 59,2 g. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass in der Gruppe des geringsten Kalziumgehaltes der Nahrung (16,5 g), der ungefähr einem täglichen Konsum von 22 g CaO entspricht, der Milchertrag dieselbe Höhe erreichte wie bei den Kühen, die den Höchstbetrag von Ca (59,2 g = 83 g CaO) erhalten hatten. Von grösserer Bedeutung als der Milchertrag ist für uns die Tatsache, dass Kühe, die so wenig Ca in der Nahrung aufnehmen, überhaupt trächtig werden konnten, wenn ein Mangel an Ca wirklich die Ursache der Unfruchtbarkeit sein soll. Der hier scheinbar vorhandene Ca-Mangel hatte also keine Auswirkung auf die Fruchtbarkeit. Das Resultat dieser Experimente stimmt mit unseren Beobachtungen bei den Weidetieren überein, die wir so ausgelegt haben, dass der Kalziummangel nicht als Ursache der zeitweiligen Unfruchtbarkeit in Betracht kommen kann. Die Menge von 16,5 g Ca in den amerikanischen Experimenten entspricht einem Gehalt von 0,26% CaO der Trockensubstanz des Futters, eine Zahl, die der von uns angegebenen Minimalzahl für die Hochfeldfarm und Armoedsvlaakte nahekommt. Was den Phosphor betrifft, so entsprechen die Zahlen durchschnittlich einem Gehalt von 0,65 bis 0,72% P_2O_5 der Trockensubstanz; sie sind höher als die der Maximalmengen der südafrikanischen Weiden, sie sind auch höher als die schweizerischen Durchschnittszahlen.

Über die Grenzwerte des Phosphors einer Nahrung, die pathologische Auswirkungen hatte, berichten die Versuche, die ich mit

meinen Mitarbeitern Green und du Toit im Artikel „Minimum Mineral Requirements in Cattle“ im Jahre 1927 veröffentlicht habe. Die Knochen der kalzium- und phosphorarm ernährten Rinder jenes Experimentes wurden von mir pathologisch-anatomisch verarbeitet und die Befunde mit den verabreichten Mineralien in Beziehung gebracht. Es ergab sich, dass die kleine Menge von nur 8,2 g CaO pro Tag, die zusammen mit 24 g P₂O₅ in einer Beigabe von Weizenkleie enthalten war und über 22 Monate verfüttert wurde, bei zwei Rindern, die ungefähr ein Gewicht von 500 kg erreichten, keine klinische Krankheit zur Folge hatten. Die mikroskopische Untersuchung des Skelettes eines dieser Tiere ergab nur eine mässige Porosis. Mengen von 22,4 g CaO und 16,5 g P₂O₅ in einer Beilage von 50 g Knochenmehl zur Grundration, während 27 Monaten verfüttert, genügten nicht, die Rachitis bei einem nicht trächtigen Jungrinde von ca. 350 kg Lebendgewicht zu verhindern. Somit war die tägliche minimale Menge von 8,2 g CaO nicht ganz ausreichend für eine wachsende, trächtige Färse, die doppelte Menge P₂O₅ aber gar nicht für ein wachsendes, nicht trächtiges Rind. Diese Zahlen liegen also unterhalb der Grenzen der minimalsten Bedürfnisse für die normale Funktion des tierischen Haushaltes. Andere Tiere, die in ihrer Nahrung im Knochenmehl pro Tag 28 g P₂O₅ und 37 g CaO erhalten hatten, blieben im besten Nähr- und Gesundheitszustand. Wir zogen aus den Experimenten den Schluss, dass zur Erhaltung der Gesundheit und für normales Wachstum eine tägliche Aufnahme von 20 g P₂O₅ nötig sind, wobei angenommen wird, dass der Phosphor der Nahrung ebenso leicht assimilierbar ist wie der des Knochenmehles.

Mit diesen Minimalzahlen ausgerüstet, treten wir nun an die Frage heran, ob unter schweizerischen Verhältnissen Phosphordefizite im Haushalte des Rindes zu erwarten sind, und unter welchen Umständen der aphosphorotische Zustand eintreten und damit eine Ursache temporärer Unfruchtbarkeit werden kann. Ein Phosphordefizit wird möglich, wenn mit der Nahrung nur ungenügende Mengen dieses Elementes zugeführt werden, und wenn die Kuh grosse Mengen Phosphorsalze ausgibt. Das findet besonders in der Laktation statt. Ein Defizit tritt also ein bei einer Nahrung mit niedrigem Mineralgehalt, also z. B. bei der Fütterung einer mittelmässigen Qualität Heu, das weniger als 0,4% P₂O₅ enthält. Solches Heu gibt es in der Schweiz, wie die Ritterschen Zahlen beweisen. Von den 42 Analysen, die er in seinem Bericht gibt, sinken 12 unter diesen Betrag, einige unter

