zur Basis hin sind die Flügel von einer gelblichen, rosarot eingefassten Zickzacklinie durchzogen. Die Mitte sowohl der Vorder- als auch der Hinterflügel ziert ein tiefschwarz umrandetes Auge, welches schwarz, hellbraun, grau, rosarot gefärbt ist und etwas durchsichtig erscheint. Hinterflügel sind fast ähnlich gestaltet wie Vorderflügel, in Färbung jedoch dunkler, besonders gegen die Wurzel zu.

Die aus hellbraunen, tonnenförmigen Eiern geschlüpfte Raupe ist anfänglich schwarz mit gelben Haaren auf gelbroten Knöpfen. Nach jeder Häutung wechselt sie ihr Kleid: Zuerst wird sie blaugrau, dann blaugrün, nach der letzten Häutung grüngelb mit einem weisslichen, ziemlich breiten Seitenbande und 2 roten Flecken am letzten Ringe. Die Raupe lebt auf Apfelbäumen, Schlehen und Mandelbäumen.

Im August fertigt sie, wie alle Raupen dieser Gattung, ein künstliches Gespinnst an; dasselbe hat die Gestalt einer Flasche und wird hängend angebracht. Der Stoff, womit das Gespinnst hergestellt wird, erscheint seidenartig, weshalb zur Zeit in Südfrankreich verschiedentlich Versuche angestellt wurden, um diese Gespinnste praktisch verwerten zu können. Bis heute jedoch sind alle Versuche teilweise gescheitert, indem der Gespinnstfaden zu dick ist, und dessen Verarbeitung zu grossen Schwierigkeiten geführt hat.

Die rotbraune Puppe überwintert, um im Mai des nächsten Jahres den sehr grossen, prachtvoll gezeichneten Schmetterling entschlüpfen zu lassen.

Hubert Müllenberger.

Kleinbettingen, im Juni 1906.

Der Kreislauf des Stickstoffs.

Von Dr. rer. nat. Eugen BISENIUS.

(Schluss.)

Das andere Vorgehen in der Natur, die Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen, hat man dadurch zu fördern gesucht, daß man den Boden mit den betreffenden Bakterien impfte. Die dahinzielenden Versuche haben jedoch bis jetzt noch keine Erfolge aufzuweisen gehabt. Trotz vielen Arbeitsaufwandes hat sich die Wirkung jener Kleinlebewesen nicht steigern lassen. Es gibt ihrer zahlreiche Arten und Rassen.

Von den passendsten wurden Kulturen angelegt und der Ackerboden mit einer bestimmten Mikrobenart, die einer bestimmten Leguminosenart entstammte, geimpft, und die betreffende höhere Pflanze wurde auf jenem Erdreiche angebaut. Irrtümlicherweise war man nämlich der Meinung, für das Gedeihen irgend einer Leguminose könne nur jene Mikrobenart von Vorteil sein, der sie natürlich angehörte. Jene Annahme war falsch und die Versuche schlugen infolgedessen fehl. Ein Unterschied wurde indess festgestellt in Bezug auf die verschiedenen Bodenarten. Es gibt jener Mikroben solche, welche nur in kalkhaltigem Boden anzutreffen sind und gedeihen können, wieder andere, welche zu ihrem Fortkommen kalkarmen Boden beanspruchen. Die ersteren können folglich nur bei solchen Leguminosen anpochen und Herberge beziehen, die zu den Kalkpflanzen gehören, wie z. B. der Klee, die letzteren nur bei solchen, welche auf kalkarmem Boden ihre Entwicklung durchmachen, wie z. B. der Ginster. Als man nun, von dieser Erkenntnis ausgehend, entsprechende Versuche vornahm, wurden keineswegs günstigere Resultate erzielt. Nach mannigfachen vergeblichen Anordnungen gelangte man schließlich zur Einsicht, daß die Einverleibung reiner Mikrobenkulturen, also die Impfung des Ackerbodens, niemals von Bedeutung für die organische Stickstoffgewinnung sein könne. Jene Mikrobenarten sind eben dermaßen verbreitet, daß kein Stückchen Erdoberfläche ihnen unzugänglich ist. Wind und Wetter führen sie allerorten hin. Wenn die eine oder die andere Art irgendwo nicht anzutreffen ist, so liegt das nur daran, daß die physikalischen und chemischen Bedingungen jenes Bodens ihr nicht zusagt, ihrem Fortbestehen vielmehr hinderlich ist. Würde man demnach einem bestimmten Ackerboden nicht geeignete Mikroben zuführen, so würden sie unvermeidlich zu Grunde gehen, und ein gesteigertes Resultat bei der Ernte wäre nicht zu erwarten. Wird aber im Gegenteil der betreffende Boden von den ihm beigegebenen Mikroben bevorzugt, so sind sie ohnedies in größtmöglicher Menge vorhanden, und man nimmt nichts anderes vor, als einer zahllosen Menge von Individuen einige hinzuzufügen; einen Tropfen Wasser gießt man in einen gefüllten Behälter. Eine merkbare Besserung kann nicht eintreten und ist nicht zu erwarten.

