

UNSERE WELT

GRUPPE 2

CHEMIE

VON DER NATUR UND
IHREN GESETZEN

AUS SALZ WIRD BROT

VON SIGMAR SPAUSZUS



DER KINDERBUCHVERLAG

BERLIN

SIGMAR SPAÜSZUS

AUS SALZ WIRD BROT

VOM LEBEN UND WERK
JUSTUS VON LIEBIGS



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Umschlagbild und Zeichnungen: Helmut K l o ß. Fotos: Illus (5), Bauernbild (2)

Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1952 by Der Kinderbuchverlag Berlin
Veröffentlicht unter Lizenz-Nr. 304 — 376/84/51

Satz und Druck: (III/9/1) Sachsenverlag, Druckerei- und Verlagsgesellschaft mbH,
Dresden N 23, Riesaer Straße 32. 6288

Preis 0,60 DM

B e s t e l l - N r. 1 3 5 1 8. 1.-30. Tausend 1952. Für Leser von etwa 14 Jahren an



Sorgen mit der Dreifelderwirtschaft

Der Sonntagmorgen des Jahres 1790 verspricht einen selten schönen Tag. Noch füllt ein feiner Morgennebel das Tal, und von den Grashalmen funkelt der Tau gleich unzähligen hingestreuten Perlen. Doch bald wird die aufsteigende Sonne dieser glitzernden Pracht ein Ende bereiten haben.

Ein leichter Wind wiegt die goldgelben Halme des Weizenfeldes, vor dem der Bauer Huber gerade seinen Spaziergang unterbrochen hat. Vom nahen Dorfe her erklingt frohes Kinderlachen und vermengt sich mit dem hellen Klang des Kirchlöckleins. Ein Bild des tiefsten Friedens, bei dem man sich nur frohe und heitere Menschen vorstellen kann. Doch ernst und sorgenvoll blickt Bauer Huber auf die Weizenhalme, die er durch seine Hand gleiten läßt. Nur wenige, kleine Körner sind in den Ähren eingebettet. Es wird also wieder nur eine mäßige Ernte geben, obwohl in diesem Jahr reichlich Regen gefallen ist und auch die Sonne das Ihre getan hat. Der Boden gibt einfach nicht mehr her. Von Jahr zu Jahr läßt seine Fruchtbarkeit nach, fallen die Ernten immer spärlicher aus.

Gewiß, man kennt die Ursachen, weiß, daß sich der Boden bei andauernder Benutzung erschöpft, und wendet dagegen schon seit Jahrhunderten die alte, von den Vätern übernommene Methode der Dreifelderwirtschaft an. Der gesamte Acker wird in drei Teile geteilt. Auf einem Drittel wird Wintergetreide gesät, das zweite Drittel trägt die Sommerfrüchte, während der restliche Teil, die Brache, unbebaut liegenbleibt, um sich zu „erholen“. Die kümmerliche Grasnarbe, die auf ihr wächst, reicht kaum aus, ein paar Schafe notdürftig zu ernähren. Jährlich wechselt man Brache und bebautes Land. Dennoch wird der Acker immer unfruchtbarer; vielleicht deshalb, weil er schon seit zu langer Zeit Früchte hervorbringt. Bereits seit Jahrhunderten bearbeiten die Hubers dieses Stückchen Land.

Bauer Huber entsinnt sich noch des Waldstreifens, den er vor etwa fünfzehn Jahren gerodet hat. Welch wunderbaren Acker hatte das gegeben! Auf diesem Feld erzielte er in den ersten Jahren Ernten, wie er sie sonst bei bester Düngung nicht erhielt. Doch dann war auch dieser Boden immer unfruchtbarer geworden. Überhaupt die Düngung! Wo soll er die notwendigen Mengen Stallmist hernehmen, wenn sein Vieh ausgemergelt und mager ist, weil der Boden nicht genug Futter hergibt? Und wie soll der Boden genug Futter geben, wenn er nicht ausreichend gedüngt werden kann? Ein Kreislauf, der anscheinend keinen Ausweg zuläßt.

Aber wie ist es mit dem Waldboden gewesen? Ihn hat nie jemand gedüngt, und doch wuchsen auf ihm seit je Bäume und Sträucher. Warum nahm denn bei ihm die Fruchtbarkeit nicht wie bei den Äckern ab? Jäh durchzuckt Bauer Huber die Erkenntnis: Der Waldboden düngt sich selbst! Gewiß, auch er bringt in steter Folge Pflanzen hervor. Doch was sie ihm während ihres Wachstums an Nährstoffen entziehen, geben sie ihm nach ihrem Absterben wieder zurück. Die Waldpflanzen werden ja nicht jedes Jahr vom Bauern abgeerntet und in seine Scheune gebracht, wie es mit den Feldfrüchten der Fall ist. Der größte Teil der Ernte wandert in die Städte. Und mit den Feldfrüchten wandern auch die Nährstoffe des Ackers in die Städte und werden nie mehr zurückgegeben. Kein Wunder also, daß die Äcker verarmen und die Ernterträge immer geringer werden. Doch wohin soll das führen? Die Bevölkerungszahl ist in ständigem Wachsen begriffen, während die Ernten immer schlechter ausfallen. Muß nicht dieses Mißverhältnis in der Zukunft zu einer furchtbaren Katastrophe führen? Schon klopft der Hunger immer vernehmlicher an die Tür. 1709, 1740, 1771/72 sind Jahre gewesen, in denen Hungersnöte weite Landstriche grausam heimgesucht haben, und die Abstände werden immer kürzer.

Muß das wirklich so sein? Bauer Huber entsinnt sich der Erzählung des alten Schulmeisters.

Ein Stück deutscher Geschichte

Auch in frühesten Zeiten hat man schon solche Sorgen gekannt. Damals gab es für die Völkerschaften mit unentwickelter Wirtschaftsweise nur einen Ausweg: Der ganze Volksstamm packte seine Habseligkeiten zusammen und zog in eine Gegend, die ihm wieder reichlich Nahrung bot. Die meisten großen Völkerwanderungen gingen von unfruchtbar gewordenen Landstrichen nach fruchtbaren Ländern hin. Inzwischen sind die Ackergeräte verbessert, ist die Dreifelderwirtschaft eingeführt worden. Aber wie ist es den Menschen gegangen? In jahrhundertlangem, erbittertem Kampf um ihre Rechte erlagen sie den Feudalherren und gerieten in immer drückendere Abhängigkeit. Im großen Bauernkrieg flammte ihr Widerstand noch einmal gewaltig auf. Grausam und blutig wurde er niedergeschlagen. Noch schwerer lastete die Abhängigkeit von den Grundherren auf ihren Abgaben. Die Frondienste, die früher wenigstens festgelegt waren, werden den Bauern jetzt willkürlich auferlegt, und ihr altes Recht auf Nutzung von Gemeindewald und -weide wird der Gnade des Gutsherrn anheimgestellt.

Der Adel braucht Geld, und der bloße Besitz eines großen Stück Landes ist eine gute Einnahmequelle für einen Grundherrn. Das Land? Das hat man den Bauern abgejagt, und diese müssen nun als Tagelöhner für ihn arbeiten. Und wer sein Land behalten hat, der ist nicht besser dran. Weiterwandern wie seine Vorfahren? Im Nachbardorf sieht es genauso aus.

Europa ist aufgeteilt und jedes Fleckchen Erde besiedelt. Es bleibt nur noch der ungewisse Weg in das ferne Amerika, den auch immer mehr verzweifelte Menschen beschreiten. Erst vor wenigen Wochen hat Nachbar Jobst, den sein Grundherr von Haus und Hof verjagt hat, weil er seine Abgaben nicht zahlen konnte, mitsamt seiner Familie die weite Reise angetreten, um sein Glück in der Fremde zu suchen. Schlechter als im Deutschland des Jahres 1790 kann es dort auch nicht sein. Ja, wenn man wenigstens frei wäre, wenn man auf eigenem Grund und Boden so wirtschaften könnte, wie man es für richtig erkannt hat, wenn man die Früchte seiner Arbeit selbst genießen könnte. Doch man ist Leibeigener seines Gutsherrn, muß mehrmals in der Woche auf dessen Feldern arbeiten — ganz gleich, ob das eigene Feld darüber vernachlässigt wird —, muß von der eigenen Ernte einen willkürlich festgelegten Teil an den Gutsherrn abliefern und sich dazu noch täglich sagen lassen, daß man ein dummer, nichtsnutziger Bauerntölpel sei, allenfalls zur Fronarbeit für den „Herrn“ zu gebrauchen. Freilich, den vornehmen Herren, die ihre Felder nur von ihren Kutschen und Reitpferden aus kennen, die in ihren prächtigen Palästen ihre Langweile mit üppigen Festen vertreiben, ist jedes Jahr ein gutes Jahr. Ihnen kann es gleichgültig sein, ob die Ernte gut oder schlecht ausfällt. Der Bauer muß auf jeden Fall seinen Teil auf dem Gutshof pünktlich abliefern, und wenn er selbst dabei verhungert. Auf einen Arbeitssklaven mehr oder weniger kommt es schließlich nicht so sehr an. Und gehorcht er nicht, muß er

seine Sachen packen und wird mitsamt seiner Familie von Haus und Hof gejagt. Wo er dann bleibt, das ist seine Sache. Die Feudalherren wollen keine Änderungen in der Landwirtschaft, sie wollen beim alten bleiben, denn etwas Neues könnte vielleicht ihre überlieferten Rechte ins Wanken bringen. Mit einer müden Bewegung fährt sich Bauer Huber über die Augen. Was soll das Sinnen? Ändern kann er doch nichts, es ist ja immer so gewesen. Morgen werden die Schnitter auf die Felder ziehen. Für diesen Winter wird das Brot noch reichen. Wie es dann im nächsten Jahr aussieht, wer weiß es?



Albrecht von Thaer (1752—1828)

Thaers Lehre von der Fruchtfolge

Der Bauer Huber ist nicht der einzige, der darüber nachgrübelt, ob die Dreifelderwirtschaft wirklich schon die letzte Weisheit ist, dem Boden mehr abzugewinnen. Da lebt in Celle zu Beginn des 19. Jahrhunderts ein Arzt namens Thaer. In seiner Freizeit ist er oft in seinem Garten zu finden, der ihm die nötige Entspannung gibt. So tüchtig er als Arzt ist, so eifrig betätigt er sich auch als Gärtner. Er nimmt diese Beschäftigung ernst, verschafft sich landwirtschaftliche Bücher und studiert sie sehr genau. Angeregt durch Schriften

über die damals recht weit entwickelte englische Landwirtschaft, geht er dazu über, Versuche in seinem Garten durchzuführen. Es bleibt nicht bei dem Garten. Bald kauft er sich ein draußen vor der Stadt gelegenes Stück Land, und am Ende seines Lebens betreibt er eine stattliche Landwirtschaft. Und er hat Erfolg. Seine Versuche führen zur Beseitigung der verschwenderischen Drei-

felderwirtschaft, die ja ein Drittel des Bodens ungenutzt läßt. Thaer kann nämlich zeigen, daß das gesamte Ackerland ausgenutzt werden kann, ohne daß seine Fruchtbarkeit allzu schnell schwindet, wenn man nur für einen regelmäßigen Wechsel in seiner Bebauung sorgt. Hat man etwa in diesem Jahr Sommergetreide auf ihm geerntet, so wird man im folgenden Jahr auf demselben Stück Hackfrüchte anbauen, anschließend Wintergetreide und endlich im vierten Jahr Klee folgen lassen. Niemals aber darf der Boden zweimal hintereinander Halmfrüchte tragen.

