DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Siebenter Jahrgang.

31. Oktober 1919.

Heft 44.

Neuere Gesichtspunkte zur Lehre von der Ernährung.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Zuntz, Berlin,
früher Professor der Physiologie an der Landw. Hochschule.

Die Lehre von der Ernährung schien vor einiger Zeit im wesentlichen abgeschlossen zu sein. Als Ergebnis der älteren Untersuchung kommen folgende Gesichtspunkte für die Deckung des Nahrungsbedarfs in Betracht: 1. eine gewisse Menge im Körper oxydierbarer Stoffe zur Befriedigung des Energiebedürfnisses; 2. eine bestimmte Menge von Eiweiß, die beim Erwachsenen als Ersatz der Abnutzung der Zellen und Gewebe, des Bedarfs an Fermenten und Drüsensekreten dient, beim Jugendlichen auch zum Wachstum; 3. eine Anzahl Mineralstoffe, welche im wesentlichen ähnlichen Aufgaben dienen, wie das Eiweiß. Man nahm meist an, daß die Mineralstoffe in der gewöhnlichen Nahrung des Menschen und der Haustiere in einer den Bedarf deckenden Menge vorhanden sind, so daß es nur auf die Sicherung des Bedarfs an Eiweiß und an Energie in der Nahrung ankäme. Dieser Satz ist durchaus nicht immer richtig. Wo das Trinkwasser arm an Kalksalzen ist, sind es meist auch die Bodenerzeugnisse. In solchen Gegenden gehen die Zähne infolge des Kalkmangels vorzeitig zugrunde; Knochenweiche und Knochenbrüchigkeit kommen bei Menschen und Haustieren häufig vor. Auch Mangel an Phosphorsäure, an Natrium, an Kalium kann, wiewohl in selteneren Fällen, zu Gesundheitsstörungen führen. Auch in bezug auf die organischen Nährstoffe liegt die Sache nicht so einfach. Oft erweist sich eine Nahrung, deren Eiweißgehalt reichlich ist und die dem Körper genügend Brennmaterial bietet, nicht ausreichend, um auf die Dauer die Gesundheit zu erhalten. So wird also die Ernährungslehre durch genauere Würdigung von Stoffen, deren Bedeutung nicht glatt unter die genannten Kategorien fällt, ausgebaut werden müssen. Nach dieser Richtung sei in erster Linie auf eine Anzahl von Versuchen hingewiesen, die in besonders großem Umfange von *Lafayette Mendel* in Newhaven und dem jüngst verstorbenen *Röhmann* in Breslau ausgeführt wurden, in denen man möglichst reine Nährstoffe, ergänzt durch die nötige Salzmenge, den Tieren zur Verfügung stellte und dabei zunächst gutes Gedeihen, später aber ein allmähliches Hinsiechen beobachtete. Offenbar waren es nur geringe Mengen gewisser besonderer Nährstoffe, welche in derart zusammengesetzten Nahrungsgemischen fehlten. Neuere Versuche von *Stepp* und *Hans Aron* zeigten, daß in einigen Nahrungs-

stoffen derartige für den Körper unentbehrliche Ergänzungen enthalten sind. Eine Nahrung, welche in scheinbar durchaus rationeller Weise aus den nötigen Salzen, aus Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten, gemischt war, reichte nie aus, wenn dieses Fett z. B. reines Schweineschmalz oder Olivenöl war. Ersatz von nur 1 g dieser Fette durch entsprechende Mengen Lebertran, Butter oder Rüböl konnte schon die Nahrung vollwertig machen. Es gibt also offenbar gewisse dem Fett beigemischte Substanzen (Lipoide), welche unbedingt in der Nahrung enthalten sein müssen.