Nicht alle anorganischen Stickstoffverbindungen, die sich im Erdboden vorfinden, ob sie durch die atmosphärischen Niederschläge dem Festlande zugeführt werden, ob sie von den verwesten Organismen herrühren, gereichen der Pflan-

zenwelt zum Nutzen. Ammoniumsalze sowohl als Nitrite und Nitrate wandern in Auflösung teilweise in das Grundwasser, hierauf in die Flüsse und schließlich gelangen sie in den Ozean. Der Verlust, den der Ackerboden durch dieses Auswaschen erleidet und worauf schon hingewiesen wurde, ist recht beträchtlich, und in Anbetracht der steten Zufuhr von anorganischen Stickstoffsalzen könnte man annehmen, das Meer müßte schon längst von Grund aus vollständig vergiftet und folglich unbrauchbar für die Organismen sein, auch wenn man davon absieht, daß die Atmosphäre ebenfalls eine Quelle darstellt, aus welcher der Wasseroberfläche der Erde dasselbe Material zuströmt. Sonderbarerweise finden sich im Meerwasser nur geringe Spuren von Salpeterverbindungen vor. Doch im Schoße des Meeres vollzieht sich ein Selbstreinigungsprozeß mit Zuhilfenahme einer besondern Kategorie von Kleinlebewesen; es sind dies die sogenannten denitrifizierenden oder stickstoffentwickelnden Bakterien, welche das gerade Gegenstück sind zu den nitrifizierenden Bakterien, insofern sie den umgekehrten Weg einschlagen. Sie besitzen nämlich die Fähigkeit, den Salpeter in Nitrit, dieses in Ammoniak und das Ammoniak schließlich in Stickstoff zu verwandeln, welcher demnach jetzt die elementare Gestalt wieder angenommen hat und in die Atmosphäre, der er entstammt, zurückkehrt.

Jene denitrifizierenden Bakterien gedeihen vorzugsweise bei höherer Temperatur und infolgedessen entfalten sie besonders in den tropischen Meeren eine rege Tätigkeit. Hieraus ergiebt sich, daß die wärmeren Meere einen geringeren Gehalt an gebundenem Stickstoff aufweisen als die kälteren. Da gebundener Stickstoff nun den Pflanzen zur Nahrung dient, muß die marine Pflanzenwelt im allgemeinen sich reichlicher gestalten, je weiter man vom Äquator sich zu den Polen hinwendet. Auf dem Pflanzenwuchs beruht nun der Bestand des tierischen Lebens, so daß in den wärmeren Meeren eine geringere Menge an Organismen überhaupt anzutreffen ist als in den kälteren. Diese Betrachtungen führen also zur Erklärung der auffallenden Armut der tropischen Meere an lebender Substanz, eine Erscheinung, welche schon längst durch die Beobachtung festgestellt worden war.

Halten die stickstoffbindenden und die stickstoffentwickelnden Quellen sich nun die Wagschale, oder mit andern Worten, vollendet jedes Stickstoffteilchen der Luft vollständig den Kreislauf, um vielleicht später von neuem den Weg

durchs Organismenreich anzutreten. Wenn dem so wäre, müsste die Masse der lebenden Substanz auf unserer Erde konstant sein. In Wirklichkeit übersteigt nun die Stickstoffmenge, welche in den gebundenen Zustand übergeführt wird, sei es durch die elektrischen Entladungen in der Atmosphäre, sei es durch die Tätigkeit der stickstoffbindenden Bakterien, jene Stickstoffmenge, welche frei wird durch die Gährungs- und Verwesungsprozesse sowie durch die Tätigkeit der denitrifizierenden Bakterien. Die Masse der lebenden Substanz auf der Erde ist demnach fortwährend im Wachsen begriffen. Doch die Entfaltung der Lebewesen ist wiederum von einem andern Faktor abhängig. Die Organismen zeichnen sich in erster Linie aus durch ihren Gehalt an Kohlenstoff und dieser Kohlenstoff entstammt ebenfalls der Luft, welche gleichsam die Haupternährerin der lebenden Wesen darstellt. Da der Stickstoff erst dann Bedeutung für das Leben hat, wenn er an Kohlenstoff gebunden ist, so ist der Zuwachs an lebender Substanz vor allem durch den Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure bedingt. Soweit die Beobachtungen reichen, ist jene Menge unter den zur Zeit gegebenen Umständen so gut wie unveränderlich. Die Ursache jener Konstanz beruht in erster Linie auf der Wechselwirkung zwischen Tier und Pflanze. Die Tiere nehmen Sauerstoff auf und atmen Kohlensäure aus; die Pflanzen hingegen, welchen allerdings die Atmung nicht abgeht, zerlegen die Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff und geben diesen wieder an die Atmospäre ab. Sollte aber in Zukunft der Augenblick eintreten, wo die kohlensäureentwickelnden Prozesse mit den kohlensäurezersetzenden Erscheinungen nicht mehr im Gleichgewichte stehen, so müsste notwendigerweise das Leben auf unserer Erde den Rückzug antreten, trotz der schier unerschöpflichen Stickstoffquelle, welche die Atmosphäre darstellt und trotz des Kreislaufs jenes für das Leben ebenfalls unentbehrlichen Grundstoffes.