Thaers Lehre von der Fruchtfolge bedeutet das Ende der Dreifelderwirtschaft. Der Fortfall der Brache hat zur Folge, daß die Ackerfläche um ein Drittel vergrößert wird.

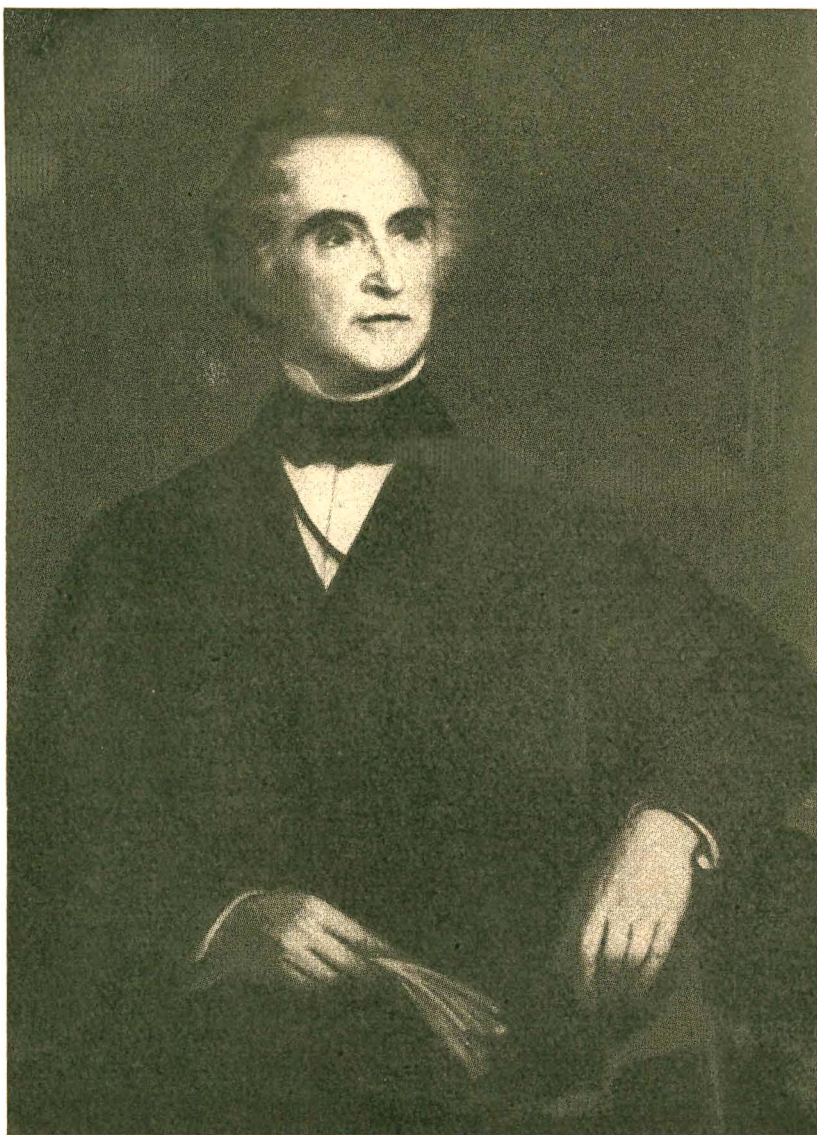
Aber die endgültige Lösung ist damit noch nicht gefunden. Bald zeigt es sich, daß man zwar die Anbaufläche vergrößern konnte, die Erschöpfung des Bodens jedoch keinesfalls beseitigt worden ist, daß man sie vielmehr nur aufgehalten hat. Immer noch steht die Düngerfrage an vorderster Stelle. Woher soll man ihn nehmen? Die tollsten Vorschläge werden gemacht. Man versucht es mit Lumpen, Haaren und Abfällen. Ein braver Prediger schlägt vor, es den alten Römern nachzumachen und die Leichen auf den Äckern zu vergraben. „So könnten auch die, welche ihr Leben lang nichts Nützliches getan haben, wenigstens nach ihrem Tode der Menschheit dienen.“ Man versucht es mit Mergel. Es geht anfangs sehr gut, die Ernten werden prächtig. Doch nach wenigen Jahren gibt der Boden überhaupt nichts mehr her. „Mergel gibt reiche Väter, aber arme Söhne“, heißt es im Volksmund.

Jeder spürt, daß es so nicht mehr weitergehen kann. Irgend etwas muß geschehen. Die Zahl der Einwohner ist ständig gewachsen, und alle wollen ernährt werden.

In diese Zeit fällt das Leben und Schaffen von Justus von Liebig.

Liebigs erste chemische Studien

Wer sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts nach den Liebigs erkundigte, wurde von den Darmstädter Bürgern in die Große Ochsengasse gewiesen. Dort brauchte man auch nicht lange zu suchen, um einen Laden mit dem Schild „Materialwarenhandlung von Johann Georg Liebig“ zu finden. In dem Geschäft stehen große Bottiche mit Firnis, Essig, Lacken und Ölen, die einen undefinierbaren Geruch verbreiten. Auf Regalen und Tischen sieht man Farben, Salben, Pflaster und Flaschen mit Chemikalien. „Drogerie“ würde man heute einen solchen Laden nennen. Ja, die Liebigs sind tüchtige Leute, das steht bei den Darmstädtern fest. Denn sie sind zu einem gewissen Wohlstand gelangt und haben erst kürzlich das in der Hauptverkehrsstraße liegende Geschäft



Justus Liebig

Justus von Liebig (1803—1873)

erwerben können. Hier schaltet und waltet Mutter Liebig, die trotz der Hausarbeit fast den ganzen Tag hinter dem Ladentisch steht. Der Hauptaufenthalt Vater Liebigs dagegen ist der Garten draußen vor der Stadt, wo er sich in einem kleinen Häuschen eine primitive chemische Werkstatt eingerichtet hat. Hier stellt er einen Teil der Waren selbst her, die er dann im Laden verkauft. Daneben führt er aber noch manches chemische Experiment durch.

In seinem zweiten Kind, dem am 14. Mai 1803 geborenen Justus, findet er einen tüchtigen Helfer, der gleich ihm von einer Leidenschaft für die Chemie besessen ist. Die Bücher, denen die beiden ihre Rezepte und Experimente entnehmen, gibt es in der Hofbibliothek. Der Bibliothekar Heß, der selbst eine Schwäche für die Naturwissenschaften hat, findet Gefallen an dem aufgeweckten Jungen, der meist für seinen Vater die Bücher holt. Bald stellt er Justus die ganze, recht umfangreiche chemische Bücherei zur Verfügung. Und dieser nutzt die Gelegenheit gründlich aus. Häufig findet er sich in der Bibliothek ein und geht mit Büchern schwer beladen wieder nach Hause.

Justus liest aber nicht nur die Bücher. Alle dort beschriebenen Experimente werden von ihm ausgeführt, einmal, zweimal, bis ihm jeder Vorgang geläufig ist. Er erfaßt die Chemie nicht nur mit dem Verstand, sondern auch mit den Sinnen. Den Verlauf jeder Reaktion, das Aussehen jedes Stoffes prägt er sich so genau ein, daß er sie sein Leben lang nicht mehr vergißt.

Erstes Experiment mit Knallsilber

Noch die Bücher unter dem Arm, die er sich soeben aus der Bibliothek entliehen hat, kommt Justus am Marktplatz vorbei. Hier herrscht heute ein buntes Jahrmarktsgetümmel. Akrobaten zeigen ihre Künste, Krämer bieten ihre Waren an. Überall eine drängende und stoßende Menschenmenge. Achtlos will Justus vorübergehen. Heute kann er keinen Gefallen an dem bunten Treiben finden. Da wird er auf einen Händler aufmerksam, der unter einem grellfarbenen Zeltdach seinen Stand aufgeschlagen hat. Mit lauten, marktschreierischen Reden preist er seine Pillen und Tinkturen an, um dann der Menge ein interessantes Experiment anzukündigen. Neugierig zwängt sich Justus durch die Menschenmauer, bis er ganz dicht vor dem Händler steht. Seine großen dunklen Augen beobachten aufmerksam jeden Handgriff. In einer Schale befindet sich ein Stück Silber, darauf gießt der Händler eine Säure, die das Metall auflöst, wobei sich braunrote Dämpfe entwickeln. Also kann es sich nur um Salpetersäure handeln. Nun schüttet er eine zweite Flüssigkeit hinzu. Es muß Spiritus sein; denn kurz zuvor hat er damit einem Manne den schmutzigen Rockkragen gereinigt, wobei es nach Branntwein roch. Jetzt scheidet sich aus der Lösung ein weißes Pulver aus, das beim Schlag mit einem Hammer mit



lautem Knall explodiert. „Knallsilber“ nennt es der Händler. Liebig hat genug gesehen. Silber, Salpetersäure und Spiritus — es müßte doch mit dem Teufel zugehen, wenn ihm dieses Experiment nicht auch gelingen sollte. Schnell eilt er in das Gartenhäuschen, sucht die notwendigen Chemikalien zusammen und beginnt zu experimentieren. Zu seiner Freude erhält er ein Knallsilber, das seinem Namen alle Ehre macht. Freudestrahlend läuft er nach Hause, um seinem Vater darüber zu berichten.

„Chemiker will ich werden!“

Aber die Schule! Das ist eine Sache, an die Justus nicht gerne denkt. Seit zwei Jahren besucht er das Gymnasium und plagt sich mit den alten Sprachen herum. Nicht etwa, daß er dumm oder faul wäre. Das Gegenteil ist der Fall. Er will schon lernen, sehr viel sogar. Aber er will etwas lernen, was er später im Leben auch gebrauchen kann. Das damalige Schulsystem kann die Entwicklung des Jungen jedoch nicht fördern, sondern nur hemmen. Der Unterricht

ist trocken und langweilig. Fast den ganzen Tag muß Liebig sich mit Latein und Griechisch beschäftigen, und der Rohrstock spielt bei diesem Unterricht eine große Rolle. Die naturwissenschaftlichen Fächer, besonders die Chemie, finden im Stundenplan kaum Erwähnung und werden von den Lehrern mit äußerster Geringschätzung abgetan. Als der Rektor einmal fragt, welchen Beruf er später ergreifen will, und Justus antwortet: „Chemiker“, bricht der Herr Rektor in ein lautes Lachen aus. Chemiker — ja, gibt es solch einen Beruf überhaupt? Ist das nicht vielmehr ein Deckname für Goldmacher und Betrüger?

So braucht es uns nicht zu wundern, daß Liebig nur ungern diese Schule besucht, die ihm keinerlei Hilfe und Anregung bieten kann, sondern seinen Neigungen nur ablehnend gegenübersteht.

Vater Liebig ist einsichtig genug, seinem Sohn nicht einen derartigen nutzlosen Schulbesuch aufzuzwingen. So verläßt Justus bald das Gymnasium. Man erzählt, daß bei seinem Schulabgang das Knallsilber eine entscheidende Rolle gespielt haben soll. Als nämlich während einer Stunde, auch für den Schüler Liebig überraschend, eine knatternde Stichflamme aus seiner Büchermappe fuhr, war es mit dem letzten Rest von Wohlwollen seiner Lehrer vorbei.

