

Die Amide in ihrer Bedeutung für den Pflanzenfresser.

Von F. HONCAMP, Rostock.

Vortrag, gehalten auf der Hunderjahrfeier deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig.
(Eingeg. 12./11. 1922.)

Die in den pflanzlichen Futtermitteln vorkommenden stickstoffhaltigen Verbindungen sind nur zu einem Teil wirkliche Eiweißstoffe. Ein anderer, oft nicht unerheblicher Teil findet sich in der Form von stickstoffhaltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur, den sogenannten Amid, vor. Die in den Pflanzen vorkommenden Amide sind sowohl als Aufbau- wie auch als Abbauprodukte der Eiweißstoffe anzusehen. Sie werden vielfach aber auch nur Spaltungsprodukte sein, um in dieser Form gegebenenfalls die Wanderung und Speicherung stickstoffhaltigen Materials zu ermöglichen. Die Amide sind also auf der einen Seite gewissermaßen Übergangsstufen zwischen anorganischer stickstoffhaltiger Nahrung und den fertig gebildeten Eiweißstoffen, während wiederum auf der anderen Seite in gewissen Vegetationsperioden Eiweißstoffe teils aufgespalten, teils in andere Formen übergeführt werden. Die große Rolle, die hiernach die Amide im pflanzlichen Lebensprozeß spielen, rechtfertigt also ihr sehr regelmäßiges und ihr häufiges, oft in nicht unbeträchtlichen Mengen gegebenes Vorkommen in den pflanzlichen Futterstoffen. Da nun das landwirtschaftliche Nutzvieh den allergrößten Teil seines Futterbedarfes aus dem Pflanzenreich deckt, so tauchte naturgemäß auch sehr bald die Frage auf, ob die stickstoffhaltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur, die sogenannten Amide, die wirklichen Eiweißstoffe ganz oder teilweise ersetzen können. Der Streit über den Nährwert der Amide für das landwirtschaftliche Nutzvieh hat lange hin und her gewogt und ist vielleicht auch heute noch nicht vollkommen beendet. Die einen, wie J. Kühn und A. Stutzer, wollten die Amide einfach den Kohlehydraten zurechnen, von denen wir ja wissen, daß sie eiweißersparend wirken können. Nach O. Kellner, Th. Pfeiffer u. a. dagegen sollten die Amide überhaupt gänzlich von der Liste der Nährstoffe gestrichen werden. Diesen Anschauungen gegenüber vertraten C. Lehmann und seine Schüler, so namentlich W. Völtz, wiederum den Standpunkt, daß die Amidsubstanzen unter gewissen Bedingungen das wirklich verdauliche Eiweiß in seiner vollen Leistung ersetzen können. Diese großen Gegensätze finden zum Teil wenigstens ihre Erklärung mit dadurch, daß man nicht immer einen scharfen Unterschied in bezug auf die Nährwirkung der Amide zwischen Karnivor, Omnivor und Herbivor gemacht hat. Im allgemeinen dürfte jedoch heute so viel feststehen, daß sich die Amide rein als solche im Hinblick auf den Eiweißstoffwechsel beim Karnivor so gut wie vollkommen und beim Omnivor ziemlich indifferent verhalten, indem sie das wirkliche Eiweiß nicht vertreten können. Anders scheinen jedoch die Verhältnisse beim Wiederkäuer zu liegen, und zwar insofern, als bei diesem gewisse stickstoffhaltige Verbindungen nichteiweißartiger Natur einen eiweißarmen, aber an leicht löslichen Kohlehydraten reichem Futter zugelegt, jedenfalls den Eiweißansatz zu erhöhen vermögen. In welcher Weise diese Wirkung zustande kommen dürfte, wird später noch zu erörtern sein.