0,3%, sogar bis zu 0,24%. Der Verlust an P_2O_5 einer laktierenden Kuh lässt sich berechnen. Angenommen, die tägliche Menge Milch einer ca. 500 kg schweren Kuh betrage nach der Geburt 15 kg, so ist der tägliche Abgang an P_2O_5 bei einem durchschnittlichen Gehalt 0,2% P_2O_5 gleich 30 g. Er entspricht der Minimalmenge von ca. 60 g P_2O_5 im Futter, von dem ja nach Kellner höchstens die Hälfte resorbiert wird. Für ihre eigenen Bedürfnisse braucht die Kuh nach den oben erwähnten Angaben wenigstens 20 g im Futter, sie muss also in diesem Falle mindestens 80 g P_2O_5 pro Tag einnehmen. Berechnet in Anlehnung an ein Beispiel Wiegners, braucht eine Kuh für die Produktion von 15 kg Höhenmilch an Produktionsfutter 3,3 SE = 11 kg Heu und an Erhaltungsfutter 3 SE = 10 kg Heu, was zu 86% berechnet, einer Trockensubstanz von 18 kg gleichkommt. Mit einem Gehalt von 0,3% P_2O_5 stehen der Kuh daher nur 54 g P_2O_5 zur Verfügung, sie befindet sich also im Zustand des Defizites. Selbst bei einer besseren Qualität Heu mit einem Gehalt von 0,4% P_2O_5 und somit einer täglichen Aufnahme von 72 g wird das Defizit noch nicht gedeckt; erst wenn die Trockensubstanz 4,5% P_2O_5 enthält, werden die 21 kg Heu den Bedarf vollständig decken, immer vorausgesetzt, dass wenigstens die Hälfte des aufgenommenen Phosphors resorbiert wird.

Eine Kuh, die eine energetisch genügende, aber phosphorarme Nahrung erhält, wird trotzdem eine vollwertige Milch geben; der Fehlbetrag an Phosphor wird dann aus den, im Skelett angelegten Reserven gedeckt, solange diese vorhanden sind. Sind sie aber ungenügend, was bei phosphorknapper Fütterung der Fall ist, so wird sich der aphosphorotische Zustand einstellen und damit die Bedingungen für eine temporäre Unfruchtbarkeit. Wenn dann im Verlaufe der Laktation die Milchmenge abnimmt und schliesslich ganz aufhört, so nimmt auch die Ausfuhr der Phosphate ab, und dem Tiere stehen für die eigenen Bedürfnisse wieder genügende Mengen P_2O_5 zur Verfügung. Es werden neue Reserven angelegt, und im Geschlechtsleben stellen sich auch wieder normale Verhältnisse ein. Wie lange unter den Bedingungen des Phosphordefizites die Fruchtbarkeit ausbleibt, ist nicht bekannt; der Zustand wird je nach den Umständen in seiner Dauer variieren und kann, wie schon erwähnt wurde, auf phosphorarmen Weiden über ein Jahr anhalten.

Gegen die obigen Berechnungen wird man vielleicht einwenden, dass sie zu einseitig seien und sich nur auf das Heu beziehen, während in der Praxis den Milchkühen ganz allgemein

Zulagen von Kraftfutter gegeben und damit die Defizite korrigiert werden. Der Erfolg der Korrektur hängt aber von der Menge und der Qualität des Extrafutters ab. So wie es phosphorreiche und phosphorarme Heuarten gibt, so gibt es auch phosphorreiche und phosphorarme Kraftfutter. Weizenkleie enthält z. B. ca. 2% P_2O_5 , Maismehl dagegen nur 0,6%. Es lassen sich leicht Gemische von Kraftfutter zusammenstellen, die genügend Stärkeeinheiten enthalten, aber arm an Phosphorsäure sind. Nach unsrern Befunden sollte eine Nahrung zur Deckung aller Bedürfnisse pro hundert Teile Stärke einen Teil P_2O_5 enthalten; im Erhaltungsfutter genügen schon 0,7 Teile, für hohe Leistungen sollten sie auf 1,3 erhöht werden.

Bis jetzt wurde die Frage nur ganz vorübergehend gestreift, welche Vorgänge im sexuellen Geschehen der Tiere durch die Aphosphorosis ausgelöst werden, die die Fortpflanzung ausschalten. Es ist von Bedeutung, zu wissen, ob sich bei Kühen im aphosphorotischen Zustand die Brunst einstellt, oder ob sie ausbleibt. Im ersten Falle würde die Begattung vollzogen, aber die Befruchtung ausbleiben, im letzteren würde sie überhaupt nicht stattfinden. Bevor wir auf diese Frage beim Rinde eingehen, ist es ratsam, das Geschlechtsleben anderer Wiederkäuer, besonders der Schafe, zu untersuchen, und den Einfluss des Phosphors auf dasselbe.