Ähnlich steht es mit den Eiweißkörpern. Wir wissen durch die neueren Untersuchungen des unsterblichen *Emil Fischer*, daß der Sammelbegriff „Eiweiß“ eine Fülle der verschiedenartigsten Stoffe umfaßt. Derart mannigfaltig, daß wir für jede Tierart, ja vielfach für einzelne Organe der Tiere besonders konstituierte Eiweißstoffe nachweisen können. Unter diesen Umständen verstehen wir, daß die Gegenwart einer bestimmten Menge im wesentlichen durch ihren Stickstoffgehalt und gewisse physikalische Eigenschaften charakterisierter Eiweißkörper keineswegs immer dasselbe für die Deckung des Nahrungsbedürfnisses eines Tieres bedeutet. Wir wissen ja durch die neueren Untersuchungen, daß bei der Verdauung das Eiweiß in die Aminosäuren, aus welchen es aufgebaut ist, zerlegt wird, und daß nach Aufsaugung derselben die einzelnen Organe durch Auswahl aus diesen im Blute zirkulierenden Aminosäuren sich ihr charakteristisches Eiweiß wieder aufbauen. Demgemäß kommt es für die Deckung des Nahrungsbedarfes nicht darauf an, daß eine bestimmte Menge Eiweiß zugeführt wird, vielmehr darauf, daß alle für den Organismus nötigen Aminosäuren in der Nahrung enthalten sind. Hieraus ergibt sich schon, daß die in der Ernährungslehre allgemein übliche Forderung eines bestimmten Stickstoffgehalts in der täglichen Nahrung dem Bedürfnis des Körpers an Eiweißbausteinen durchaus nicht immer gerecht wird. Auch die von den Ernährungsphysiologen vielfach geübte Scheidung der stickstoffhaltigen Bestandteile der Nahrung in Eiweiß und Aminosäuren charakterisiert keineswegs den Nährwert genügend. In vielen Nahrungspflanzen ist ein Teil des Eiweiß hydrolysiert, d. h. in derselben Weise abgebaut, wie es bei der Verdauung geschieht. Die hieraus resultierenden Spaltungsprodukte sind zwar verglichen mit einem idealen Eiweiß unzureichend. Sie als wertlos anzusehen, wie dies von vielen Vertretern der tierischen Fütterungs-

lehre heute noch geschieht, ist ganz verkehrt. Wir konnten für ein an Aminosäuren besonders reichliches Nahrungsmittel, für die Kartoffel, nachweisen, daß in ihr diese Abbauprodukte das Eiweiß zu einer vollkommen alle Bedürfnisse des Körpers deckenden Nahrung ergänzen, so daß man ein direkt falsches Bild von der Bedeutung der in der Kartoffel enthaltenen stickstoffhaltigen Nährstoffe bekommt, wenn man die Aminosäuren als minderwertig ausscheidet. Ein anderes Beispiel für die Möglichkeit, einen stickstoffhaltigen Bestandteil der Nahrung durch Beigabe ihm fehlender Aminosäuren vollwertig zu machen, liefern uns die Arbeiten über den Nährwert des Leimes, welche bis auf die berühmten Bestrebungen des genialen Erfinders *Rumford* zurückgehen, das Fleisch durch aus Knochen und Sehnen hergestellte Leimgallerten zu ersetzen. Wir wissen jetzt, daß etwa 25 % der Stickstoffsubstanzen der Nahrung aus Leim bestehen dürfen, daß aber größere Mengen minderwertig sind, indem sie nur wenig Körpereiwweiß ersparen. Diese Minderwertigkeit des Leimes kann durch Beigabe einiger ihm fehlender Aminosäuren (Tyrosin, Cystin, Tryptophan) vollkommen aufgehoben werden, wie *Kaufmann* in meinem Institut gezeigt hat. Dieselbe Wirkung hat auch Beigabe geringer Mengen durch Hydrolyse teilweise verdaulich gemachten Horns, welches besonders reichlich die dem Leime fehlenden Aminosäuren enthält.