Daß eine Eiweißsynthese im tierischen Organismus vor sich geht, steht außer jeglichem Zweifel. Die Eiweißstoffe des Futters werden bekanntlich im Verlauf des Verdauungsprozesses sehr weit abgebaut, nämlich zu den Aminosäuren, ja sogar bis zum Ammoniak. Diese kristallinischen Spaltungsprodukte sind nun aber dieselben Poly- und Monoaminsäuren, welche als solche sich auch in der Pflanze vorfinden. Da nun aber die erwähnten Eiweißabbauprodukte im Tierkörper wieder synthetisiert werden können, so muß ohne weiteres angenommen werden, daß auch aus den Amid, den Amiden des Futters Eiweiß im Tierkörper aufgebaut werden kann, sofern in den Amid, den Amiden alle zum Aufbau des Eiweißes notwendigen Bausteine vorhanden sind. Letzteres dürfte, soweit unsere heutigen Kenntnisse wenigstens reichen, in vielen Fällen sicherlich zutreffen. Denn mit den pflanzlichen Futterstoffen nimmt der tierische Organismus nicht ein oder nur wenige Amide, sondern ein ganzes Gemisch derselben auf. Es ist dann ganz gleichgültig, ob dem einen oder anderen Amid dieser oder jener zur Eiweißsynthese notwendige Baustein fehlt, wenn schließlich nur alle in dem Gemisch vorhanden sind und sich so gegenseitig ergänzen können. Infolgedessen müssen wir heute annehmen, und hierfür sprechen ja viele Beobachtungen der landwirtschaftlichen Praxis, so z. B. mit jungem, meist sehr amidreichen Grünfütter, mit Sauerfütter usw., daß alle an

Amiden reichen Vegetabilien sehr wohl das Eiweiß vollkommen ersetzen können, sofern sie wenigstens alle zur Eiweißsynthese erforderlichen Bausteine enthalten.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse, wenn man die Wirkung einzelner stickstoffhaltiger Stoffe nichteiweißartiger Natur auf den Eiweißansatz betrachtet. Wie schon erwähnt, ist diese im Verdauungskanal der Wiederkäuer eine andere als beim Fleischfresser und wie wohl überhaupt bei allen Tieren mit einfachem Magen. Daß nun auch einzelne Amide beim Wiederkäuer unter gewissen Bedingungen eiweißersparend oder auch eiweißersetzend wirken können, hat man in zweierlei Art und Weise zu erklären versucht. In dem umfangreichen Magen-Darmkanal der Wiederkäuer findet sich bekanntlich eine sehr große Menge niederer Organismen wie Bakterien und Pilze vor, die gleichfalls von den im Futterbrei enthaltenen Nährstoffen zehren. N. Zuntz hat nun als erster zunächst die Ansicht ausgesprochen, daß geradeso wie lösliche Kohlehydrate die Energie der Gärungserreger von der Cellulose abwenden, so auch die Amide jene Mikroorganismen von den eigentlichen Eiweißstoffen ablenken und letztere hierdurch vor einer Spaltung und Assimilation durch diese schützen. Vielleicht, daß die Amide schon an und für sich geeignetere Stickstoffquellen für die Mikroorganismen des Magen-Darmkanales abgeben als die eigentlichen Eiweißstoffe. O. Hagemann ist dann in der Erklärung der eiweißersparenden Wirkung noch weiter gegangen, indem er annimmt, daß die Amide von den im Magen-Darmkanal hausenden Bakterien assimiliert und zu Bakterieneiweiß aufgebaut werden, welches dann wiederum an einer anderen Stelle des Verdauungsschlauches resorbiert wird. Die Bakterien würden hiernach aus gewissen Amid, den Amiden und leicht löslichen Kohlehydraten direkt eine Eiweißsynthese vollziehen und das so gebildete Bakterieneiweiß wenigstens teilweise an die Stelle des eigentlichen Futtereiweißes treten können. Daß z. B. die Pansenbakterien bei der eiweißersparenden Wirkung der stickstoffhaltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur eine Rolle spielen, geht schon aus Untersuchungen von G. Fingerling hervor. Dieser konnte bei jungen Saugkälbern, deren Pansen noch nicht ausgebildet war, zunächst eine Wirkung der Amide und Ammonsalze nicht feststellen, während aber eine eiweißersparende Wirkung in Erscheinung trat, als denselben Kälbern nochmals später nach Ausbildung des Pansens Ammonsalze gereicht wurden. Ebenso ist die Fähigkeit gewisser Bakterienarten, Amide in Eiweiß umzuwandeln, gleichfalls experimentell festgestellt worden, so von M. Müller, Gerlach und Vogel u. a. An der Möglichkeit, daß auch gewisse Pansenbakterien Amide zur Eiweißsynthese verwenden können, ist namentlich nach den Untersuchungen von M. Müller gleichfalls nicht zu zweifeln.