Das Ausbleiben der Brunst während einer kürzern oder längeren Periode nach der Geburt scheint bei den wilden Wiederkäuern die Regel zu sein; ihr Auftreten ist an eine feste Jahreszeit gebunden. Dieser Zustand hat sich bei den domestizierten Ziegen und einigen Schafrassen noch erhalten. Unter dem Einfluss der Domestikation wurde bei den meisten Rassen die saisongebundene Brunst in eine periodisch auftretende verändert. Übergänge von saisongebundener zu periodischer Brunst kommen noch bei einigen Rassen vor; es gibt solche, die nur eine Östralzeit haben; andere haben deren zwei und unter Umständen sogar drei, so die schottischen Hochlandschafe und einige Kreuzungsprodukte. Die hochgezüchteten Merinoschafe haben eine periodische Brunst, die in nahezu regelmässigen, durchschnittlich dreiwöchentlichen Intervallen das ganze Jahr hindurch auftritt. Unter gewissen Bedingungen bleibt sie nun aber gerade bei diesen Tieren aus. In grossen Gebieten Australiens kann in trockenen Jahren die Zahl der Geburten bis unter 25% der möglichen fallen. Ähnliche Erfahrungen werden auch in Südafrika gemacht, wo nachgewiesen wurde, dass die Unfruchtbarkeit eine Folge

des Ausbleibens der Brunst ist. Die Deckzeit fällt in Südafrika gewöhnlich auf die Monate Oktober bis Januar, die Zeit, in der sich in normalen Jahren die erste Regenperiode einstellt. Es ist Frühling, die günstigste Jahreszeit für die Ernährung der Mütter. Die Lämmer werden im Herbst oder anfangs Winter geboren, zu einer Zeit, in der sich die Mehrzahl der Schafherden im sogenannten Winterfeld befinden, das sind tiefer gelegene Weiden, die in dieser Jahreszeit günstigere Ernährungs- und Temperaturverhältnisse bieten als das Hochland. Es kommt nun aber ziemlich häufig vor, dass die erste Regenzeit ganz oder teilweise ausbleibt; das Gras der Weide wächst dann nur spärlich oder gar nicht, und die Ernährungsverhältnisse werden ungenügend. Unter solchen Bedingungen bleibt dann bei vielen Schafen die Brunst aus. Eine diesbezügliche Beobachtung machte Küpfer im Jahre 1925 auf der Farm Bestersput im Orange Free State. Zwischen dem 17. August bis Ende Dezember sah er kein einziges brünstiges Tier; die Zahl der untersuchten Schafe war allerdings klein. Die Farm ist notorisch phosphorarm, und die Weide war zu jener Zeit ausserordentlich trocken, da die Regenmenge der betreffenden Jahreszeit unter dem gewöhnlichen Durchschnitt geblieben war. Quinlan und Maré machten in den Jahren 1929—30 in Grotfontein, Kap-Provinz, ähnliche Beobachtungen an einer grössern Anzahl von Schafen. In den drei Monaten Oktober bis Dezember des trockenen Jahres 1929 sahen sie 64% der Schafe mit Östrus, im regenreichen Jahre 1930 wurden 88,8% beobachtet. Das Ausbleiben der Brunst unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen ist den Schafzüchtern allgemein bekannt; sie haben wiederholt die Erfahrung gemacht, dass sie vom Juli, der Mitte des Winters an bei Schafen, die nur auf die trockene Weide angewiesen sind, so lange ausbleibt, als die Dürre anhält, was bis Ende Dezember dauern kann, wenn die neue Regenperiode beginnt. Sobald aber reichlicher Regen eine gute Weide hervorruft, stellen sich regelmässig die Brunsten wieder ein. Bei ungünstigen atmosphärischen Bedingungen, die schlechte Weideverhältnisse mit sich bringen, tritt bei Merinoschafen also das ein, was bei wilden und halbwilden Schafen ein natürliches Ereignis ist: Aussetzen der Brunst, d. i. temporäre Unfruchtbarkeit. Die Möglichkeit der Ausschaltung der Brunst unter ungünstigen Lebensbedingungen hat sich also bei den hochgezüchteten Merinoschafen noch erhalten. Es wird verhindert, dass eine ungenügend ernährte Mutter trächtig wird. Der die Brunst verhindernde Faktor ist, nach meiner Auffassung, das Phosphor-