Lehrzeit in der Apotheke

Was soll nun aus dem Jungen werden? Das ist die Frage, die sich Vater Liebig stellt. Doch sie ist leicht beantwortet, wenn man einen Apotheker als Verwandten hat. Also wird Justus zu Apotheker Pirsch im nahen Heppenheim in die Lehre geschickt. Im Herbst 1817 zieht er nach Heppenheim; kaum zehn Monate später, im Sommer 1818, sitzt er wieder zu Hause in Darmstadt. Mit der Apothekerlaufbahn ist es aus. Anfangs gefiel es ihm dort ganz gut. Den ganzen Tag hinter Gläsern und Tiegeln zu stehen, zu rühren und zu mischen, das hatte er sich schon immer gewünscht. Aber bald konnte ihm Meister Pirsch mit seiner Apotheke nichts Neues mehr beibringen. Das Pillendrehen und Salbenkochen hatte er bald gelernt, und das allein befriedigte auf die Dauer seinen regen Geist nicht. Die einzige Abwechslung waren chemische Versuche, die er nachts heimlich in seiner Schlafkammer anstellte. Als jedoch bei einem Knallsilberexperiment eine heftige Explosion das Zimmer verwüstete, kam es zum Bruch mit dem Apotheker, der wohl fürchten mochte, daß einmal sein ganzes Haus von dem jungen Gehilfen zum Einsturz gebracht würde.

Nun sitzt Justus wieder in der Werkstatt seines Vaters und treibt Experimente auf eigene Faust. Und endlich, im Herbst 1820, erfüllt ihm sein Vater seinen größten Wunsch: Er darf in Bonn Chemie studieren.

Inneres einer
alten Apotheke
(16. Jahrhundert)



Chemiestudium bei Professor Kastner in Bonn

In Bonn lehrt um diese Zeit Professor Kastner, damals der berühmteste deutsche Chemiker. Man kann sich leicht vorstellen, mit welcher Begeisterung und mit welcher hohen Erwartungen Liebig nach Bonn geht. Doch bald weichen sie einer tiefen Enttäuschung. Soll das etwa Chemie sein, dieses hochtrabende Gerede, das oftmals jeder Wirklichkeit Hohn spricht? Ist das etwa wissenschaftliches Denken, wenn Kastner in der Vorlesung erklärt, der Einfluß des Mondes auf den Regen sei erwiesen; denn sobald der Mond scheine, höre der Regen auf. Weiß doch jedes Kind, daß der Mond erst dann zu sehen ist, wenn sich die Wolken verziehen.

Während Liebig schnell die Grenzen im Wissen seines Lehrers entdeckt, erkennt dieser bald, welche hervorragende Begabung in seinem Schüler steckt, und fördert ihn auf jede nur mögliche Weise. So kann Liebig in Kastners Privatlaboratorium seine erste wissenschaftliche Arbeit fertigstellen — natürlich über die Knallsäure.

Immer deutlicher erkennt Kastner, daß er seinem Schüler nichts mehr beibringen kann. Er wendet sich an den Großherzog von Hessen mit der Bitte um ein Stipendium für Liebig, damit diesem ein halbjähriges Studium in Paris ermöglicht werden kann. Nach langem Harren hat wider Erwarten Kastners Fürsprache doch Erfolg. Der Weg nach Paris ist für Liebig frei!

Im Zentrum der Forschung — Paris

Kastner weiß sehr wohl, weshalb er Liebig gerade nach Paris schickt. Ist doch damals Frankreich führend in der Chemie, und in Paris, dem Mittelpunkt des kulturellen Lebens und also auch der Wissenschaft, wirken Forscher von Weltruf.

In Deutschland können sich die Chemiker noch nicht von mittelalterlichem Hokusfokus und Aberglauben befreien und drohen in einem Schwall von leerer Schönrede zu versinken. Anders in Paris. Dort wird Chemie ganz im Sinne ihres großen Neuschöpfers Lavoisier getrieben. Man legt wenig Wert auf unbewiesene Theorien und ungewisse Vermutungen, sondern ist vielmehr bestrebt, die wahren Zusammenhänge in allen Vorgängen der Natur zu suchen. Wichtigstes Hilfsmittel dazu ist das Experiment, das in den Händen der französischen Chemiker meisterhaft gehandhabt wird. Erst wenn man die einzelnen Teilergebnisse einwandfrei erforscht hat, kann man sich bemühen, sie miteinander in Verbindung zu bringen.

Diese Art der Chemie hat Liebig bisher nicht kennengelernt. Voller Eifer und Begeisterung stürzt er sich in das Studium. Bald sieht er, daß er mit einem halben Jahr Aufenthalt in Paris nicht viel erreichen kann. Zuviel gibt es noch zu lernen. So werden aus den ursprünglich geplanten sechs Monaten zwei Jahre.

In seinen freien Stunden sitzt Liebig wieder über der explosiven Knallsäure, in deren Geheimnisse er unter steter Lebensgefahr immer tiefer eindringt. Im Sommer 1823 kann er eine Teilarbeit darüber abschließen und erfährt die hohe Auszeichnung, daß sie von dem weltbekannten Chemiker Gay-Lussac in der Akademie der Wissenschaften selbst vorgetragen wird. Hierbei lernt er auch den berühmten Forscher Alexander von Humboldt kennen.



**Justus
Liebig
als
Student**

Während Liebig noch in Paris weilt, haben sich Kastner und Humboldt an den Großherzog von Hessen gewandt, um ihn auf das junge Talent aufmerksam zu machen. Die Fürstenhöfe wachen eifersüchtig darüber, daß ihre Universitäten Zustrom erhalten, und lassen sich das auch manchmal etwas kosten. Am 26. Mai 1824 ist es soweit. Liebig wird, erst 21 Jahre alt, zum außerordentlichen Professor der Chemie an der hessischen Landesuniversität Gießen ernannt.

Die Gießener Studenten bekommen ein Laboratorium

Wenn ein Handwerker während seiner ganzen Lehrzeit kein Werkzeug in den Händen gehabt, sondern seine Kenntnisse nur durch Zuschauen erworben hat, so werden wir nicht viel von ihm halten. Und mit Recht. Denn gerade durch den täglichen Gebrauch der Werkzeuge erwirbt er sich die Sicherheit des Arbeitens, die er für seinen Beruf notwendig braucht. Ähnlich ist es in der Chemie. Uns erscheint es selbstverständlich, daß heute jede Universität ihre mehr oder weniger großen chemischen Institute besitzt, in denen die Studenten neben einer eingehenden theoretischen Ausbildung, die in der Hauptsache aus Vorlesungen und seminaristischen Übungen besteht, den größten Teil ihrer Zeit in den Unterrichtslaboratorien verbringen, wo sie durch praktische Tätigkeit mit den in der Chemie vorkommenden Arbeiten vertraut gemacht werden. Hier lernen sie ihre Hilfsmittel kennen und gebrauchen.

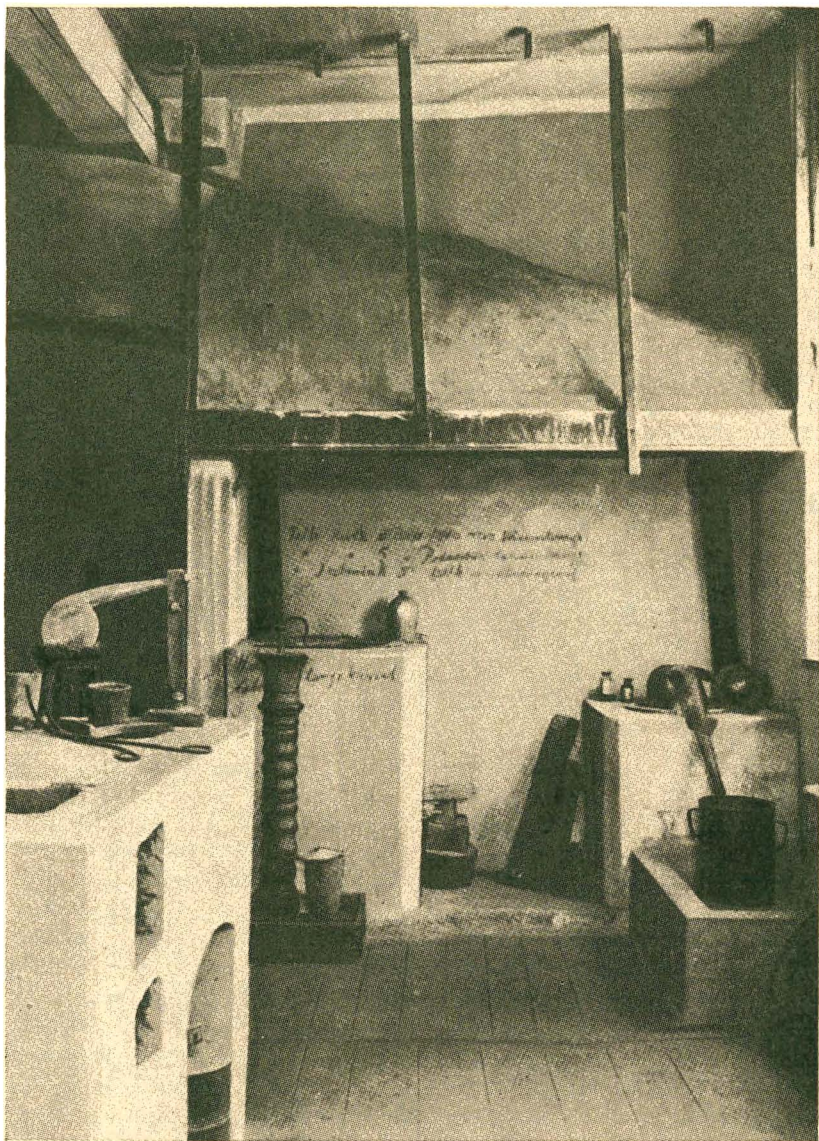
Experimente sind unerlässlich

Ganz anders liegen die Verhältnisse zu der Zeit, als Liebig sein Amt in Gießen antritt. Das gesamte chemische Institut besteht aus einem Laboratorium von der Größe einer Waschküche. Die Einrichtung ist nicht viel besser. An den übrigen Universitäten sieht es auch nicht wesentlich anders aus. Die winzigen Laboratorien werden allein von den Chemieprofessoren benutzt, bestenfalls dürfen ein paar besonders begabte Studenten darin arbeiten. Das Chemiestudium beschränkt sich im allgemeinen auf das Anhören von Vorlesungen. Wenn es hoch kommt, gibt es dabei einige Versuche zu sehen.

Liebig hat in Paris an sich selbst festgestellt, wie wichtig eine gründliche praktische Ausbildung für einen angehenden Chemiker ist. So beginnt er sein Amt damit, sich mit aller Kraft für die Schaffung eines größeren Laboratoriums einzusetzen.

Bei den hohen Behörden in Darmstadt schüttelt man die Köpfe. Was will nur dieser Liebig? Kaum, daß er in Gießen Professor geworden ist, flattern dauernd Briefe von ihm auf die großherzoglichen Schreibtische. Es ist doch bisher in Gießen recht gut gegangen. Überhaupt Chemie! Die sollen doch in Gießen froh sein, daß sie dort Chemie treiben dürfen. Schließlich ist es Aufgabe der Universität, untertänige Staatsdiener heranzubilden und nicht Apotheker, Seifensieder und Bierbrauer.