Bei dem derzeitigen Mangel an eiweißreichen Futterstoffen, bedingt durch die Unmöglichkeit solche wie früher aus dem Auslande einzuführen, gewinnt heute die Frage nach dem Nährwert der Amide für das landwirtschaftliche Nutzvieh eine um so größere Bedeutung, wenn es gelingen sollte, solche in größerer Menge im Inlande selbst zu gewinnen oder herzustellen. Es ist zuerst W. Völtz gewesen, der die Aufmerksamkeit auf das Amid der Kohlensäure, den Harnstoff hingelenkt hat, welche wir bekanntlich heute in beliebiger Menge aus dem Stickstoff der Luft darstellen können. Die von W. Völtz mit einem ausgewachsenen Hammel und drei Lämmern ausgeführten Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, daß der Harnstoff sehr wohl geeignet ist, die Rolle des Nahrungseiweißes im Stoffwechsel der Wiederkäuer zu übernehmen. Der Harnstoff wurde im Verdauungstraktus der Wiederkäuer zunächst zu Bakterieneiweiß aufgebaut, welches vom Darm zu 80—90% resorbiert wurde. Diese Eiweißsynthese benötigt aber gewisse Mengen von leicht löslichen Kohlehydraten, und es erwiesen sich von diesen Stärke und Zucker als einander durchaus gleichwertig. Zwar konnte auch Cellulose in einem gewissen Umfange als Ersatz für die genannten Kohlehydrate dienen, doch war diese als Baustein für die Synthese des Harnstoffs zu Bakterieneiweiß nicht vollwertig. Weiterhin konnte W. Völtz bei seinen Untersuchungen noch feststellen, daß die bei sehr stickstoffarmer Ernährung eintretenden, bekannten starken Verdauungsdepressionen sämtlicher Nährstoffe durch eine Harnstoffverfütterung in gleicher Weise behoben wurde wie durch Zugabe von Eiweiß. Nicht so günstig waren die Ergebnisse, welche A. Morgen bei einer Harnstoffverfütterung an Hammel erzielte. A. Morgen glaubt, daß bei der Verwertung des Harnstoffs sowohl Individualität als auch Alter der Tiere eine gewisse Rolle spielen, ebenso wie auch der in der betreffenden Futterration noch vorhandene Gehalt an Reineiweiß in Betracht zu ziehen sei. Es sei hier gleich vorausgeschickt, daß A. Morgen bei Versuchen