defizit, der sie auslösende ist die Anwesenheit von phosphorsauren Salzen in optimalen Mengen. Im Frühling, zur Zeit der ersten Regen, enthält die junge Weide die grössten Mengen dieser Salze, das Maximum des Möglichen. So lange die atmosphärischen Zustände das Wachstum junger Gräser erlauben, werden in den Blättern Vorräte angelegt, die für das weitere Wachstum und die Samenbildung verwendet werden. Mit dem Aufhören der günstigen Bedingungen wandern die überschüssigen Salze in die Wurzel und wahrscheinlich sogar in die Erde zurück, wie die Beobachtungen der Pflanzenphysiologin Henrici in Südafrika gezeigt haben, so dass im Winter, in der trockenen Jahreszeit, ein Minimum eintritt. Dieselbe Autorin hat gefunden, dass auf solchen Weiden sogar die Samenbildung gewisser Gramineen ausbleibt. Optimale Regenmengen bedingen üppige Grasbildung mit reichlichem Gehalt an phosphorsauren Salzen und damit die Fruchtbarkeit der Schafe. Den Einwurf, den man gegen die einseitige Betonung des Phosphors machen könnte, ist der, dass es keineswegs bewiesen sei, dass das Ausbleiben der Brunst notwendigerweise auf P_2O_5 -Mangel beruht, und dass auch andere Faktoren dafür verantwortlich gemacht werden können, was zugegeben werden muss. In Anbetracht der hervorragenden Rolle, die dieses Element für den Nährzustand der Tiere im allgemeinen hat, und die auch du Toit, Malan und Rossouw in neueren Versuchen für Schafe bestätigt haben, besonders aber mit Rücksicht auf den Einfluss, den es auf die Fruchtbarkeit der Rinder hat, und den die südafrikanischen und amerikanischen Forscher experimentell bewiesen haben, sind wir berechtigt, ihm die ausschlaggebende Wirkung zuzuschreiben. Das Ausbleiben der Brunst unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen ist also bei den Merinoschafen nicht als pathologischer Zustand aufzufassen; es bedeutet eine Rückkehr in einen ehemals normalen Zustand.

Östrus kann, wie Quinlan gezeigt hat, auch bei stark laktierenden Schafen ausbleiben. Damit ist für dieses Tier ebenfalls anzunehmen, dass es für das Ausbleiben der Brunst gleichgültig ist, ob das Phosphordefizit eine Folge verminderter Einnahme oder vermehrter Ausgabe ist. Es scheint, dass ein gewisser Phosphorvorrat im Organismus vorhanden sein muss, bevor die Brunst überhaupt ausgelöst wird. Gewisse Tätigkeiten des Ovariums, wie z. B. eine ergiebige Ovulation, scheinen direkt davon abzuhängen. Von diesem Gesichtspunkte aus findet das sogenannte "flushing" der britischen Schafzüchter eine Erklärung. Es be-

steht darin, dass den Tieren zur Zeit der Paarung körnerreiches, d. i. phosphorreiches Futter verabreicht wird. Quinlan vergleicht es mit der Praxis der südafrikanischen Farmer, die Böcke dann unter die Weibchen zu lassen, wenn die Vegetation am üppigsten ist, d. i. im Frühling, zur Zeit des grössten Phosphorgehaltes der Weide. Neuere amerikanische Beobachtungen unterstützen diese Auslegung, die gezeigt hat, dass "flushing" mittels guter Weide erfolgreicher ist als durch Körnerfütterung.

Nach dieser Exkursion in die Schafzucht kehre ich wieder zum Rinde zurück. Die domestizierten Rinderrassen haben, ähnlich den Schafen, eine periodisch wiederkehrende Brunst. Die Untersuchungen in Minnesota haben eindeutig gezeigt, dass sie bei phosphorärmer Nahrung längere Zeit ausbleiben kann, und es ist anzunehmen, dass das auch die Regel ist bei den Rindern auf den phosphorarmen südafrikanischen Weiden, also ähnlich, wie bei den Merinoschafen derselben Gegenden. Ganz aufgeklärt ist die Sache aber noch nicht; Untersuchungen sind im Gange und werden bald in den Rapporten des Onderstepoort Institutes veröffentlicht werden. Das Ausbleiben der Brunst unter den Bedingungen des Phosphordefizites dürfte also auch beim Rinde nicht als pathologischer Zustand anzusehen sein; auch hier ist die Möglichkeit zur Rückkehr in einen ehemals normalen Zustand vorhanden.

Das Aussetzen der Brunst ist bei Schafen auf phosphorärmer Weide mit Sistieren der Ovulation verbunden. Küpfer fand bei seinen Tieren, dass keines der Ovarien frisch gesprungene Follikel zeigte, noch frisch entstandene gelbe Körper, oder solche in den Anfangsstadien der Reduktion; auch die Differenzierung zeigte ein eintöniges Bild, sie entsprach dem eines langsam reifenden Graafschen Follikels. Quinlan hingegen berichtet über das Vorkommen der Ovulation bei nicht brünstigen, stark laktierenden Schafen. Bei den Rindern nehmen Eckles, Becker und Palmer ebenfalls ein Sistieren der Ovulation an; sieben der von ihnen unter Beobachtung gehaltenen Kühe zeigten bei der manuellen Untersuchung atrophische Zustände in den Ovarien.