Aber Liebig läßt nicht nach. Bald bittend, bald drohend, schreibt er seine Briefe, so daß man endlich seinen Wünschen nachgibt, um vor ihm Ruhe zu haben. Am Rande der Stadt befindet sich eine leere Kaserne. In dem kleinen Wachhäuschen wird nun ein chemisches Laboratorium eingerichtet. Man



Alte chemische Herde

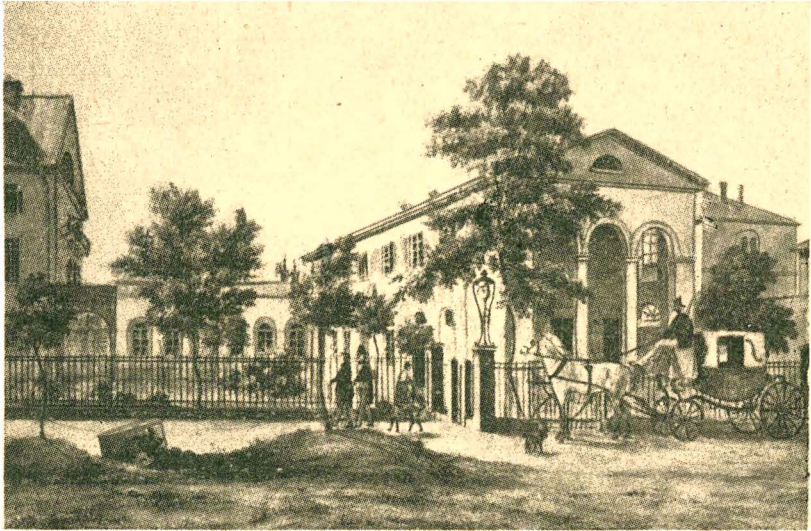
kommt sich in Darmstadt sogar sehr großzügig vor und bewilligt für die Beschaffung von Geräten und Chemikalien ganze hundert Taler.

Es sieht primitiv genug aus in dem kleinen Raum, der fast das gesamte Wachhaus ausfüllt. Im Vergleich zu heute ist das Laboratorium winzig klein und einfach. Doch damals ist es einzig in seiner Art, und die Art und Weise, wie Liebig den Unterricht durchführt, wie er die Studenten mit der Chemie vertraut macht, verschaffen diesem Laboratorium bald Weltruf. Unter seinen Schülern sind viele, die später einmal bedeutende Chemiker werden, die als Professoren an anderen Universitäten die Lehren Liebig's weitertragen und ausbauen werden. Schon nach wenigen Jahren vermag der kleine Raum die Studenten, die aus aller Herren Länder nach Gießen strömen, nicht mehr zu fassen. Eine Vergrößerung ist erforderlich, die schließlich auch nach schweren Kämpfen mit dem Amtsschimmel durchgeführt wird. Doch auch dann reichen die Arbeitsplätze nicht aus. Den ganzen Tag über sind die Räume bis auf das letzte Fleckchen besetzt. Hier stehen vor ihren Geräten und Feuern die Studenten, abenteuerlich anzusehen mit ihren Kopfbedeckungen aus alten Zylindern und Papiertüten, die sie vor dem herumwirbelnden Ruß schützen sollen. Abends hat der Diener seine liebe Not, sie aus dem Laboratorium zu bekommen, da sie am liebsten auch die Nacht durch arbeiten möchten.

Eine Bresche ins Dickicht der organischen Chemie

Die Chemie zerfällt in zwei große Teilgebiete, in die organische und die anorganische Chemie. Die anorganische Chemie umfaßt alle Stoffe mit Ausnahme derjenigen, die Kohlenstoff chemisch gebunden enthalten. Zu ihr gehören zum Beispiel die Erze, Mineralien, Metalle, Salze (wie Kochsalz oder Glaubersalz), Säuren (wie Salzsäure oder Schwefelsäure) und so fort. Alle Lebewesen der Pflanzen- und Tierwelt (das heißt alle Organismen) sind aus Verbindungen des Kohlenstoffs, aus organischen Verbindungen, aufgebaut. Die organische Chemie ist also die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. (Eine Ausnahme bilden nur die Kohlensäure und ihre Salze, die zwar auch Kohlenstoff enthalten, aber zur anorganischen Chemie gerechnet werden.)

Von den Kohlenstoffverbindungen glaubte man lange Zeit, daß sie nur durch eine „Lebenskraft“, also nur von Lebewesen erzeugt werden könnten. Da der Begriff der Lebenskraft etwas Unbestimmtes, Unerforschbares in sich birgt, traute man sich an die Erforschung der organischen Verbindungen nicht so recht heran. Das änderte sich, als es dem Chemiker Friedrich Wöhler im Jahre 1828 gelang, den Harnstoff, eine organische Verbindung, aus rein anorganischen Stoffen herzustellen, und er somit bewies, daß es eine geheimnisvolle „Lebenskraft“ nicht gibt.



Liebigs Laboratorium und Wohnung in Gießen (später Liebig-Museum)



Liebigs Assistenten und Schüler im Laboratorium (nach einer Zeichnung von Trautschold)

Während um die zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts die anorganische Chemie schon recht gut erforscht ist, stellt die organische Chemie noch Neuland dar. Hier vorzustößen ist eine lockende Aufgabe für Liebig.

Mit der Erforschung der organischen Verbindungen hat es seine besondere Bewandnis. Man muß hierbei andere Wege einschlagen, als man es bisher gewohnt war. Die anorganischen Stoffe sind aus einer großen Anzahl von Elementen aufgebaut. Wenn man etwa bei einem weißen Salz feststellen kann, daß es aus den Grundstoffen Aluminium und Chlor besteht, weiß man sofort, daß es sich hierbei nur um das Aluminiumchlorid mit der chemischen Formel AlCl_3 handeln kann. Ganz anders ist es dagegen bei der organischen Chemie. Da hat der Chemiker nicht viel erreicht, wenn er als Bestandteil einer Verbindung die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff nachweisen kann. Tausende von ganz verschiedenen Stoffen bauen sich aus diesen beiden Elementen auf; denn die riesige Zahl der organischen Verbindungen setzt sich in der Hauptsache aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zusammen. Man muß vielmehr feststellen, wieviel von jedem dieser Grundstoffe in den Verbindungen enthalten ist. Gewiß, man kennt schon Methoden dafür, doch sind sie derartig umständlich und zeitraubend, daß sich nur die besten Chemiker an eine quantitative Analyse, wie man solche Untersuchungen bezeichnet, wagen und dann oft monatelang an ihrer Durchführung zu arbeiten haben.

So kann es nicht weitergehen, das steht für Liebig fest. Es ist unmöglich, daß ein Chemiker sein halbes Leben mit der Ausführung von Analysen verbringt. Mit seiner ganzen Kraft wendet sich daher Liebig der Aufgabe zu, die für eine Analyse notwendige Zeit zu verkürzen, und schon nach kurzer Zeit kann er in der Fachwelt mit einer einfacheren Analysenmethode aufwarten. Mit seinen Apparaten erzielt er genauere Resultate in ebensoviel Stunden, wie man früher Tage gebraucht hat. So einfach und so zuverlässig ist seine neue Methode, daß sie bis auf den heutigen Tag Anwendung findet.

Nun lassen sich die organischen Verbindungen bedeutend schneller und einfacher untersuchen. Und die Erfolge bleiben nicht aus.

Es wäre unmöglich, hier alle Entdeckungen und Leistungen Liebig's bis zum Jahre 1840 eingehend zu behandeln. Nur das Wichtigste soll erwähnt werden. 1834 untersucht er die Alkohole und findet dabei eine Flüssigkeit, die er Chloroform nennt. Einige Jahre darauf erkennt der englische Arzt Simphon ihre betäubende Wirkung, und seit der Zeit wird das Chloroform zum Segen vieler Kranken in der Heilkunde angewandt. Eine weitere von ihm entdeckte Substanz, Chloral, entpuppt sich später als wirksames Schlafmittel. Die Entdeckung des Formaldehyds und des Azetaldehyds veranlassen ihn, ein Verfahren für die Herstellung von Silberspiegeln auszuarbeiten, welches das gesundheitsschädliche Quecksilber aus der Spiegelindustrie verdrängt. Teils selbständig, teils gemeinsam mit seinem Freund Friedrich Wöhler, werden

Untersuchungen an der Harnsäure, dem Buttermandelöl, der Pikrinsäure, den Alkaloiden, der Hippursäure und vielen anderen Stoffen durchgeführt. Sehr fruchtbar für die weitere Entwicklung der Chemie sollten seine Theorien der Radikale und der mehrbasischen Säuren werden.

Dies alles würde genügen, um Liebig in die Reihe der großen Chemiker zu stellen. Aber noch lange nicht ist seine Schaffenskraft erschöpft. In den folgenden Jahren kommt Liebig zu Ergebnissen, die für die gesamte Landwirtschaft von größter Bedeutung sein sollten. Er beweist damit, daß er kein weltabgewandter Wissenschaftler ist, sondern mit wachem Blick die Probleme erkennt, die am dringendsten einer Lösung bedürfen.

Die Bresche in das Dickicht der organischen Chemie hat Liebig geschlagen. Die weitere Arbeit daran kann er getrost anderen überlassen. Ihn lockt ein vollkommen neues Gebiet: die chemischen Vorgänge bei Pflanze und Tier.

Chemie der Pflanze

Um eine Maschine zu bauen, braucht man Eisen und Stahl, braucht man Baustoffe, aus denen alle die zahlreichen Einzelteile hergestellt werden, die dann zusammengesetzt das Ganze ergeben. Es ist notwendig, daß man jederzeit Ersatzteile zur Hand hat, um durch den Gebrauch abgenutzte Stücke auswechseln zu können. Aber damit allein ist es noch nicht getan. Genauso wichtig sind die Brennstoffe. Ohne Benzin nützt der schönste Automobilmotor nichts, ohne Kohle ist die beste Dampfmaschine wertlos. Nur wenn Bau- und Brennstoffe zugleich vorhanden sind, werden sich all die zahlreichen Räder im Getriebe drehen.

Ähnlich ist es bei den Lebewesen. Sie alle, sei es Pflanze oder Tier, brauchen Bau- und Brennstoffe, die sie mit ihrer Nahrung aufnehmen. Erstere dienen zum Aufbau und zum Ersatz der Körpersubstanz, letztere liefern bei ihrer Verbrennung im Inneren des Organismus die Energie, die für den Ablauf der Lebensvorgänge notwendig ist.

Woher beziehen die Lebewesen ihre Nahrung? Nun, alle Tiere, einschließlich des Menschen, ernähren sich entweder von Pflanzen oder von Tieren, die letzten Endes ihre Nahrung auch von Pflanzen beziehen. Alles tierische Leben ist also von der Pflanzenwelt abhängig. Deshalb ist die Frage, woher die Pflanzen ihre Nahrung nehmen, von allergrößter Wichtigkeit.

Nun, darüber hat man sich schon seine Gedanken gemacht und glaubt zu Beginn des 19. Jahrhunderts recht genau Bescheid zu wissen: Was ist selbstverständlicher als die Annahme, die Pflanze ernähre sich von dem Boden, auf dem sie wächst? Damit ist natürlich nicht jeder Boden gemeint, sondern man

denkt in erster Linie an den Humus, jene dunkle, lockere Erde, die jeder Landmann und Gärtner wegen ihrer großen Fruchtbarkeit besonders hochschätzt. Im Humus ist der Kohlenstoff enthalten, der Hauptbestandteil aller organischen Verbindungen. Die Salze, die daneben noch in jeder Pflanze in geringen Mengen vorkommen, sind nicht besonders wichtig und werden wohl durch eine unbestimmbare, geheimnisvolle Lebenskraft von der Pflanze selbst erzeugt. Humus und Wasser sind also die Nahrung der Pflanzen.

Der Humus — die einzige Nahrungsquelle der Pflanze?