Schon im Jahre 1877 zeigte *Potthast* durch eine in meinem Laboratorium ausgeführte Versuchsreihe, daß von Conglutin, dem charakteristischen Eiweißkörper der Leguminosen, sehr viel größere Mengen nötig sind, um Eiweißverluste vom Körper zu vermeiden, als von Milcheiweiß und von Fleisch. Jüngst hat *Thomas* umfassende Untersuchungen am Menschen in der Art ausgeführt, daß er bei einer nur aus Fett und Kohlenhydraten bestehenden Diät, welche ausreichte, die Energiebedürfnisse des Körpers zu decken, den Zerfall der stickstoffhaltigen Körperbestandteile ermittelte und anschließend untersuchte, in welchem Maße verschiedene Eiweißkörper, der Nahrung zugefügt, diesen Zerfall verhinderten. Es ergab sich, daß Rindfleisch und Kuhmilch den Verlust einer ihrem Gehalt gleichen Stickstoffmenge aufhoben. Reines Kasein aber ersetzte nur 70 %. Es ergänzen sich also die beiden Eiweißkörper der Milch, Kasein und Laktalbumin, zur Deckung aller Bedürfnisse des Menschen. Das Fleisch von Tieren, die in ihrer Organisation stark vom Menschen abweichen, hat geringeren Nährwert, z. B. das des Krebses 79 %. Geringer, aber unter sich stark verschieden, ist der Ersatzwert des pflanzlichen Eiweißes. Bei Reis und Blumenkohl = 84–88 %, Kartoffeln = 79 %, Bohnen = 56 %, Weizenmehl = 40 %, Maismehl = 30 %. Bei gemischter Nahrung ist, wie in dem Falle von Leim und Horn, damit zu rechnen, daß die Mängel eines Eiweißkörpers die anderer ausgleichen.

In letzter Zeit hatte ich Gelegenheit, ein ganz besonders charakteristisches Beispiel für die verschiedene Wertigkeit der in der Nahrung enthaltenen Eiweißkörper zum Zwecke des Aufbaues der Gewebe zu studieren. Es war mir aufgefallen, daß unter der eiweißarmen Ernährung des Krieges besonders der Haarwuchs bei vielen Menschen sehr stark gelitten hat. Dies veranlaßte mich zu einem literarischen Studium der besonders in den dreißiger Jahren in größerer Menge gesammelten Erfahrungen über die Abhängigkeit des Wollwachstums der Schafe von der Art ihres Futters. Dabei zeigte sich, daß eine für den übrigen Stoffwechsel, speziell für die Fleischbildung wachsender Tiere ausreichende Eiweißmenge noch nicht genügte, um das Maximum des Wollwachstums zu sichern. Es mußte ein erheblicher Überschuß von Eiweiß zu diesem Zweck gegeben werden. Dies erscheint leicht verständlich angesichts des Umstandes, daß einige Eiweißbauelemente, die im Fleisch und in dem pflanzlichen Eiweiß der Futterstoffe in geringen Mengen enthalten sind, sich im Haar viel reichlicher vorfinden. In erster Linie gilt dies für das schwefelhaltige Cystin, von dem in Fleisch- und Bluteiweiß etwa 1 %, im Haar bis 8 % enthalten sind. Man muß hieraus folgern, daß, um eine reichlichere Wollbildung zustande kommen zu lassen, sehr viel Eiweiß zersetzt wird, dessen für das Haar charakteristische Bestandteile zur Haarbildung dienen, während die übrigen Bausteine nur als Brennmaterial ausgenützt werden. So versuchte ich denn, die charakteristischen Bestandteile des Haares in größerer Menge den Tieren zuzuführen, indem ich die an sich unverdauliche Hornsubstanz, aus welcher das Haar im wesentlichen aufgebaut ist, durch bekannte chemische Eingriffe derart spaltete, daß sie verdaulich wurden. Auf diese Weise gelang es in der Tat, das Wachstum der Wollhaare bei Schafen und ebenso desjenigen der Kopfhaare des Menschen ganz außerordentlich zu fördern. Die unter der Einwirkung der angelegten Fütterung gewachsenen Haare übertrafen an Dicke diejenigen der Paralleltiere um etwa ein Drittel, beim Menschen stieg die tägliche Haarproduktion beinahe auf das Doppelte.

Diese Beobachtung ist besonders geeignet, die Bedeutung einzelner Bausteine des Eiweißes für die Wachstumsprozesse ins richtige Licht zu stellen. Die Haare sind sicher nur ein besonderer Fall, in welchem man nachweisen kann, daß einzelne Aminosäuren, die der tierische Organismus nicht aus ihren Bauelementen selbst erzeugen kann, mit der Nahrung zugeführt werden müssen, wenn die Gewebe, in welchen sie reichlich vorkommen, sich in vollem Maße entwickeln sollen.