Vom biologischen Standpunkte aus betrachtet ist die Anöstrie, die sich bei einem Phosphordefizit einstellt, gewissermassen als ein zweckmässiger Vorgang aufzufassen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Ovulation stattfindet oder nicht. Die Begattung wird zunächst ausgeschaltet; die Fortpflanzung ist nicht aufgehoben, sie wird auf eine günstigere Zeit verschoben.

Die ursprüngliche Zweckmässigkeit dieses Vorganges wird

beim domestizierten Rinde nicht mehr erkannt. Der Organismus der Kühne hat aber die Fähigkeit behalten, auf ein Phosphordefizit zu reagieren, gleichgültig ob es durch ungenügende Aufnahme dieses Elementes oder zu grosse Ausgabe mit der Milch entstanden ist. Eine dieser Reaktionen ist das Aussetzen der Brunst, also temporäre Unfruchtbarkeit. Anders stellt sich die Frage, ob Veränderungen am Geschlechtsapparat, die als pathologisch aufgefasst werden müssen, wie z. B. Persistieren des Corpus luteum, Zystenbildung, Unterbrechung der Gravidität, auf Störungen im Phosphorhaushalte zurückgeführt werden können. Das scheint weniger wahrscheinlich zu sein, ist aber bei der Bedeutung, die der Phosphor für die Ovulation und die Ernährung im allgemeinen hat, nicht ausgeschlossen. Es liegen allerdings keine diesbezüglichen eindeutigen Beobachtungen vor; aber gerade diese Zustände hat man vielfach mit dem Mangel an Kalzium und auch Vitaminen in Beziehung gebracht. Darüber gibt es in der Literatur verschiedene Mitteilungen, die man ebenso gut und teilweise noch besser als die Folgen eines Phosphordefizites auffassen kann. Wenn z. B. Küst Rachitis und Brüllerkrankheit unter gemeinsamem Titel behandelt, und diese mit jener in Zusammenhang bringt, so dürfen wir, nach obigen Ausführungen, Phosphormangel als die wahrscheinlichere Ursache annehmen als den Kalkmangel. Wenn Williams bei einer Kuhherde, die auf etwas magerer Weide gehalten wurde, beobachtet hat, dass mit dem Schlechter- und Härterwerden des Grases Unfruchtbarkeit, Abortus und andere Geschlechtsleiden zunahmen, mit dem Einsetzen der Regen sich aber Besserung einstellte, und wenn infektiöse Vorgänge mit Sicherheit ausgeschlossen werden können, so wäre, nach dem früher Gesagten, wieder an Phosphor und nicht an Kalziummangel zu denken. In den in "Minimum Mineral Requirements in Cattle" mitgeteilten Experimenten sahen wir, dass die Tiere, die phosphorarm gefüttert wurden, grosse Schwierigkeiten hatten, zu konzipieren. Einige Rinder zeigten 6—7, in unregelmässigen Intervallen aufeinanderfolgende Brunsten, bevor die Befruchtung erfolgte; bei zwei Tieren blieb sie überhaupt aus, ein Tier hatte eine Totgeburt, und bei einem andern starb der Fötus ab. Schwierigkeiten im Abgang der Nachgeburt wurden bei mehreren Tieren gesehen. Ohne diese Beobachtungen verallgemeinern zu wollen, verdienen sie doch im Zusammenhang mit dem Besprochenen volle Beachtung.

Beim Durchsehen der Literatur findet man, dass in den zahlreichen früheren Erklärungen über die Ursache der Unfruchtbar-

keit der Rinder dem Phosphor selten, oder nur eine geringe Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Wenn in gewissen Experimenten, nach Verabreichung von Knochenmehl oder anderen phosphorsauren Kalkverbindungen, sich die normalen Geschlechtsvorgänge wieder einstellten, wurde die Wirkung meistens dem Kalzium zugeschrieben. Wir gehen wahrscheinlich nicht zu weit, wenn wir sagen, dass gewisse amerikanische Versuche, wie z.B. die von Hart, McCollum, Steenbok und Humphrey in Wisconsin, die oft zitiert werden, sowie die von Meigs, welche die Wichtigkeit des Kalziums für die Milchproduktion und die Fruchtbarkeit des Rindes beweisen sollten, zum Teil zu einseitig beurteilt worden sind. Diese Auffassung wird besonders verstärkt durch die neuesten Versuche aus Amerika, die ich schon oben angeführt habe, und die sich mit den unserigen decken.