Diese Lehre klingt so überzeugend und einleuchtend, daß kaum jemand an ihr zweifelt und den Versuch macht, dies Problem genauer zu erforschen. Liebig ist einer von den wenigen, die damit nicht zufrieden sind. Sollte der Humus wirklich die einzige Nahrungsquelle der Pflanzen sein? Lassen sich nicht genug Gründe anführen, die diese Annahme unwahrscheinlich machen? Gewiß, der Humus enthält Kohlenstoff, das kann jeder Chemiker leicht nachweisen, aber doch niemals soviel, wie etwa große Bäume für ihr Wachstum nötig haben. Außerdem hat man festgestellt, daß zum Beispiel in Wäldern, also in Gebieten, die dauernd mit Pflanzenwuchs bedeckt sind, der Humusgehalt des Bodens zunimmt. Gerade das Gegenteil wäre nach der alten Theorie anzunehmen, da doch die Pflanzen fortwährend Kohlenstoff verbrauchen.

Dann gibt es in den großen Meeren viele Wasserpflanzen, die überhaupt keine Verbindung mit dem Boden haben, die sich mit ihren Wurzeln am nackten Gestein und an Klippen lediglich festhalten. Auch sie nehmen Nahrung zu sich und bauen ihren Körper aus Kohlenstoffverbindungen auf, ohne sie jedoch dem Humus zu entnehmen. Drittens läßt sich noch folgendes anführen. Jede Verbrennung ist eine Oxydation, das heißt ein chemischer Vorgang, bei dem sich Sauerstoff (der auch in der Luft zu 21 Prozent enthalten ist) mit einem anderen Stoff verbindet. Verbrennen wir organische Stoffe, die ja stets Kohlenstoff enthalten, so verbindet sich dieser mit dem Sauerstoff zu dem gasförmigen Kohlendioxyd. Überall da, wo ein Feuer brennt, wird also der Luft stets Sauerstoff entzogen und dafür Kohlendioxyd erzeugt. Aber auch in unserem Körper finden fortwährend Oxydationen statt. Wir atmen Sauerstoff ein und Kohlendioxyd aus. Geht eine Pflanze oder ein Tier in Verwesung über, so wird die Körpersubstanz teilweise zu Kohlendioxyd oxydiert.

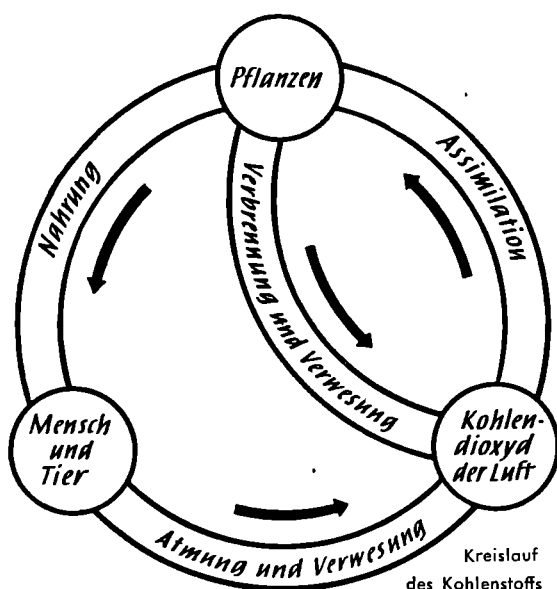
Aus allen diesen Beispielen geht hervor, daß im Laufe der Zeit der Sauerstoffgehalt der Luft abnehmen, dafür aber immer mehr Kohlendioxyd vorhanden sein müßte. Das aber hat man nirgends feststellen können. Es muß also Lebewesen geben, die umgekehrt das Kohlendioxyd verbrauchen und Sauerstoff

erzeugen und somit die Ursache dafür sind, daß wir stets das gleiche Mengenverhältnis von Sauerstoff und Kohlendioxyd in der Luft vorfinden. Das sind, wie wir jetzt wissen, die Pflanzen. Nicht dem Erdboden entnehmen sie den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Körpers, sondern der Luft, besser gesagt dem Kohlendioxyd der Luft. Dieses Kohlendioxyd gelangt durch feine Poren, sogenannte Spaltöffnungen, in die Blätter, wo es unter Einfluß des Sonnenlichtes im Blattgrün, dem Chlorophyll, in seine Elemente aufgespalten wird. Während der Sauerstoff frei wird und entweicht, entsteht auf verwickeltem Wege aus Kohlenstoff und Wasser die einfache organische Verbindung Formaldehyd, ein sogenanntes Kohlehydrat. Aus diesem Stoff stellt dann die Pflanze die wesentlichsten Verbindungen her, aus denen ihr Körper besteht. Anorganische Stoffe, nämlich Kohlendioxyd und Wasser, wandelt die Pflanze in organische Verbindungen um — ein Vorgang, der als Assimilation bezeichnet wird.

Pflanzen als Sauerstoffherzeuger

Es folgt daraus, daß sich der Kohlenstoff seit der Zeit, da es Leben auf der Erde gibt, in einem steten Kreislauf befindet. In der Luft als Kohlendioxyd vorhanden, wird er durch den Vorgang der Assimilation Körperbaustoff der

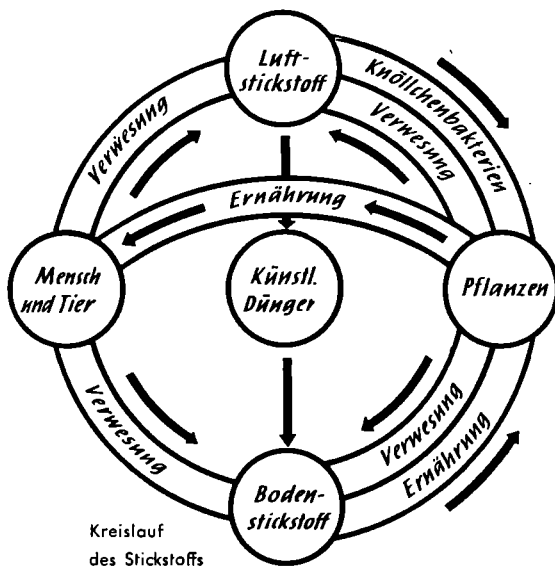
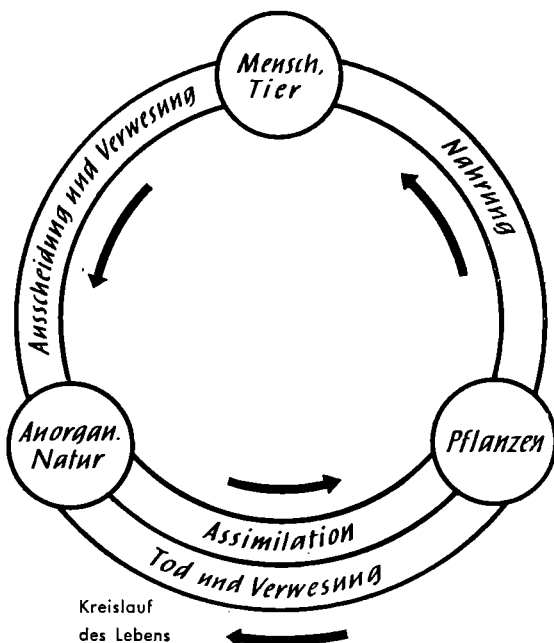
Pflanzen. Werden diese verbrannt — etwa Kohle, die ja aus Pflanzen entstanden ist, oder Holz —, so bildet sich aus dem Kohlenstoff wieder Kohlendioxyd zurück. Das gleiche geschieht, wenn die Pflanzen absterben und verwesen. Ein weiterer Teil der Pflanzen dient Tieren und Menschen als Nahrung und wird in ihrem Körper umgewandelt. Bei der Atmung wird ein Teil des Kohlenstoffes sogleich wieder in Kohlendioxyd umgesetzt und der Lufthülle zurückgegeben, während der im Körper verbliebene Kohlenstoff erst bei der Verwesung als Kohlendioxyd wieder an die Luft zurück-



gegeben wird. Ein ständiger Kreislauf also, aus dem man sich wohl die Tiere „wegdenken“ könnte, niemals aber die Pflanzen; denn nur sie können das Kohlendioxyd der Luft in organische Verbindungen umwandeln.

Die Herkunft der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff, die in den meisten organischen Verbindungen vorkommen, ist leicht zu erklären, wenn man bedenkt, daß sich das Wasser aus diesen beiden Grundstoffen zusammensetzt.

Wie läßt sich dann aber die Abnahme der Ernteerträge deuten? Kohlendioxyd ist doch in der Luft stets in gleicher Menge vorhanden, und Wasser gibt es auch genug. Wie kommt es, daß die Fruchtbarkeit der Felder durch Düngung gesteigert wird? Es muß also noch ein Faktor hinzukommen, den man bisher wenig beachtet hat und der dabei für das Wachstum der Pflanzen von größter Wichtigkeit ist. Für Liebig gibt es keine geheimnisvolle Lebenskraft, der man alles Unbekannte zuschreiben kann. Für ihn gelten Experimente und Erfahrungen. Nicht durch unbewiesene Theorien und schöne Reden, sondern durch Versuche muß man zu erklären suchen.



Liebig untersucht Boden und Salze

Im Gießener chemischen Laboratorium kommen die Assistenten und Studenten aus dem Staunen nicht heraus. Was mag nur in Professor Liebig gefahren sein? Will er etwa in Zukunft unter die Landwirte gehen? Seit Wochen schon beschäftigt er sie mit Analysen über Ackererde. Lehm, Ton, Sand, Humus — alles will er genau untersucht haben, will vor allen Dingen wissen, welche Salze in ihnen enthalten sind und in wie großen Mengen.

Wenn es wenigstens bei den Bodenuntersuchungen bliebe! Aber außerdem läßt er alle nur möglichen Pflanzen verbrennen und deren Asche chemisch prüfen. Auch hier interessieren ihn besonders die Salze, die in ihnen enthalten sind, und mögen es noch so geringe Mengen sein. Schon nach wenigen Monaten — im Jahre 1840 — findet das Rätseln ein Ende.

Ein „unverschämtes“ Buch

„Also, Herr Kollege, ich kann nur immer wieder feststellen, daß dies wohl das unverschämteste Buch ist, welches ich bisher gelesen habe. Kennen Sie es eigentlich?“

Erregt deutet v. Mohl, Professor in Tübingen, auf das vor ihm liegende Buch. „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf die Agrikultur und Physiologie“ ist sein Titel, und ein Gießener Chemieprofessor Justus Liebig ist der Verfasser. „Es ist wirklich unerhört, was sich dieser Herr gegen uns Wissenschaftler herausnimmt. Soll er doch bei seiner Chemie bleiben, wo er vielleicht etwas Brauchbares leistet. Von anderen Gebieten soll er aber um Gottes willen die Finger lassen. Sonst kommt solch wirres Zeug zusammen, wie es bei ihm zu lesen ist. Seiner Meinung nach haben wir Physiologen und die Landwirte keine Ahnung vom Leben und Wachstum der Pflanzen. Er will es dafür um so besser wissen. Nicht mehr die Erde ernährt die Pflanzenwelt, sondern sie lebt von Luft, Wasser und sogenannten Nährsalzen, die sich im Boden befinden. Immerhin noch erstaunlich, daß er dem Ackerboden eine gewisse Daseinsberechtigung gibt. Aber vielleicht bringt er es noch dahin, daß der Acker überflüssig wird und der Bauer sein Getreide in Wassergläsern wachsen läßt. Hier, sehen Sie, diese Zeitung gibt ihm die einzig richtige Antwort.“

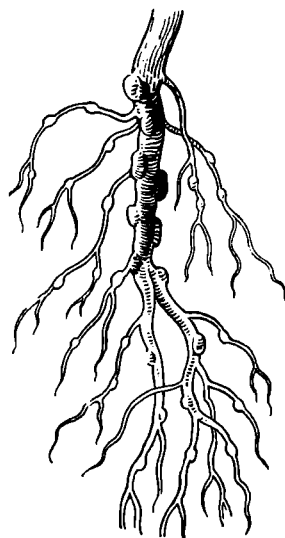
v. Mohl reicht seinem Gast eine Zeitschrift, in der zwei Abbildungen, „Einst“ und „Jetzt“ überschrieben, zu sehen sind. Auf dem „Einst“-Bild erblickt man einen Bauern, der mit einem vollbeladenen Mistwagen auf das Feld fährt. Die andere Abbildung zeigt einen Landmann, der in Sonntagskleidung über seine Felder geht und mit lässiger Gebärde eine Prise Düngesalz aus der Westentasche holt, um sie auf den Acker zu streuen.