mit milchgebenden Tieren zu wesentlich günstigeren Ergebnissen gelangte. Die von uns mit Hammeln ausgeführten Fütterungsversuche mit Harnstoff haben nun zu ähnlichen Resultaten geführt wie die Untersuchungen von W. Völtz. Wir gingen von einer zu zwei Drittel aus einem geringen Wiesenheu und zu einem Drittel aus Haferstroh bestehenden Futterration aus. Bei diesem Futter befanden sich die Tiere nicht im Stickstoffgleichgewicht, vielmehr setzte der eine Hammel pro Tag 1,203, der andere 0,983 g N zu. Diesem, also vorwiegend nur cellulosehaltigen, dabei proteinarmen Futter wurden nun pro Kopf und Tag 10,5 g Harnstoff entsprechend 4,851 g N zugelegt. Infolge dieser Harnstoffzulage konnte sich das eine Versuchstier annähernd ins Stickstoffgleichgewicht setzen. Der andere Versuchshammel setzte dagegen auch trotz der Harnstoffverfütterung noch von seinem Körpereiweiß zu. Möglich, daß hier die Individualität des einzelnen Tieres eine gewisse Rolle spielt, worauf ja auch schon A. Morgen hingewiesen hat. Jedenfalls würde hiernach die Möglichkeit bestehen, daß die Cellulose als Baustein für die Synthese des Harnstoffs zu Bakterieneiweiß unter gewissen Umständen befähigt sein kann, wenn schon ihr auch eine Vollwertigkeit im Sinne der reinen Kohlehydrate wohl unter keinen Umständen zugesprochen werden dürfte. Legten wir dann aber in einer weiteren Periode leicht lösliche Kohlehydrate in Form von Maischrot und Stärkemehl dem Grundfutter zu unter gleichzeitiger Beifütterung von wiederum 10,5 g Harnstoff, so retinierten die Versuchshammel 1,60 bzw. 1,76 g N pro Tag.

Um nun weiterhin festzustellen, wie sich unter gleichen Bedingungen der Stickstoffumsatz bei Verabfolgung von wirklichen Eiweißstoffen verhält, wurde an Stelle des Harnstoffs eine im Stickstoffgehalt gleiche Menge Kasein verfüttert. Eine Zulage des letzteren zu der nur aus Heu und Stroh bestehenden Futterration bewirkte einen durchschnittlichen täglichen Stickstoffansatz von 0,712 bzw. 0,838 g. Hiernach muß bei Verabfolgung von überwiegend cellulosehaltigem Rohfutter unter allen Umständen eine Überlegenheit des Eiweißstickstoffs gegenüber dem Amidstickstoff angenommen werden. Wurden dagegen dem Rohfutter wiederum die oben erwähnten kohlehydratreichen Futterstoffe zugelegt, so gelangten sogar 2,512 g N zum Ansatz¹⁾. Es sind dies rund 52% des in Form von Kasein zugeführten Stickstoffs gegenüber 36% beim Harnstoff. Daß der Amidstickstoff in dieser Beziehung dem Eiweißstickstoff nicht völlig ebenbürtig sein würde, war naturgemäß von vornherein anzunehmen.

Kann nun nach den bisherigen Stoffwechselversuchen mit Hammeln mit ziemlicher Bestimmtheit angenommen werden, daß Harnstoff in einer an verdaulichem Eiweiß armen, an leicht löslichen Kohlehydraten aber reichen Ration zum mindesten eiweißersparend wirkt, so interessierte weiterhin die Frage, wie der Harnstoff unter gleichen Bedingungen als Eiweißersatz bei der Fütterung von milchgebenden Tieren auf Menge und Zusammensetzung der Milch wirkt. Zunächst hat A. Morgen in zwei größeren Versuchsreihen mit Schafen und Ziegen gezeigt, daß in einer, normale Mengen Reineiweiß enthaltenden Ration ein teilweiser Ersatz des Reineiweißes durch Harnstoff bis zu etwa 30–40% ohne erhebliche Schädigung der Produktion möglich ist. Diese Ergebnisse werden durch umfangreiche Untersuchungen von J. Hansen mit Milchkühen voll und ganz bestätigt. J. Hansen konnte feststellen, daß Harnstoff zu einem sehr eiweißarmen, aber an Stärkewert ausreichendem Futter eine Erhöhung der Milch- und Fettmenge hervorrief, so daß die Möglichkeit eines Ersatzes von Eiweißstickstoff durch Harnstoff unbedingt angenommen werden muß. Dagegen scheint der Harnstoff die Lebendgewichtszunahme weniger günstig zu beeinflussen als Eiweiß.