Die physiologischen Vorgänge, die bei der Fortpflanzung zur Auslösung kommen, hängen in letzter Linie von der Tätigkeit einer ganzen Reihe innersekretorischer Drüsen ab, die zum Teil synergetisch, zum Teil antagonistisch arbeiten. In diesem Spiel der Inkrete muss nun der Phosphor irgendwo eingreifen; man denkt an Reize, die die eine oder andere Tätigkeit anregen. Die Wirkung kann aber auch indirekt über einen allgemein gesteigerten Metabolismus zustande kommen, der ja, wie wir im Artikel "Phosphorus in the Live Stock Industry" gezeigt haben, durch Verabreichung von Phosphorverbindungen in auffallender Weise beeinflusst wird. Was immer die Vorgänge sein mögen, ist vielleicht vorläufig von weniger Belang als die Tatsache, dass Phosphorsalze für die Fortpflanzung des Rindes eine grosse Bedeutung haben.

Um nun auf die schweizerischen Verhältnisse zurückzukommen, ist hervorzuheben, dass noch zu untersuchen ist, ob die in der Schweiz beobachteten Fälle von Unfruchtbarkeit auf Störungen im Phosphorhaushalt zurückzuführen sind. Ich glaube, gezeigt zu haben, dass die Wahrscheinlichkeit dafür sehr gross ist; die Sache ist aber noch zu beweisen. Es sind zwei Vorschläge, die ich machen möchte, um Aufklärung zu schaffen. Der eine betrifft chemische Analysen des Blutes unfruchbarer Rinder auf Phosphorgehalt, der andere die therapeutische Verabreichung von Phosphor enthaltenden Präparaten unter Berücksichtigung der Mineralverhältnisse des verabreichten Futters. In unsrern südafrikanischen Versuchen, die unter andern auch von den Forschern in Minnesota bestätigt worden sind, wird gezeigt, dass das Phosphordefizit im Organismus sich bald durch

eine Senkung des Phosphorspiegels im Blute anzeigen. Der anorganische Phosphor nimmt ab, während der Lipoidphosphor mehr oder weniger konstant bleibt. Die grössten, von uns gefundenen Zahlen für den anorganischen Anteil betragen 5,8 bis 6,2 mg % für Kühe, die mit Optimalmengen von Phosphaten gefüttert wurden; sie sanken bis 1,3 mg % bei den mangelhaft ernährten. Malan hat bei einer grösseren Anzahl von Weidekühen Phosphorbestimmungen ausgeführt. Er fand, dass bei trockenen Kontrollkühen, ohne Zulage von Knochenmehl, der anorganische Phosphorgehalt durchschnittlich 1,6 mg % betrug, und für trockene Kühe mit Knochenmehlzulage 3,6 mg %, bei den laktierenden Kontrollkühen, ohne Zulage 1,4 mg % und mit Zulage von Knochenmehl 3,25 mg %. Diese Zahlen beziehen sich allerdings auf Tiere auf sehr phosphorarmen Weiden, sie können aber doch als Vergleichsmaterial dienen. Die Grenze zwischen normalen und pathologischen Verhältnissen dürfte etwa bei 3 mg % zu suchen sein. Es folgt aber keineswegs, dass diese Zahlen jene Mengen Blutphosphor darstellen, bei denen sich Unfruchtbarkeit einstellen muss, sie zeigen aber an, dass sie erwartet werden kann.

Im Verlaufe dieser Abhandlung wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass der Kalziummangel für die Fruchtbarkeit des Rindes allgemein überschätzt worden ist. In unsren Versuchen an Rindern, die phosphor- und kalziumreich, und an solchen, die phosphor- und kalziumarm gefüttert worden waren, ergaben sich nur geringe Unterschiede im Kalziumgehalt des Blutes; im ersten Falle betrug er 10,4 mg %, im letztern 10,3 mg %. In der Literatur wird oft dem CaO-Defizit laktierender Kühe grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Es verläuft dem des P_2O_5 parallel, ist aber geringer als dieses, entsprechend einem CaO-Gehalt von 1,44 g pro Liter Milch. Es wird ebenfalls aus den Knochenreserven gedeckt, wo das Kalzium zusammen mit dem Phosphor in der Form eines Trikalzids deponiert worden ist. Von der Tatsache ausgehend, dass Heu, das ja die Basis jeder Rindernahrung bildet, und das nur in den seltensten Fällen weniger Kalzium enthält als Phosphor, und unter schweizerischen Verhältnissen schon gar nicht, und dass für die physiologischen Bedürfnisse des Körpers kleinere Mengen dieses Elementes nötig sind, ist es verständlich, dass ein Kalziummangel weniger leicht zustande kommt. Er wird offenbar auch besser ertragen und hat nicht die grossen Auswirkungen wie das Phosphordefizit.