„Wirklich, nach Herrn Liebig bricht für unsere Bauern ein goldenes Zeitalter an. Sie brauchen nur etwas Düngesalz zu streuen und erzielen reiche Ernten wie nie zuvor.“

Die Woge von Protestrufen und Schmähchriften, die nach Erscheinen seines Buches gegen Liebig brandet, hätte dieser voraussehen können. Seine Ideen sind zu neu, um sofort in ihrer vollen Bedeutung verstanden zu werden. Man kann es nicht verschmerzen, daß ein Chemiker, ein „Außenseiter“ also, die rückständigen, falschen Ansichten zerschlägt und dafür den richtigen Weg weist. Doch bald gewinnt Liebig immer mehr Anhänger, die seine Lehren verbreiten helfen. Auch hier ist es wie überall: Durch Schmähschriften und Verleumdungen läßt sich der Fortschritt nicht unterdrücken.

Die „Agrikulturchemie“

Welche neue Lehre entwickelte Liebig in seiner „Agrikulturchemie“, wie man sein Buch kurz nennt? Zuerst untersucht er, aus welchen Bestandteilen die Pflanze ihren Körper aufbaut und woher sie diese Stoffe bezieht. Auf Grund zahlreicher Analysen kann er feststellen, daß in jeder Pflanze zehn Elemente vorkommen, die für ihr normales Gedeihen von größter Wichtigkeit sind. Das sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kalzium, Kalium, Phosphor, Schwefel, Magnesium und Eisen. Natürlich kommen sie nicht in der Form vor, wie wir sie als Elemente kennen, sondern sie sind Bestandteile der Verbindungen, aus denen sich die Pflanze aufbaut. Woher nehmen die Pflanzen diese Stoffe? Wir haben bereits gesehen, daß der Kohlenstoff, der als Kohlendioxyd von den Blättern aufgenommen wird, aus der Luft hülle stammt, während das Wasser den Wasserstoff und den Sauerstoff liefert. Wie steht es aber mit dem Stickstoff, dem Bestandteil der lebensnotwendigen Eiweißverbindungen? Zwar enthält die Luft riesige Mengen an Stickstoff, besteht sie doch zu 78 Prozent daraus. Doch können nur wenige Pflanzen diesen elementaren, gasförmigen Stickstoff aufnehmen und verwerten. Dazu gehören die sogenannten Schmetterlingsblütler, zu denen Bohnen, Erbsen und Lupinen zählen. Wie man leicht feststellen kann, befinden sich an ihren Wurzeln Knöllchen, die im Innern Bakterien beherbergen. Diese



Knöllchen an den Wurzeln der Schmetterlingsblütler

Knöllchenbakterien besitzen die Fähigkeit, den Stickstoff der Luft in organische Verbindungen umzuwandeln, die dann von den betreffenden Pflanzen aufgenommen werden können. Die Pflanze gibt den Bakterien die Möglichkeit zum Leben, während diese ihr den benötigten Stickstoff mundgerecht machen — ein Vorgang gegenseitiger Hilfe, den man in der Biologie als Symbiose bezeichnet.

Doch das ist nur ein Ausnahmefall. Die weitaus meisten Pflanzen sind auf Stickstoffverbindungen angewiesen, da sie den Stickstoff der Luft selbst nicht verwerten können. Liebig vertritt die Ansicht, daß das Ammoniakgas, das bei der Fäulnis organischer Substanzen entsteht und daher stets in geringen Mengen in der Lufthülle zu finden ist, ausreicht, um den Stickstoffbedarf der Pflanzen zu decken. Das Ammoniakgas löst sich in den Regentropfen, gelangt mit dem Regenwasser in die Erde und kann von den Wurzeln aufgenommen werden.

Die sechs anderen Elemente befinden sich als Salze in der Erde. Im Wasser gelöst, werden auch sie den Pflanzen durch die Wurzeln zugeführt. Zwar sind sie nicht in unerschöpflicher Menge vorhanden, doch geben Tiere und Pflanzen bei ihrer Verwesung alle die Salze dem Boden zurück, die sie während ihres Wachstums von ihm empfangen haben. Dann können sie wieder aufs neue als Nahrung dienen.

Und somit schließt sich der Kreislauf, der die tote und die lebendige Natur miteinander verknüpft. Die Pflanze entnimmt dem Boden und der Luft anorganische Stoffe und baut daraus ihre aus organischen Verbindungen bestehende Substanz auf. Diese dient Tier und Mensch als Nahrung und wird bei der Ausscheidung und nach dem Tod wieder in die anorganischen Ausgangsstoffe zurückverwandelt. Auch bei diesem Kreislauf spielt die Pflanze die Hauptrolle; denn nur sie vermag, anorganische Bausteine zu verwenden.

Zehn Elemente sind also für das Wachstum von ausschlaggebender Bedeutung. Wenn nur eines von ihnen fehlt, ist die Pflanze nicht mehr lebensfähig und stirbt ab. Es nützt nichts, wenn dann die neun anderen Elemente im Überfluß vorhanden sind. Stets ist die Fruchtbarkeit eines Ackerbodens von der Menge desjenigen Salzes abhängig, das in unzureichendem Maße vorhanden ist. Das ist eine für die praktische Landwirtschaft äußerst wichtige Feststellung, die Liebig als das „Gesetz vom Minimum“ bezeichnet.

Jetzt ist auch leicht zu verstehen, welche Bedeutung dem Boden zukommt. Nicht er selbst ist Nahrung, sondern er enthält die Stoffe, die von den Pflanzen gebraucht werden.

Der Humus, der besonders reich an faulenden Pflanzenresten ist, wird also besonders reich an Nährsalzen und somit auch äußerst fruchtbar sein.

Folgen des Raubbaus

Wie ist nun das immer deutlicher werdende Absinken der Fruchtbarkeit der Äcker zu verstehen? Wo ist die Lücke, die den normalen Ablauf des Lebenskreislaufes stört? Auch hier kann Liebig die eindeutige Antwort geben. Wenn der Bauer alle die Nährstoffe, die seine Pflanzen dem Acker entziehen, wieder mit dem Stalldung zurückgibt, wird der Gehalt an Nährsalzen gleichbleiben, wird die Ertragfähigkeit seiner Felder nicht absinken. Wenn er jedoch mehr produziert, als er für sich und seine Familie braucht, also einen Teil seiner Produkte verkauft, gehen seinem Acker Nährstoffe verloren, die im nächsten Jahre nicht mehr zur Verfügung stehen. Wiederholt sich dieser Vorgang Jahr für Jahr, dann müssen die Ernten immer schlechter ausfallen. „Raubbau“ nennt Liebig eine derartige Wirtschaftsform und kennzeichnet in schonungsloser Offenheit den verderblichen Weg, den die Landwirtschaft beschritten hat. Unermüdlich kämpft er in Wort und Schrift gegen Vorurteil und Reaktion, denn „wenn es nicht gelingen sollte, dem Landwirt eine bessere Einsicht in seinen Betrieb beizubringen und ihm die nötigen Mittel zur Steigerung seiner Produktion zu schaffen, so werden von einem gewissen Zeitpunkt an Kriege, Auswanderung, Hungersnot und epidemische Krankheiten naturgesetzlich einen Gleichgewichtsstand zuwege bringen, der die Wohlfahrt aller erschüttern und zuletzt den Ruin des Feldbaues nach sich ziehen muß“.

Freilich, die wahren Ursachen der Rückständigkeit in der Landwirtschaft sieht auch er nicht. Erst Jahre später erscheinen die Schriften Friedrich Engels zur Bauernfrage, in denen er nachweist, daß der werktätige Bauer so schlecht wirtschaften muß — nicht weil er faul und dumm ist, sondern weil die Feudalherren, die Großgrundbesitzer, von denen er abhängig ist, jeden Fortschritt hemmen. Zwar gibt es nach der sogenannten Bauernbefreiung (1807) keine Leibeigenen mehr, aber sie ist die kleinen und mittleren Bauern teuer zu stehen gekommen. Ein Drittel des gesamten Bauernlandes fiel an die Großgrundbesitzer, und die Aufhebung der Dienstleistungen mußte mit schwerem Geld erkauft werden. Was nützt es dem kleinen Bauern zu wissen, daß er Raubbau treibt, wenn er auf seinem Stück Acker, das ihm geblieben ist, nicht genug Vieh halten kann, das ihm Dünger gibt?

Die Großgrundbesitzer — nun, die haben stattliches Vieh in den Ställen. Aber der Stalldung reicht für die riesigen Flächen auch nicht aus. Für sie gilt tatsächlich das, was Liebig sagt: Sie entziehen dem Boden Nährstoffe; sie beuten ihn aus, so wie sie ihre Tagelöhner ausbeuten, und machen sich keine Gedanken darüber, in welcher Form sie dem Acker diese Nährstoffe zurückgeben können.

Die Chemie soll helfen

Liebig begnügt sich nicht, nur eine Lehre aufzustellen und die Fehler aufzudecken, die nach seinen Erkenntnissen bisher gemacht worden sind. Er will auch den Weg weisen, der sie beseitigt, will mit Hilfe der Chemie die Lücken schließen, die durch die Raubwirtschaft entstanden sind. Reicht der natürliche Dünger nicht aus, dann muß man eben dem Boden mineralischen Dünger, also Düngesalze, zuführen, um den Verlust an Nährsalzen auszugleichen. So beginnt er mit der Herstellung eines „Patentdüngers“. Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff erhält die Pflanze in genügender Menge auf natürlichem Wege. Auch vom Stickstoff glaubt er dies sagen zu dürfen. Magnesium, Eisen und Schwefel haben die Pflanzen nur in geringen Mengen nötig, und sie sind im Boden auch reichlich vorhanden. Die Kalziumdüngung ist kein großes Problem, da Kalkmergel in überreichen Mengen zur Verfügung steht. Anders ist es jedoch beim Kalium und beim Phosphor. Hier müssen die Vorräte des Bodens durch Düngesalze ergänzt werden. Diese beiden Elemente sind auch in Liebigs Patentdünger enthalten.

Eine englische Firma übernimmt seine Herstellung in großem Maßstab. Von vielen Bauern wird er auch gekauft und angewandt. Es bleibt nur noch der Erfolg abzuwarten, der nach Liebigs Meinung nicht ausbleiben kann.