Weitere Studien auf diesem Gebiete müssen lehren, wieweit es möglich ist, das Wachstum von Tieren und insbesondere die Entwicklung einzelner Organe derselben dadurch zu fördern, daß man die für diese Organe charakteristischen Bauelemente in größerer Menge zuführt.

Besonders zu studieren ist noch die wichtige Frage, ob das der Tierart entsprechende Maximum der Ausbildung eines Organs schon erreicht wird, wenn alle Bauelemente vorhanden sind, oder ob, in Analogie mit dem Massenwirkungsgesetz unterliegenden chemischen Prozessen, ein Überschuß gewisser Bestandteile hierzu nötig ist. Es fragt sich, welche Bedeutung hat dieses Moment neben der funktionellen Beanspruchung, wenn es gilt, ein Organ zu höchster Entwicklung zu bringen.

Neben den Oberhautgebilden, von denen wir eben sprachen, sind auch die Geschlechtszellen, ferner die typischen Fermente des Verdauungsapparates und anderer Organe sicher in eigenartiger, vom Protoplasma der übrigen Zellen abweichender Weise konstituiert und darum vielleicht auch besonderer Bausteine bedürftig. Da diese Stoffe auch beim ausgewachsenen Individuum ständig neu erzeugt werden, könnte ihre ausreichende Bildung ebenfalls von der Art des Nahrungseiweißes abhängen.

Wir kennen aber auch noch andere unentbehrliche Bestandteile des Körpers, für deren Erzeugung bestimmte, im gewöhnlichen Eiweiß fehlende Bauelemente mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Der rote Farbstoff des Blutes, das Hämoglobin, besteht bekanntlich aus einer Eiweißsubstanz, der in einer Menge von etwa 6 % der charakteristische eisenhaltige Farbstoff Hämatin angefügt ist. Die neuen Forschungen über das Hämatin haben ergeben, daß es in ganz analoger Weise, wie gewisse Spaltprodukte des Blattgrüns der Pflanzen aus Pyrroliderivaten aufgebaut ist. Der Pflanzenfresser hat sich also dem Umstande angepaßt, daß er das sonst von seinen Zellen nicht verwertbare Chlorophyll in größeren Mengen mit der Nahrung aufnimmt. So sehen wir, daß die Tiere den für ihre Atmung unentbehrlichen Blutfarbstoff aus zwei Quellen beziehen. Entweder als Raubtiere aus dem Blute ihrer Beute oder, als Pflanzenfresser, aus dem Blattgrün. Die Ärzte hatten schon lange die Beobachtung gemacht, daß grüne Pflanzen die Blutbildung fördern. Erklärt wurde der Nutzen solcher Diät aus dem allerdings nur geringen Eisengehalt der betreffenden Pflanzen. Jetzt aber wissen wir, daß das Eisen in mineralischer Form der Blutbildung ebenso zugute kommen kann, als wenn es sich in sogenannter organischer Bindung in den grünen Pflanzen findet. Es sind vielmehr die *Pyrrol-derivate des Chlorophyll*, welche die Blutbildung durch grüne Gemüse erklären. Dieser Gesichtspunkt ist in neuerer Zeit auch von der Pharmakologie anerkannt worden, indem man zur Förderung der Blutbildung Chlorophyllpräparate den Bleichsüchtigen verabreichte.