Die Verfütterung phosphorreicher Präparate in Herden mit häufiger Unfruchtbarkeit würde bald zeigen, bis zu welchem Grade diese verhütet und geheilt werden kann, und unter welchen Umständen eine Zulage überhaupt angezeigt ist. Die Behandlung sollte schon vor dem Werfen des Kalbes einsetzen, zu einer Zeit, wo die Küh energetisch öfters weniger reichlich ernährt werden. Die Magazine, die Knochen, müssen mit Vorräten von phosphorsauren Salzen angefüllt werden, damit der Organismus während der Laktation auf sie zurückgreifen kann. Der Phosphorgehalt der Nahrung kann erhöht werden, ohne die Zahl der Kalorien zu vermehren, d. h. ohne produktives Futter zu verschwenden, indem man den P_2O_5 in der Form einer mineralischen Verbindung verabreicht. In unsren Experimenten gaben wir meistens Knochenmehl und fanden, dass 85 g pro Wochentag genügten, die Aphosphorosis zu verhüten. Gleichwertig in der Wirkung zeigten sich ca. 30 g Dikalziumphosphat. Da die verabreichten Mengen Heu immer genügend CaO enthalten, um die Bedürfnisse an Kalzium zu decken, ist es nicht notwendig, ja sogar schädlich, einseitig Kalkzulagen zu geben. Das Knochenmehl hat einen Gehalt von 22,9% P_2O_5 und das Dikalziumphosphat von 42%.

Ich glaube, gezeigt zu haben, dass es im Interesse der schweizerischen Viehzucht wäre, wenn dem Problem der Unfruchtbarkeit des Rindes, vom Standpunkte des Phosphordefizites aus, eine besondere Beachtung geschenkt würde. In überseeischen Ländern, wie Amerika, Südafrika und Australien hat man die Konsequenzen aus den dortigen Experimenten gezogen, und hat sich auf eine systematische Verfütterung phosphorhaltiger Substanzen eingestellt, wodurch die Viehnutzung allgemein gefördert wurde.

Literaturverzeichnis.

1. Bechdel, S. J., Eckles, C. H. and Palmer, L. S., The Vitamin B requirements of the Calf. *Journ. of Dairy Science*, Vol. IX, No. 5, 1926.—
2. Bechdel, S. J., Honeywell, Hannah E., Dutcher, R. Adams and Knutson, M. H., Synthesis of Vitamin B in the Rumen of the Cow, *The Journ. of Biological Chemistry*, Vol. LXXX, No. 1, 1928.—
3. Crichton, J. A., The Mineral Requirements of Dairy Cattle, *The Journ. of Dairy Research*, Vol. II, No. 1, 1930.—
4. Du Toit, P. J. and Bisschop, J. H. R., The breeding of Cattle in phosphorus deficient veld. 15th Report of the Director of Veterinary Services, Vol. II, 1929.—
5. Du Toit, P. J., Malan, A. I. and Groenewald, J. W., Studies in Mineral Metabolism XVII. Phosphorus in the Nutrition of Sheep (2nd Report). 17th Report of the Director of Veterinary Services and Animal Industry, Part. II,

1931. Pretoria. — 6. Eckles, C. H., Becker, R. B. and Palmer, L. S., A Mineral Deficiency in the Rations of Cattle. Bulletin 229, University of Minnesota Agricul. Experiment Station, St. Paul. June 1926. — 7. Fitch, C. P., Boyd, W. L., Eckles, C. H., Gullickson, T. W., Palmer, L. S. and Kennedy, C., Report of an Experiment to determine the effect of low Ca-Rations on Reproduction in Cattle. Cornell Veterinarian April 1932, 22, page 156. — 8. Frei, W., Hormonale Beziehungen von Fertilität und Sterilität weiblicher Tiere. Münchener Tierärztliche Wo-chenschrift, 83. Jahrg., No. 1 und 2, 1932. — 9. Gullickson, T. W. and Eckles, C. H., The Relation of Sunlight to the Growth and Development of Calves. Journ. of Dairy Science, Vol. X, No. 2, March, 1927. — 10. Henrici, M., Pflanzenphysiologische Probleme aus Südafrika. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 97. Sitzung, 11. Dez. 1928. — 11. Hart, E. B., McCollum, E. V., Steenbock, H. and Humphrey, G. C., Physiological effect on Growth and Reproduction of Rations balanced from Restricted Sources. Univers. of Wisconsin, Agric. Exp. Station, Res. Bull. 1911. — 12. Jones, R. I., Eckles, C. H. and Palmer, L. S., The Rôle of Vitamin A in the Nutrition of Calves. Journ. of Dairy Science, Vol. IX, No. 2, 1926. — 13. Küpfer, M., The sexual cycle of female domesticated mammals. 13th and 14th Report of the Director of Veterinary Education and Research, Part II, 1928. — 14. Kust, Prof. Dr., Beitrag zur Kenntnis der Rachitis und der Brüllerkrankheit des Rindes. Tierärztl. Rundschau, Bd. XXXVI, No. 44 und 45, 1930. — 15. Malan, A. I., Green, H. H. and du Toit, P. J., Composition of bovine blood on phosphorus deficient pasture. Journ. of Agric. Science, Vol. 18, 376—383, 1928. — 16. Meigs, E. B., Practical Experiments in feeding Rations with different Calcium Contents to Dairy Cows. Proceed. of American Soc. of Animal Production. 1923. — 17. Mohler, J. R., Animal Nutrition Research in the United States. Nutrition Abstracts and Reviews, Vol. II, No. 1, 1932. — 18. Palmer, L. S. and Eckles, C. H., Effect of Phosphorus deficient Rations on Blood composition in Cattle. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 1927, p. 307—309. — 19. Quinlan, J. B. and Maré, G. S., The Physiological Changes in the Ovary of the Merino Sheep in South Africa, and their Practical Application in Breeding. 17th Report of the Director of Vet. Services and Animal Industry, Part II, 1931, Pretoria. — 20. Ritter, E., Zum gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über Lecksucht (Pica), Knochenbrüchigkeit (Osteoporose), Knochenerweichung (Osteomalacie) usw. mit besonderer Berücksichtigung der chemischen Betrachtungsweise. Landwirtschaftl. Jahrbuch der Schweiz 1929. — 21. Thurston, L. M., Eckles, C. H. and Palmer, L. S., The Rôle of the Antiscorbutic Vitamin in the Nutrition of Calves. Journ. of Dairy Science, Vol. IX, No. 1, 1926. — 22. Theiler, A., Green, H. H. and Viljoen, P. R., Contribution to the study of deficiency disease, with special reference to the lamsiekte problem in South Africa. 3rd and 4th Reports, Director of Vet. Research, Union of South Africa, 1915. — 23. Theiler, A., Green, H. H. and du Toit, P. J. Phosphorus in the live stock industry. Journ. Dep. of Agric. South Africa, May 1924. — 24. Theiler, A., Green, H. H. and du Toit, P. J., Minimum mineral requirements of cattle. Journ. of Agric. Science, Vol. XVII, Part III, July 1927. — 25. Theiler, A., Green, H. H. and du Toit, P. J., Studies in mineral metabolism. 3. Breeding of cattle on phosphorus-deficient veld. Journ. of Agric. Science, Vol. XVIII, 369—371.