In der gleichen Richtung liegen die Versuchsergebnisse der von W. Völtz durchgeführten Harnstofffütterungsversuche an Milchkühe. Hierbei wurde aus 1 kg Harnstoff in vier Versuchen an drei Kühen zwischen 9,53 und 16,73 kg Milch, sowie zwischen 1188,7 und 1834,0 g Milchtrockensubstanz, im Durchschnitt 12,63 kg Milch und 1466,4 g Milchtrockensubstanz gewonnen. Es kann also hiernach gar kein Zweifel darüber bestehen, daß der Amidstickstoff des Harnstoffs, wie auch andere Amide, die Rolle des Nahrungseiweißes bei der Milchsekretion von Wiederkäuern in einem gewissen Umfange zu übernehmen vermag.

Unsere eigenen mit Milchkühen ausgeführten Stoffwechselversuche als auch praktischen Fütterungsversuche haben zu ganz gleichen Ergebnissen geführt. Wir gaben während des ganzen Versuches gleichmäßig ein sehr kohlehydratreiches, aber eiweißarmes Grundfutter und legten im ersten und dritten Versuchsabschnitt pro Tag und Kuh 150 g Harnstoff zu. Hierbei gestalteten sich die durchschnittlichen Ergebnisse für Menge und Zusammensetzung der Milch folgendermaßen:

| | Milchmenge kg | Fettgehalt % | Fettmenge g | Trockensubstanz kg | Fettfreie Trockensubstanz kg |
|------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------------------|
| Kuh C | | | | | |
| I. Periode (Harnstoff) | 9,780 | 3,35 | 327,42 | 1,186 | 0,858 |
| II. " — | 6,673 | 3,35 | 222,96 | 0,797 | 0,574 |
| III. " (Harnstoff) | 7,376 | 3,42 | 252,65 | 0,890 | 0,649 |
| Kuh D | | | | | |
| I. Periode (Harnstoff) | 11,736 | 2,76 | 325,13 | 1,307 | 0,982 |
| II. " — | 8,066 | 2,60 | 209,38 | 0,874 | 0,665 |
| III. " (Harnstoff) | 10,316 | 2,98 | 307,93 | 1,180 | 0,872 |

— Ohne daß man also zunächst die fallende Laktation überhaupt berücksichtigt, geht schon aus der Betrachtung dieser absoluten Zahlen hervor, daß das Weglassen des Harnstoffs im Futter ungünstig auf den Ertrag und die Bestandteile der Milch eingewirkt hat. Denn sobald in der III. Periode der Harnstoff wieder zugelegt wurde, nahm die Menge der Milch und der Gehalt derselben ohne weiteres wieder zu. Dieser günstige Einfluß einer Harnstoffverfütterung tritt aber noch viel deutlicher hervor, wenn man die fallende Laktation rechnerisch ausschaltet. Unter der Annahme eines gleichmäßigen Fortschreitens der Laktation hätte in der II. Periode eine Milch gewonnen werden müssen, die enthielt:

| | Milchmenge kg | Fettgehalt % | Fettmenge g | Trockensubstanz kg | Fettfreie Trockensubstanz kg |
|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------------------|
| Kuh C | 8,578 | 3,39 | 290,04 | 1,038 | 9,754 |
| Kuh D | 11,026 | 2,87 | 316,53 | 1,144 | 0,927 |

Es wurden aber tatsächlich in der II. Periode nur ermilken

| | | | | | |
|-----------------|-------|------|--------|-------|-------|
| Kuh C | 6,673 | 3,35 | 222,96 | 0,797 | 0,574 |
| Kuh D | 8,066 | 2,60 | 209,38 | 0,874 | 0,665 |

folglich durch Weglassung des Harnstoffs weniger (—)

| | | | | | |
|-----------------|---------|--------|----------|---------|---------|
| Kuh C | — 1,905 | — 0,04 | — 67,08 | — 0,241 | — 0,180 |
| Kuh D | — 2,960 | — 0,27 | — 107,15 | — 0,370 | — 0,262 |

Es wären hiernach also aus 1 kg Harnstoff bei Kuh C 12,70 kg Milch und 1,606 kg Milchtrockensubstanz und bei Kuh D sogar 19,73 kg Milch und 2,476 kg Milchtrockensubstanz erzeugt worden.