Die Notwendigkeit besonderer Nährstoffe, die nicht in die Kategorien der Eiweißkörper, Fette und Kohlenhydrate fallen, ist ferner durch die Beobachtung gewisser Krankheiten geliefert worden, welche bei einseitiger Kost auftreten. Von derartigen Krankheiten kannte man seit langem

den Skorbut, gekennzeichnet durch Neigung zu Blutungen und Geschwürsbildung. Er tritt bei Menschen auf, die lange Zeit einseitig mit bestimmten Konserven genährt werden, so unter der Besatzung lange reisender Segelschiffe, ferner unter der Bevölkerung von Gefängnissen. Er läßt sich durch die angedeutete einseitige Fütterung bei Meerschweinchen und anderen Tieren erzeugen. Man konnte nachweisen, daß die Nahrung in diesen Fällen im gewöhnlichen Sinne eine ausreichende war; das Fehlen von Ergänzungsstoffen ergab sich aber dadurch, daß es genügte, gewisse einfache Substanzen zuzufügen, um die Krankheitserscheinungen zu beseitigen. Heilende Wirkung wurde von Zitronensaft, von frischen grünen Salatpflanzen, wie Löffelkraut und dergleichen beobachtet. Während der Skorbut in den letzten Jahrzehnten und besonders seit die langen Segelschiffreisen aufgehört haben, sehr zurückgetreten ist, machte sich in neuerer Zeit eine analoge Krankheit bei Kindern bemerkbar, die ausschließlich mit sterilisierter Milch genährt wurden. Man hat bekanntlich großen Wert darauf gelegt, dem Säugling durch längeres Erhitzen vollkommen sterilisierte Milch zu reichen. Durch diese von Soxhlet systematisch ausgebildete Maßnahme sind gewisse auf Gärungsprozessen beruhende Verdauungsstörungen beseitigt worden, ebenso auch die Gefahr, die Kinder mit Tuberkulose, Maul- und Klauenseuche oder anderen Krankheiten zu infizieren. Dafür aber zeigt sich bei den mit Soxhletmilch genährten Kindern eine schwere, bis dahin unbekannte Krankheit, die nach dem englischen Arzt Barlow benannt wird. Die Krankheitserscheinungen erinnern sehr an die des Skorbuts, es treten Blutungen unter der Haut und in den inneren Organen auf, dabei werden die Kinder äußerst empfindlich, jede Berührung des Körpers schmerzt, und schließlich tritt, wenn nicht rechtzeitig die Diät geändert wird, unfehlbar der Tod ein. Man kann die Krankheit heilen, wenn man statt der gekochten frische Milch verabreicht, noch schneller, wenn man Abkochungen grüner Gemüse, Fruchtsaft und dergleichen den Kindern gibt. Bemerkt sei noch, daß durch besondere Versuche festgestellt wurde, daß die Verdaulichkeit der sterilisierten Milch nicht schlechter ist, als die der rohen und daß auch die Aufnahme der Mineralstoffe aus dieser gleich gut erfolgt. Wenn wir nun bedenken, daß die Milch sicher alle für den wachsenden Menschen nötigen Nährstoffe im eigentlichen Sinne enthält, muß es sich bei der Schädlichkeit der gekochten Milch um irgendeine gegen höhere Temperatur empfindliche Substanz handeln, welche für das Leben auf die Dauer nicht entbehrt werden kann. Wie bei den Menschen, so hat sich auch beim Tier, z. B. bei Kälbern, die man durch Kochen der Muttermilch vor Tuberkulose schützen wollte, die Unbekömmlichkeit der erhitzten Milch erwiesen.