1928. — 26. Theiler, A., The pathological aspect of phosphorus- and calcium deficiency in cattle. *Vet. Record*, Vol. XI, 1143—1147, 1931. — 27. Theiler, A. and Green, H. H., Aphosphorosis in Ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews*. Vol. I, 359—385, 1932. — 28. Theiler, A., Untersuchungen über den Bau normaler und durch kalzium- und phosphorarme Nahrung veränderter Rinderknochen. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, Band LXVIII, Abh. 1, 1932.

Aus der gerichtlichen Tierheilkunde.¹⁾

Von H. Heusser, Zürich.

Die gerichtliche Tierheilkunde hat die Aufgabe, bei der Entscheidung jener Rechtsfragen mitzuwirken, bei denen Tiere bzw. Krankheiten oder Fehler der Tiere die Grundlage bilden. Dazu ist nicht nur ein vollständiges Bewandertsein in allen tierärztlichen Wissenschaftszweigen, sondern auch eine hinreichende Kenntnis der einschlägigen gesetzesrechtlichen Bestimmungen erforderlich. Wissenschaftliche Kenntnisse in Veterinärmedizin allein machen also den Tierarzt noch nicht zu einem tüchtigen gerichtlichen Sachverständigen, und es zeigen die vielen irrtümlichen Auffassungen und die Unsicherheit besonders in bezug auf den Handel mit Vieh, dass die gesetzlichen Bestimmungen, wie sie in unserem Obligationenrecht niedergelegt sind, nicht Gemeingut aller Fachvertreter sind.

Dass auf diese Weise Nachteile sich geltend machen, die in gewissen Fällen zu langwierigen und nutzlosen Prozessen oder gar zu Haftpflichtforderungen gegenüber dem mangelhaft orientierten Tierarzt führen können, ist verständlich. Der Sachverständige soll nicht nur befähigt sein, dem das Recht suchenden Tierbesitzer die dazu notwendigen wissenschaftlichen Unterlagen zu geben, sondern sich vor allem bemühen, durch Aufklärung und Klarlegung der Verhältnisse eine Verständigung und gütliche Beilegung des Streites zu erzielen. Dies wird aber nur dann der Fall sein, wenn er neben der fachtechnischen auch die rechtliche Seite beherrscht und überall in überzeugender Weise Bescheid weiss.

Mit dem Inkrafttreten des Schweizerischen Obligationenrechtes am 1. Januar 1912 ist erstmals für das ganze Gebiet der Eidgenossenschaft in bezug auf Viehwährschaft einheitliches Recht geschaffen worden, das sich als sehr vorteilhaft erwiesen hat.

¹⁾ Nach einem Vortrag, gehalten in der Herbstversammlung der Gesellschaft Zürcherischer Tierärzte am 4. November 1932.