Eine weitere Bestätigung finden diese für den Harnstoff günstigen Ergebnisse durch die Gegenüberstellung sämtlicher Einnahmen und Ausgaben an Stickstoff.

| Kuh C | | | Kuh D | | |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Periode I mit Harnstoff | Periode II ohne Harnstoff | Periode III mit Harnstoff | Periode I mit Harnstoff | Periode II ohne Harnstoff | Periode III mit Harnstoff |

Stickstoffver-
lust (—) oder
Gewinn (+)

am Körper + 7,297 g — 8,117 g + 13,044 g — 1,093 g — 16,152 g + 4,711 g

Hieraus ergibt sich mit aller Deutlichkeit, daß in der I. und III. Periode die einschließlich des im Harnstoff enthaltenen Stickstoffs verabfolgte Stickstoffmenge bei der Kuh C nicht nur zur Lebenshaltung und zur Milchbildung genügt hat, sondern daß sogar noch Stickstoff vom Körper retiniert wurde. Bei der Kuh D mit der größeren Milchleistung hat diese Stickstoffmenge im ersten Versuchsabschnitt nicht ganz ausgereicht, es mußte vielmehr noch vom Körper zugeschossen werden. Dagegen fand in der III. Periode, in welcher der Bedarf infolge des durch die fortschreitende Laktation bedingten Milchrückganges nicht mehr so groß war, gleichfalls ein Stickstoffansatz statt. Wurde dagegen wie in der II. Periode, das gleiche Futter, aber ohne Harnstoff, verfüttert so ging nicht nur die Milchmenge zurück, sondern beide Kühe mußten jetzt auch Fleisch vom Körper zuschießen.

Will man nun noch festzustellen versuchen, inwieweit der Amidstickstoff des Futters überhaupt und der des Harnstoffs im besonderen direkt zur Milcheiweißbildung beigetragen haben, so muß man vom Eiweißstickstoff des Futters ausgehen und hiervon auch nur die im Kot ausgeschiedenen Eiweißstickstoffsubstanzen in Abzug bringen.

¹⁾ Dieser Versuch konnte nur mit einem Versuchshammel durchgeführt werden.

Es ergibt sich sodann folgende Aufstellung:

| | I. Periode (Harnstoff) | II. Periode — | III. Periode (Harnstoff) |
|---|---------------------------|------------------|-----------------------------|
| | g N | g N | g N |
| Kuh C | | | |
| Im Futter | 64,277 | 64,043 | 64,078 |
| Im Kot | 50,272 | 40,544 | 56,205 |
| Verdaut (Differenz) | 14,005 | 23,499 | 7,873 |
| Ansatz (+) oder Verlust (—) am Körper | + 7,297 | — 8,117 | + 13,044 |
| Demnach für Milchbildung und Lebenderhaltung verfügbar | 6,708 | 31,616 | — 5,171 |
| In der Milch | 46,900 | 30,530 | 35,900 |
| Kuh D | | | |
| Im Futter | 67,952 | 67,613 | 67,683 |
| Im Kot | 55,265 | 48,535 | 52,138 |
| Verdaut (Differenz) | 12,687 | 19,078 | 15,545 |
| Ansatz (+) oder Verlust (—) am Körper | — 1,093 | — 16,152 | + 4,711 |
| Demnach für Milchbildung und Lebenderhaltung verfügbar | 13,782 | 35,230 | 10,834 |
| In der Milch | 51,110 | 34,260 | 48,290 |