Der Patentdünger — ein Rückschlag

Doch bald muß er eine böse Überraschung erleben. Auf den Feldern, die mit den Düngesalzen bestreut worden sind, läßt sich keine merkliche Ertragssteigerung feststellen. Liebig steht vor einem Rätsel. Soll seine Lehre doch falsch sein? Sollen die Mineralsalze für das Wachstum der Pflanzen ohne jede Bedeutung sein? Es sind böse Zeiten, die er nun zu überstehen hat. Denn jetzt richtet sich die ganze Öffentlichkeit, besonders die Bauern, die vorher seine Lehre willig aufgenommen hatten, gegen ihn. Das ist auch nicht weiter erstaunlich. Traten nicht schon vorher viele Fachgelehrte gegen seine Ansichten auf? Haben sie nicht die Wirkungslosigkeit seines Patentdüngers vorausgesagt? Jetzt, da ihn viele Bauern für teures Geld gekauft haben, müssen sie es selbst feststellen. Sprechen nicht die praktischen Erfahrungen gegen Liebig, Erfahrungen, die höher zu werten sind als gedruckte Worte?

Liebig selbst ist ratlos. Sollte er sich doch geirrt haben, sollte seine ganze Arbeit umsonst gewesen sein? Vielleicht hat man den Dünger nur falsch angewandt. Am Rande der Stadt kauft er sich ein Stück Odland und beginnt, seinen Patentdünger selbst auszuprobieren. Aber auch bei ihm bleiben die Erfolge aus. Damit scheint seine Lehre den Todesstoß empfangen zu haben, um so mehr,

als Nachrichten aus England eintreffen, die seine Auffassungen noch von einer anderen Seite her widerlegen. Dort hat man verschiedene Felder mit Salpeter, einer Stickstoffverbindung, gedüngt mit dem Ergebnis, daß auf diesen Feldern bedeutend bessere Ernten erzielt wurden. Und gerade vom Stickstoff hat Liebig gesagt, daß ihn die Pflanzen in genügender Menge aus der Luft erhalten, daß also eine Stickstoffdüngung vollkommen überflüssig ist. Nicht „Liebig-Patentdünger“, sondern „Stickstoffdünger“ lautet jetzt die Parole, der sich die meisten anschließen.

Man könnte es verstehen, wenn jetzt Liebig seiner Agrikulturchemie den Rücken kehren würde, jetzt, da er erleben muß, wie seine Behauptungen durch die praktische Erfahrung widerlegt werden. Gerade er als Chemiker und Naturwissenschaftler weiß nur zu genau, daß die Praxis der Prüfstein jeder Theorie ist. Doch unbeirrt führt er den Kampf weiter fort. Seine Lehre kann nicht völlig falsch sein, dafür ist sie zu gut durchdacht und durch zahllose und sorgfältige Analysen gefestigt. Es kann sich höchstens um einzelne Irrtümer handeln, die nun von seinen Gegnern groß herausgestellt werden, um die Bedeutung seines Gesamtwerkes herabzumindern. Diese Fehler müssen gefunden werden.

Liebig erkennt seinen Fehler

Viele Jahre vergehen, ehe er des Rätsels Lösung findet. Bei der Herstellung seines Patentdüngers hatte er die scharfsinnigsten Versuche angestellt, um die Kali- und Phosphorsalze in eine wasserunlösliche Form zu bringen. Dadurch wollte er vermeiden, daß die Düngesalze schon beim ersten Regen in größere Tiefen fortgespült werden. Das ist jedoch eine völlig überflüssige und falsche Vorsichtsmaßnahme gewesen. Er muß erkennen, daß sich der Vorgang in der Natur ganz anders abspielt. Der Ackerboden ist zwar für Wasser leicht durchlässig, besitzt aber die Fähigkeit, im Wasser gelöste Salze zurückzuhalten. Indem Liebig die Salze wasserunlöslich machte, konnten sie nicht von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden; denn die Wurzeln können nur Lösungen aufnehmen. Die ganze Düngung mußte also vergeblich sein. Jetzt, nachdem er die Ursachen für das Versagen des Patentdüngers erkannt hat, ist es natürlich leicht, Abhilfe zu schaffen.

Wie sind aber die Erfolge bei der Salpeterdüngung zu erklären? Hier muß Liebig einsehen, daß er sich geirrt hat, wenn er annahm, der Ammoniakgehalt der Luft reiche für das Wachstum der Pflanzen voll aus. Im Gegenteil, der Boden wird ohne zusätzliche Stickstoffdüngung immer stickstoffärmer und damit unfruchtbar. In Zukunft darf es also nicht mehr heißen: Mineraldünger oder Stickstoff, sondern Mineralsalze und Stickstoffdünger. Kali, Phosphor,

Stickstoff und Kalk, so lautet die Formel, die die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht.

Jetzt, um das Jahr 1870, findet Liebig's Lehre allgemeine Anerkennung. Zu zwingend, zu klar ist die Kette seiner Schlußfolgerungen. Entscheidend jedoch ist, wie wir noch sehen werden, daß die gesellschaftliche Entwicklung die Voraussetzung dafür bietet, daß nun seine Forderungen in die Praxis umgesetzt werden können.

Blicken wir auf Liebig's Schaffen zurück, so können wir drei Brennpunkte feststellen. Zuerst räumt er mit der veralteten Form des Unterrichts auf und stellt die praktische Ausbildung der Studenten in den Vordergrund. Seine Methode der Elementaranalyse schafft die Voraussetzung für eine planmäßige Erforschung der Chemie. Schließlich wendet er sich der praktischen Chemie zu. Indem er sie auf die Landwirtschaft anwendet, entsteht seine größte Leistung, die zu einer völligen Umwälzung der bisherigen Methode des Ackerbaues führt.

Alle diese drei angeführten Punkte sind so umfangreich und einzigartig, daß jeder einzelne die Lebensarbeit eines Menschen ausmachen könnte. Mit der erfolgreichen Lösung dieser drei Aufgaben betrachtet Liebig seine Arbeit jedoch noch lange nicht als abgeschlossen.

Liebig's „Tierchemie“

Für Liebig ist es selbstverständlich, daß er die Chemie nicht nur auf das Leben der Pflanzenwelt anwendet, sondern auch versucht, mit ihrer Hilfe all die zahllosen verwickelten Lebensprozesse der Tiere zu ergründen. 1842 erscheint sein zweites Hauptwerk, die sogenannte „Tierchemie“. Darin untersucht er nicht nur die Körperbausteine der Tierwelt, wie Fleisch, Fett, Blut oder Galle, chemisch, sondern versucht darüber hinaus, die Vorgänge bei der Ernährung, Atmung und Gärung zu deuten.

Seine Studien über das Fleisch bilden unter anderem die Grundlage zur Herstellung einer wertvollen eingedickten Fleischbrühe, die jahrelang haltbar ist und alle wichtigen Fleischbestandteile enthält. Unter der Bezeichnung „Liebig's Fleischextrakt“ wird sie in der Welt bekannt und ein lohnendes Geschäft für die argentinischen Agrarkapitalisten.

1852 verläßt Liebig Gießen, um eine Professur in München anzunehmen. Hier wird er von jeder Unterrichtstätigkeit befreit und kann sich ungestört seinen Forschungen widmen. In Abendvorlesungen an der Münchener Akademie der Wissenschaften vermittelt er breiten Volkskreisen einen Einblick in das Wesen und Schaffen der Chemie. Dazu dienen auch in hervorragender Weise seine „Chemischen Briefe“, die den Leser in meisterhafter Form mit den Problemen der Chemie vertraut machen.

Am 18. April 1873 bereitet der Tod dem Schaffen dieses großen Forschers ein Ende. Eine unübersehbare Menschenmenge gibt ihm das Geleit zu seiner letzten Ruhestätte.

Mineraldünger steigert die Profite der Großgrundbesitzer

Noch zu seinen Lebzeiten kann Liebig mit Befriedigung feststellen, daß seine Lehre von den Düngesalzen allgemein anerkannt wird. Immer mehr geht man dazu über, Kunstdünger auf die Äcker zu streuen. Die Erfahrung zeigt deutlich, daß die so gedüngten Felder bedeutend bessere Ernten hervorbringen. Eine Zeitlang glaubt man, auf den natürlichen Dünger völlig verzichten zu können, glaubt, daß der bequem zu handhabende Mineraldünger das Allheilmittel darstellt. Doch bald muß man sich davon überzeugen, daß die Düngesalze den wertvollen Stalldung nicht ersetzen, sondern nur die Lücken ausfüllen, die sich im Wirtschaftskreislauf ergeben. Eine zusätzliche Düngung mit Mineralsalzen hat aber bessere Ernten zur Folge; das ermöglicht wiederum, den Viehbestand zu vergrößern und besser zu füttern. Das bedeutet aber wieder mehr Stalldung, der den Ertrag der Felder steigert. Und daran liegt gerade denen, die Liebig's Lehre erst verlacht hatten, sehr.



Düngeversuche mit und ohne Kunstdünger

Die Großgrundbesitzer brauchen Geld. Sie haben in immer steigendem Maße Schulden bei den städtischen Banken. Sie sind also gezwungen, mehr aus dem Boden herauszuwirtschaften als bisher.

Natürlich kommen die neuen Düngemittel auch den Bauern zugute. Wenigstens den Großbauern; denn woher soll der Kleinbauer das Geld nehmen, um sie sich zu kaufen? Der Kleinbauer muß nach Art seiner Väter weiterwirtschaften, ob er will oder nicht. Ihm geben die kapitalistischen Banken keinen Kredit.

„Neutrale Reaktion“ durch Kalk

Wie wir gesehen haben, sind es vier Elemente, die dem Boden regelmäßig zugeführt werden müssen: Kali, Stickstoff, Phosphor und in manchen Fällen Kalzium. Nachdem man einmal dazu übergegangen ist, die Düngesalze regelmäßig zu verwenden, steigt der Bedarf von Jahr zu Jahr an. Damit schiebt sich ein neues Problem in den Vordergrund: Woher soll man in Zukunft die großen Mengen Düngesalze nehmen, und wie kann man sie möglichst billig herstellen?

Am leichtesten ist diese Frage beim Kalzium beantwortet. Kohlensaurer Kalk (zum Beispiel Kalkmergel) findet sich in der Natur in großen Mengen, bildet er doch auf der Erde riesige Gebirgszüge. Um die Beschaffung des Kalks braucht man sich keine Sorgen zu machen. Zwar ist der Kalkmergel in Wasser kaum löslich, doch infolge der Sonderstellung, die die Kalkdüngung einnimmt, hat man nicht einmal nötig, ihn in eine wasserlösliche Form umzuwandeln. Denn nur in den seltensten Fällen bezweckt man mit der Kalkdüngung eine Zufuhr von Nährsalzen. Vielmehr dient sie dazu, die Eigenschaften des Ackerbodens zu verbessern. Manche Felder, besonders solche mit großem Humusgehalt, weisen oft einen sauren Boden auf, der den Pflanzenwuchs und die wichtige Tätigkeit der Bodenbakterien hemmend beeinflußt. Streut man auf solche Felder Kalk, dann bindet dieser die Säuren und führt dadurch wieder eine neutrale Reaktion des Bodens herbei.

Ein neuer Fortschritt — Thomasmehl

Bedeutend ungünstiger liegen die Verhältnisse beim Phosphor. Zwar enthält der Ackerboden eine Menge Verbindungen der Phosphorsäure, doch sind sie unlöslich und können daher von den Pflanzen nicht aufgenommen werden. Durch die Humussäuren und die Kohlensäure werden wohl geringe Mengen von ihnen aufgeschlossen, doch geschieht dies so langsam, daß dadurch nur ein Teil des Phosphorsäurebedarfs gedeckt werden kann. Eine Düngung mit Phosphorsalzen ist also unbedingt notwendig, um so mehr, als besonders die Getreidekörner viel Phosphorsäure enthalten.