Ein anderer Fall der Unentbehrlichkeit ein-

zelter nicht in unsere gewöhnlichen Nahrungsmittelkategorien fallender Stoffe ist im größten Maßstabe durch das Auftreten der als Beriberi bekannten Krankheit in Ostasien nachgewiesen worden. Bekanntlich bildet Reis die Hauptnahrung der Japaner und der Malaien auf den Sundainseln. Nachdem die Bewohner dieser Gegenden den durch das europäische Schälverfahren blendend weiß hergestellten Reis kennengelernt hatten, verschmähten sie den früher von ihnen genossenen, die gelbe innere Schale tragenden. Seitdem ist dort in größtem Umfang die als Beriberi bezeichnete Krankheit aufgetreten, welche alljährlich zahllose Opfer fordert. Die Natur dieser Krankheit ist durch *Eyckmann* und andere Forscher dahin aufgeklärt worden, daß sie durch das Fehlen der Schalenhaut des Reises entsteht und daß man sie heilen kann, wenn man dem Patienten eine Abkochung eben dieser Haut verabreicht. Die Krankheit kann man sehr leicht studieren, weil sie bei Vögeln verhältnismäßig schnell auftritt. Ich hatte Gelegenheit, die Erscheinungen der Beriberi und ihre allmähliche Entwicklung zu beobachten, anlässlich eines in meinem Laboratorium ausgeführten aufopfernden Selbstversuches von Dr. *Moszkowski*, welcher von diesem gemeinsam mit Professor *Caspari* durchgeführt und beschrieben worden ist. Nachdem die einseitige Ernährung zu hochgradiger Abnahme der Muskelkräfte, zu heftigen Neuralgien und zu peinlicher Herzschwäche geführt hatte, wurde der Versuch auf Drängen der Ärzte, welche Dr. *Moszkowski* beobachteten, aufgegeben und es gelang auch hier durch Extrakte der Getreideschalen (Reis, Gerste, Weizen) und durch eine gemischte Kost, die Krankheitserscheinungen allmählich zu beseitigen. Bei Tauben beobachtet man schon nach wenigen Wochen der Fütterung schwerste Krämpfe, an die sich der Tod anschließt, wenn nicht schleunigst eingegriffen wird. Es genügt hier die Einspritzung einer etwas größeren Menge Extrakt aus Getreideschalen oder Hefe, um die Tiere wieder ganz munter zu machen. Bei Fortsetzung der einseitigen Kost kommen aber die Krankheitserscheinungen sehr schnell zurück.

Daß bei uns derartige Krankheiten nicht auftreten, liegt an der Mannigfaltigkeit unserer Kost. Eine wichtige Bedeutung haben die Krankheitserscheinungen der Beriberi für die jetzt lebhaft geführte Debatte über die zweckmäßigste *Herstellung von Brot*. Brot aus reinem Mehl ist ja sicherlich viel verdaulicher und wird durch unseren Darm besser ausgenützt als kleiehaltiges Brot. Da andererseits die mit großen Gärkammern versehenen Pflanzenfresser, vor allem die Wiederkäuer, die Kleie viel besser ausnützen als der Mensch, wird von vielen Physiologen verlangt, man sollte eine vollkommene Trennung des Getreidekornes in weißes Mehl für den Menschen und Kleie für das Vieh vornehmen. Nicht ganz mit Unrecht wird aber dem entgegengehalten, daß man auch bei Menschen, welche vorwiegend auf

Brotkost angewiesen sind, findet, daß sie kleiehaltiges Brot besser vertragen und auf die Dauer lieber nehmen als das helle Weißbrot. Insbesondere der dänische Forscher *Hindhede* hat auf Grund vieljähriger Versuche diesen Gesichtspunkt vertreten. Ich möchte in Anerkennung der Bedeutung der Kleiebestandteile, die auch von anderen durch Tierversuche erwiesen ist, nicht so weit gehen, eine vollkommene Ausmahlung des Brotgetreides, wie sie bei uns noch im Anschluß an die Kriegsgesetze besteht, zu empfehlen. Man kann sehr wohl die äußere verholzte Schale und mit ihr allen dem Brotgetreide anhaftenden Schmutz entfernen, indem man eine Kleie herstellt, die etwa 20% des Gewichts vom Getreidekorn ausmacht. Es bleiben dann dem Brote noch genug Schalenbestandteile zur Verhütung der vorher angedeuteten Nachteile. Ein besonders wertvoller, wahrscheinlich auch zur Verhütung der Beriberi wirksamer Bestandteil des Getreidekorns ist der Keimling, welcher etwa 2% vom Gewicht des Kornes ausmacht, aber prozentisch etwa viermal so viel leicht verdauliches Eiweiß und Fett als dieses enthält. Der Keim geht beim früher üblichen Mahlverfahren in die Kleie: man hat aber während des Krieges die größeren Mühlen mit Vorrichtungen zu seiner Isolierung ausgerüstet, um das Fett der Margarinefabrikation zuzuführen. Da es uns wohl noch jahrelang an Fleisch fehlen wird, sollte man dabei bleiben, die Keime als Einlage für Suppen oder zu Keks verbacken zu verwerten.