Nimmt man an, daß sich das Milcheiweiß ausschließlich nur aus dem Futtereiweiß bilden kann, so hatte in der II. Periode (ohne Harnstoff) nur wenig mehr verdauliches Eiweiß zur Verfügung gestanden, als in der Milch zur Ausscheidung kam, d. h. das erstere müßte fast quantitativ in Milcheiweiß umgesetzt worden sein. Dann muß freilich der Amidstickstoff des Grundfutters zur Lebenderhaltung Verwendung gefunden haben. Noch viel deutlicher kommt dies aber in den Harnstoffperioden zum Ausdruck. Die in diesen Versuchsabschnitten von beiden Versuchskühen in der Milch zur Ausscheidung gebrachten Stickstoffmengen (Eiweißstickstoff) sind so groß, daß zu deren Deckung weder die Eiweißstoffe noch die Amide des Grundfutters ausreichen, sondern daß hier unter allen Umständen der Harnstoff eiweißersetzend gewirkt haben muß. Hiernach kann also gar kein Zweifel darüber bestehen, daß der Stickstoff des Harnstoffs unter den hier gegebenen Verhältnissen an der Lebenderhaltung und an der Milchbildung in erheblichem Umfange beteiligt gewesen sein muß.

Das gleiche ergibt sich aus einem anderen Stoffwechselversuch mit der Kuh A, in welchem wir Trockenhefe durch eine im Stickstoffgehalt gleiche Menge Harnstoff unter Beibehaltung desselben Stärkewertes ersetzten. Wir erhielten dabei für die Einnahmen und Ausgaben an Eiweißstickstoff folgende Werte:

| | I. u. III. Periode (Trockenhefe) | II. Periode (Harnstoff) |
|---|-------------------------------------|----------------------------|
| | g | g |
| Im Futter | 180,22 | 178,12 |
| Im Kot | 86,74 | 83,39 |
| Verdaut (Differenz) | 93,48 | 94,73 |
| Ansatz (+) oder Verlust (—) am Körper | + 20,76 | + 19,23 |
| Mithin für Milch und Lebenderhaltung erhaltung verfügbar | 72,72 | 75,50 |
| Ab für Lebenderhaltung | 38,00 | 38,00 |
| Mithin für die Milch verfügbar | 34,72 | 37,50 |
| In der Milch | 30,01 | 26,51 |
| Demnach in der Milch in Prozent der verfügbaren Menge | 86,4 | 70,7 |

Da hiernach in der Harnstoffperiode schon allein in der Milch mehr Eiweißstickstoff ausgeschieden wurde als aus dem Futter stammender, verdauter Eiweißstickstoff für Milchbildung und Lebenderhaltung zusammen überhaupt zur Verfügung stand, so muß hieraus mit zwingender Notwendigkeit gefolgert werden, daß der Stickstoff des Harnstoffs nach beiden Richtungen hin eiweißersetzend gewirkt haben muß.

Diese Ergebnisse fanden eine weitere Bestätigung durch einen in der Praxis mit neun Kühen durchgeführten Fütterungsversuch, bei welchem in einer normalen Mengen verdauliches Eiweiß enthaltenden Futterration 1 kg Erdnußmehl durch eine im Stickstoffgehalt gleiche Menge Harnstoff bei gleichbleibendem Stärkewert ersetzt wurde. Hierbei ergab sich als durchschnittlich täglicher Ertrag jeder einzelnen Kuh:

| | Milchmenge kg | Milchfettmenge g |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|
| I. Periode (Erdnußmehl) | 15,27 | 522,32 |
| II. Periode (Harnstoff) | 14,57 | 494,60 |
| III. Periode (Erdnußmehl) | 14,11 | 480,71 |

Bei gleichbleibender Fütterung hätten die täglichen Durchschnittserträge in der II. Periode sein müssen:

| Milchmenge kg | Fettmenge g | Fettgehalt % |
|---|----------------|-----------------|
| 14,69 | 501,55 | 3,41 |
| Tatsächlicher Ertrag in der II. Periode (Harnstoff) | | |
| 14,57 | 494,60 | 3,39 |
| Also mehr (+) oder weniger (—) als berechnet | | |
| — 0,12 | — 6,95 | — 0,02 |

Der Ersatz von 1 kg Erdnußkuchen pro Kuh und Tag durch eine im Stickstoffgehalt äquivalente Menge Harnstoff hat hiernach im Durchschnitt aller neun Versuchskühe weder die Milchmenge noch den prozentischen Fettgehalt und die Fettmenge beeinflusst. Es würde dies auch durchaus im Einklang mit den Versuchsergebnissen von A. Morgen stehen, nach welchen in einer normale Mengen Reineiweiß enthaltenden Ration ein teilweiser Ersatz des Reineiweißes durch Harnstoff bis zu etwa 30—40% ohne erhebliche Schädigung der Produktion möglich ist.

Selbstverständlich wird die Frage eines wenigstens teilweisen Eiweißersatzes durch Harnstoff zunächst noch weiterer exakter Untersuchungen bedürfen, bis sie vollständig geklärt ist, und die Harnstoffverfütterung der landwirtschaftlichen Praxis allgemein empfohlen werden kann. Daß der Harnstoff in Gaben von täglich 200 g pro Kuh vollkommen unschädlich ist und von den Tieren gut vertragen wird, steht heute bereits einwandfrei fest.

Das Problem der Überführung des elementaren Stickstoffs der Luft in Harnstoff ist heute bereits auch in technischer Beziehung gelöst. Bestätigen die weiteren Untersuchungen die Möglichkeit eines, wenn vielleicht auch nur teilweisen Ersatzes von Eiweiß durch Harnstoff bei der Fütterung der Wiederkäuer, so würde man mit Hilfe des Stickstoffs der Luft tierisches Eiweiß erzeugen können. Was dieses für die Ernährung des deutschen Volkes bedeuten würde, bedarf wohl keiner weiteren Worte.

[A. 267.]

Emil Fischer.

Festrede, gehalten gelegentlich der am 16. Juli 1922 zu Euskirchen vom Rheinischen Bezirksverein veranstalteten Gedächtnisfeier (vgl. Angew. Chem. 36, 40 [1923]).

Von Prof. Dr. KURT HOESCH, Düren.

(Eingeg. 30./12. 1922.)

Das Bekenntnis des Rheinländers geht dahin, die Welt gelten zu lassen und dem Leben gut zu sein. Er glaubt nicht recht an das irdische Jammertal, setzt sich vielmehr unbedenklich und erfolgsgewiß für die Rolle ein, die ihm hienieden zugewiesen, und kostet reuelos die Freuden, die seine beglückte und geschmückte Heimat ihm bereit hält. Darum mündet ihm der Trank seiner grünen Reben, darum folgt er begeistert und begeisternd dem Zuge der Wandernden und Singenden, darum gerät ihm auch sein Werk auf Flur und Weide, in Bergwerk und im Fabrikbetriebe. Voll Wißbegier und Wohlgefallen, beweglich um sich blickend, lernt er die irdischen Dinge innig kennen, ihr Wesentliches herausheben, ihre Beziehungen meistern. Da ihm nichts Menschliches fremd ist, versteht er es, mit dem Nächsten zu leben, seine Nöte zu begreifen und zu lindern, seine Gaben zu nutzen und zu steigern. Für ihn ist die Welt nicht „weggegeben“, sondern aufgegeben. Darum ist der Beitrag, den das Rheinland zum Aufbau unserer Zivilisation erstellt, so beträchtlich, darum kann uns in dieser Zeit, da es mehr denn je geboten erscheint, einem mißlaunigen Schicksal Unverzagtheit und Lebensbejahung entgegenzustellen, das Wirken und Sein solcher Männer, in denen des Rheinländers Art zur Vollendung reifte, mit der Mahnung und dem Troste eines großen Vorbildes beschenken. Zu ihren würdigsten und besten zählen wir den Chemiker Emil Fischer, der vor drei Jahren, am 15. Juli 1919, von uns gegangen ist und dessen Andenken zu feiern wir uns heute an dieser Stelle festlich versammelt haben.

Der vor fast 70 Jahren zu Euskirchen geborene, berühmte Naturforscher war und blieb ein echter Sohn des Rheinlandes, wenn es ihm