Die Frage der Vollwertigkeit einer analytisch alle organischen und mineralischen Nährstoffe aufweisenden Nahrung ist von einigen amerikanischen Forschern an der Universität Madison noch in anderer Weise in Angriff genommen worden. Sie legten sich die Frage vor, was geschähe, wenn man ein Tier mit einer einzigen Getreidepflanze ernähre. Sie fütterten Mais, Hafer, Weizen in der Art, daß die Tiere das Stroh der Pflanzen zur Deckung ihres Bedarfs an Rohfutter und die Körner zur Deckung des Kraftfutterbedarfs erhielten. Auf Grund genauer Analysen wurde erreicht, daß sowohl der Gehalt an verdaulichen Eiweißkörpern, an Fetten und Kohlenhydraten, als auch der an Mineralstoffen in der Kost aller Tiere derselbe war. Bei diesem Futter gediehen die Kühe eine Reihe von Monaten ausgezeichnet. Auch der Milchertrag war der gleiche. Nur die erzeugten Kälber erwiesen sich bei ausschließlicher Weizen- und Haferfütterung als minderwertig gegenüber den mit Mais gefütterten. Bei Fortsetzung der Ernährung in derselben Weise trat diese Minderwertigkeit immer mehr zutage, und schließlich verelendeten die mit den letztgenannten Pflanzen gefütterten Tiere vollständig, und nur die Maistiere blieben dauernd auf der Höhe. Auch hier muß es sich entweder um Ernährungsstörungen durch das Fehlen irgendeines akzessorischen Bestandteiles der früher angedeuteten Art handeln oder darum, daß

vielleicht das Eiweiß der für das Rind minderwertigen Pflanzen nicht alle Bedürfnisse der Tiere decken konnte. Die hier gefundenen Vorzüge des Maises für Wiederkäuer stehen in einem merkwürdigen Gegensatz zu den Erfahrungen, die man beim Ersatz des Hafers durch Mais an Pferden gemacht hat. Diese leisten bei Fütterung mit Hafer entschieden mehr als mit der äquivalenten Menge Mais. Noch viel schädlicher erweist sich der Mais, wenn er die Hauptnahrung des Menschen bildet. Hier treten schwere Erkrankungen der Haut, der Darmschleimhaut und des Nervensystems auf, die man als Pellagra seit lange in den Mais bauenden Ländern kennt.

Die Entwicklung des Sehrohres für Tauchboote.

Von Dr. H. Erfe, Jena.

Im folgenden soll die Entwicklung des Sehrohres vom einfachsten an geschildert werden; auf Einzelheiten im inneren Aufbau kann dabei nur kurz eingegangen werden. Der Hauptzweck der folgenden Darstellung wäre erreicht, wenn sie das Verständnis für die optische Wirkung eines Sehrohres einem größeren Personenkreis vermittelt oder wenigstens fördert.

§ 1. Einfachstes Sehrohr (Spiegelsehrohr).

Das Sehrohr (Periskop) hat zunächst den Zweck, die Lichtstrahlen von einer im allgemeinen höher gelegenen Stelle (der Lichteintrittsöffnung) nach einer anderen Stelle zu leiten bei mindestens zweimaliger Knickung des Strahlenganges. Während bei der Verwendung eines festaufgestellten Sehrohres, beispielsweise an der Küste oder in einem Unterstand, auch stärkere Vergrößerungen mit Vorteil benutzt werden können, ist dieses nicht möglich bei den auf Tauchbooten angewandten Sehrohren. Hier ist ohnedies der Hauptzweck die Erzielung eines Übersichtsbildes, also ein möglichst großes Gesichtsfeld, wobei die Vergrößerung nahe bei 1 liegt.

Um die wesentlich im Anfang dieses Jahrhunderts erfolgte Entwicklung des Sehrohrbaues zu verstehen, wollen wir ausgehen von der einfachsten Vorrichtung, welche zu der oben angegebenen Weiterleitung von Lichtstrahlen dient; das sind zwei im wesentlichen zueinander parallele Spiegel S_1 und S_2 . Solche Vorrichtungen sind seit Jahrhunderten bekannt (Polemokope), haben aber den Nachteil, daß das Gesichtsfeld, welches man von der Mitte P des Strahlenbüschels aus überblicken kann, sehr klein ist, wie man aus der Fig. 1 ersieht. Das Gesichtsfeld bei der Beobachtung durch ein solches Sehrohr entspricht genau der Beobachtung durch das Fenster eines Zimmers vom Hintergrund des Zimmers aus. Je weiter man von dem Zimmerfenster zurücktritt, desto kleiner wird das Blickfeld. Wollte man dasselbe vergrößern, dann müßte man sich entweder

von einer Stelle des Zimmers zur anderen bewegen, um so von verschiedenen Stellen des Zimmers aus der Reihe nach noch andere Punkte zu sehen oder noch zweckmäßiger, man müßte sich dem Fenster nähern.

§ 2. Einfaches Sehrohr mit Prismen-Umkehrsystem.

Die soeben erwähnte Annäherung des Beobachters an die Lichteintrittsöffnung besorgt bei einem richtig gebauten Sehrohr hauptsächlich eine Linse, die wir Feldlinse oder Kollektiv nennen. Manchmal kann allerdings diese Kollektivwirkung schon durch die anderen ohnedies vorhandenen Linsen erzeugt werden, so daß gar kein besonderes Kollektiv vorhanden zu sein braucht. Ein Sehrohr einfacher Art — wie es im allgemeinen bei Tauchbooten nicht zur Anwendung kommt, sondern beispielsweise nur beim bekannten, Scherenfernrohr (dort allerdings nur für stärkere Vergrößerungen 10- und 20-mal) — entsteht, wenn man ein aus Objektiv O_1 und Okular O_2 gleicher Brennweite bestehendes astronomisches Fernrohr mit den beiden Spiegeln (oder mit entsprechenden Spiegelprismen) und mit einem Prismenumkehrsystem verbindet. Das Sehrohr gibt dann bei gleichem Durchmesser und gleicher Länge schon mindestens das doppelte Gesichtsfeld als das allereinfachste (in § 1 beschriebene) Sehrohr. Das Auge wird also gewissermaßen selbst in die Eintrittsöffnung verlegt, in deren Nähe die in der geometrischen Optik als Eintrittspupille bezeichnete Kreisfläche liegt. Die Linsen des Sehrohres erzeugen von dieser Kreisfläche ein Bild, das Austrittspupille genannt wird. Von dieser Austrittspupille (P') aus kann derselbe Gesichtsfeldwinkel überblickt werden wie von der Eintrittspupille (P). Den Strahlenverlauf⁴⁾ in einem einfachen Sehrohr mit Prismenumkehrsystem zeigt Fig. 2, in der die bildseitige Brennebene B_1 des Objektivs in die Feldlinse K fällt. Es ist auch noch ein Strahlenbüschel eingezeichnet, das von einem auf der optischen Achse gelegenen weit entfernten Gegenstandspunkt ausgeht und das aus dem Sehrohr mit gleichem Querschnitt wieder austritt, da die Sehrohrvergrößerung = 1 ist. (Sowohl den den Gegenstand darstellenden Pfeil G als auch den das Bild darstellenden Pfeil G' muß man sich in großer Entfernung denken.)

§ 3. Einfaches Sehrohr mit Linsenumkehrsystem.

Ein vollkommeneres Sehrohr von größerer Länge als in § 2 beschrieben wurde, wird erhalten dadurch, daß man die beiden ablenkenden

⁴⁾ Für die Randpunkte des Gesichtsfeldes sind nur die „Hauptstrahlen“ eingezeichnet. In der Fig. 2 und in allen folgenden den Strahlenverlauf in Sehrohren darstellenden Figuren sind die den beiden Randpunkten des „Achsenschnittes“ entsprechenden Hauptstrahlen durch verschiedene Strichelung und durch die Zahl der Pfeile voneinander unterschieden worden. Die ausgezogenen Linien stellen die vom Mittelpunkt des dingeitigen Gesichtsfeldes ausgehenden Strahlen dar.