Man wußte schon lange, daß gemahlene Knochen zur Erhöhung der Fruchtbarkeit des Bodens beitragen. Ein wesentlicher Bestandteil der Knochen ist nämlich phosphorsaurer Kalk, der jedoch schwer löslich ist und daher sehr langsam von den Pflanzen aufgenommen wird. Auch hier kann Liebig helfend eingreifen. Behandelt man Knochen mit Schwefelsäure, so erhält man ein leicht lösliches Salz, das sogenannte Superphosphat. Wieder einmal ist es das industriell am stärksten entwickelte England, in dem diese Entdeckung von geschäftstüchtigen Unternehmern aufgegriffen und industriell ausgewertet wird. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts entstehen dort Fabriken, die in sämtlichen europäischen Ländern Knochen aufkaufen und daraus das wertvolle Superphosphat herstellen. Doch auf die Dauer läßt sich der Phosphorbedarf auf diese Weise nicht decken. Auch der Guano, ein phosphorhaltiger Vogelkot, der auf manchen Inseln des Stillen Ozeans zu finden ist, reicht nicht aus und wird durch den Transport zu teuer. Viel wichtiger sind dagegen die großen Phosphoritlager in Rußland, in Nordafrika und in Nordamerika. Phosphorit ist eine unlösliche Verbindung der Phosphorsäure, die man mit Hilfe von Schwefelsäure leicht zu Superphosphat umsetzt. Heute wird der größte Teil der Phosphordüngesalze aus diesen Lagern gewonnen.

Wenn man Stahl herstellen will, muß man aus dem Roheisen Kohlenstoff und andere Verunreinigungen entfernen. So arbeitet man seit 1856 nach einem Verfahren des Engländers Bessemer. Doch es zeigt sich, daß nicht jedes Roheisen in der Bessemerbirne zu gutem Stahl verarbeitet wird. Solches, das besonders viel Phosphor enthält, verliert diesen beim Bessemerverfahren nicht und gibt einen Stahl von sehr schlechter Qualität. Was ist dagegen zu tun? Der Engländer Thomas findet die Lösung. Kleidet man die Bessemerbirne mit einem Kalkfutter aus, dann nimmt es die Phosphorsäure aus dem geschmolzenen Roheisen auf, und man erhält einen guten Stahl. Von Zeit zu Zeit wechselt man das mit Phosphorsäure gesättigte Futter gegen ein frisches aus. Und jetzt erweist es sich, daß dieses alte Futter in gemahlenem Zustand ein wertvolles Phosphorsäuredüngemittel ist. Damit ist gleich zweierlei erreicht: Einmal stellt man im Thomasverfahren guten Stahl her, zweitens erhält man ein wichtiges Düngesalz, das sogenannte Thomasmehl. Superphosphat und Thomasmehl sind heute die meist angewandten Phosphordünger.

Kali — ein Abraumsalz

Als man um die Mitte des 19. Jahrhunderts bei Staßfurt Schächte in die Erde treibt, um das Kochsalz, welches bisher nur durch Eindampfen von Salzsolen gewonnen wurde, auch bergmännisch abzubauen, macht man eine unangenehme Entdeckung. Über dem Kochsalz befindet sich eine dicke Schicht

eines bitter schmeckenden Salzes. Will man das Kochsalz gewinnen, muß man zuerst diese Salzschiefer abräumen — eine langwierige und kostspielige Angelegenheit. Dieses Abraumsalz türmt sich neben den Schächten zu immer höher werdenden Bergen auf, da man mit ihm nichts anzufangen weiß. Da stellt sich heraus, daß es sich bei diesen Abraumsalzen um Kaliverbindungen handelt, also um Salze, die dem Acker unbedingt zugeführt werden müssen. Auch hier geschieht es wie so oft: Das ursprünglich verachtete, wertlose Nebenprodukt rückt plötzlich in den Mittelpunkt des Interesses. Immer mehr Schächte werden in die Erde getrieben, nicht mehr des Steinsalzes wegen, sondern um die Kalisalze zu fördern. Besonders Mitteldeutschland erweist sich als sehr reich an Kalilagern. Ein Förderturm nach dem anderen wird errichtet, und aus der Tiefe der Erde holt der Bergmann das kostbare weiße Salz. Auch in Rußland, in Frankreich, Polen und Amerika werden große Lager entdeckt und ausgebeutet. Die Sorge um die Kalisalze ist behoben.

Chilesalpeter — ein Stickstoffdünger

Im Norden Chiles, bis dicht an die bolivianische Grenze, erstreckt sich am Ostabhang der Kordilleren die Wüste von Atacama, ein trostloses ödes Gebiet. Nackt und kahl zieht es sich über viele hundert Kilometer hin, nur von wenigen Pflanzen und Tieren belebt, denn außergewöhnlich große Trockenheit macht fast jedes Leben unmöglich. Und gerade dem Regenmangel ist es zu verdanken, daß sich unter einer dünnen Sanddecke dicke Salpeterschichten befinden.

Als man zu Anfang des 19. Jahrhunderts dieses Salpetervorkommen entdeckt, bedeutet es keine überwältigende Sensation. Gewiß, man kann mit dem Salpeter allerhand anfangen, kann ihn für verschiedene chemische und technische Prozesse gut gebrauchen. Deshalb baut man ihn auch in geringen Mengen ab. Doch ändert sich die Situation schlagartig, als sich die entscheidende Bedeutung des Salpeters für die Landwirtschaft erweist; ist er doch der einzige damals bekannte Stickstoffdünger. Jetzt erst erkennt man, welche Schätze die so verrufene Atacamawüste birgt. Zuerst einmal entbrennt zwischen den angrenzenden Ländern Chile und Bolivien ein Krieg um dies plötzlich so wertvoll gewordene Gebiet. Chile gewinnt den „Salpeterkrieg“ und hat damit das Monopol für das größte Salpetervorkommen der Erde. Immer dringender verlangt die Landwirtschaft Europas nach diesem Salz. So geht man daran, die bis zu vier Meter dicke Salpeterschicht, die sogenannte Caliche, in großem Maßstab auszubeuten. Vom Hafen Iquique stechen Schiffe in See, die das Düngesalz in alle Welt ausführen. Für Chile, das heißt für die chilenischen Kapitalisten, bricht eine „goldene Zeit“ an.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wird Europa durch die Nachricht in Schrecken versetzt, daß die Salzlager in Chile dicht vor ihrer Erschöpfung stehen. Das bedeutet, daß damit der einzig bekannte Stickstoffdünger fortfällt, folglich die ganze Mineraldüngung wirkungslos wird. Verschlechterung der Ernten und damit Verschlechterung der Lebensmittel für die arbeitende Bevölkerung in Europa würden die unausbleibliche Folge sein. Auch als sich diese Meldung als reichlich übertrieben erweist, bleibt doch die quälende Gewißheit zurück, daß einmal die Lager ausgebeutet sein werden, daß also vorläufig nur ein Aufschub erreicht ist.

Das Haber-Bosch-Verfahren: Stickstoff aus der Luft

Auch die Wissenschaftler beginnen, sich mit dem Problem zu beschäftigen. Ihre Frage lautet: Gibt es für den natürlichen Chilesalpeter einen Ersatz? Den europäischen Großindustriellen ist viel daran gelegen. Nicht aus Menschenfreundlichkeit für die hungernden Massen, sondern weil sie das Geschäft mit Salpeter lieber selbst machen möchten. Auch in Deutschland hat sich inzwischen eine kapitalistische Großindustrie entwickelt, die, bereits auf dem Wege zum Monopolkapitalismus, bestrebt ist, alle lohnenden Geschäfte an sich zu reißen und die Absatzmärkte zu beherrschen. Die großen Konzerne können es sich leisten, modern ausgerüstete Forschungslaboratorien einzurichten und namhafte Wissenschaftler für sich arbeiten zu lassen.

Man weiß, daß die Luft zum größten Teil aus Stickstoff besteht, daß also dieses Element in riesigen Mengen in der Natur vorkommt. Doch weiß man auch, daß dieser elementare Stickstoff bis auf ganz wenige Ausnahmen von den Pflanzen nicht aufgenommen werden kann. Zu allem Überfluß ist er noch so „reaktionsträge“, daß er sich äußerst schwer mit anderen Elementen zu Verbindungen vereinigen läßt. Um dies zu erreichen, sind schon sehr große Energiemengen notwendig, wie sie etwa der Blitz darstellt. Bei jedem Gewitter verbinden sich geringe Mengen der Luftbestandteile zu Ammoniak und Stickstoffoxyden. Im Laboratorium kann man den Blitz künstlich erzeugen, indem man zwischen zwei Elektroden einen elektrischen Lichtbogen überschlagen läßt. Bläst man Luft hindurch, so entstehen geringe Mengen Stickoxyde, die mit Wasser Salpetersäure ergeben. Diese läßt sich dann leicht zu den verschiedensten Stickstoffsalzen umsetzen, die nun als Düngesalze Verwendung finden können. Eine Schwierigkeit hat jedoch dieses Verfahren: Man braucht zur Erzeugung des Lichtbogens sehr viel Elektrizität. Norwegen, welches über viele Wasserkraftwerke verfügt, hat billigen Strom, deshalb wird dort zuerst damit begonnen, den sogenannten Norgesalpeter in großen Mengen herzustellen.

Aber nicht alle Länder verfügen über so billige Energie, durch die das Verfahren erst wirtschaftlich wird. Da besinnt man sich auf die Versuche, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Chemiker Fritz Haber angestellt hat. Dieser hatte festgestellt, daß bei gewöhnlichen Temperaturen und Drucken sich ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff in einem kaum meßbaren Bruchteil zu Ammoniak vereinigt. Wenn man aber für hohe Drucke und Temperaturen und für Katalysatoren, die die Reaktion beschleunigen, sorgt, erhält man lohnende Ausbeuten.

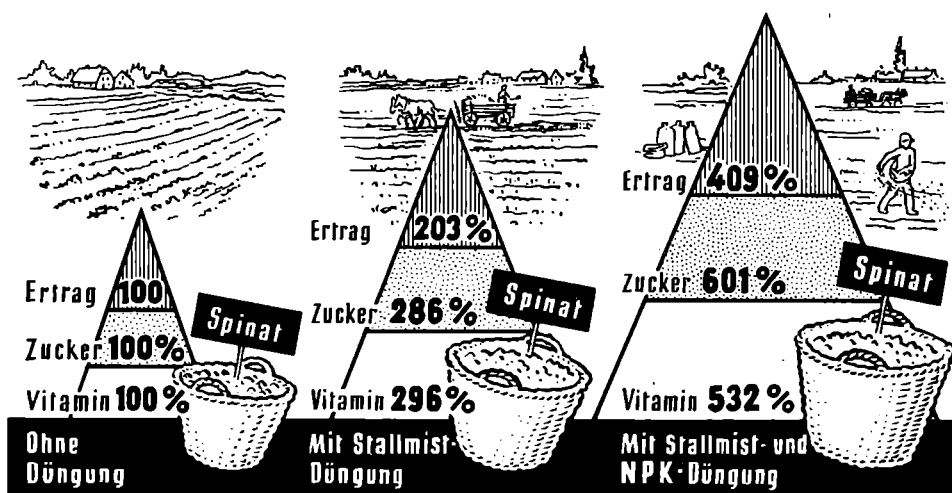
Im Laboratorium hat Haber diese Bedingungen verhältnismäßig leicht herstellen können. Doch wird dies sofort bedeutend schwieriger, wenn man versucht, das Verfahren in der Großindustrie anzuwenden. Woraus sollen die Reaktionskammern bestehen, die bei einer Temperatur von 450 Grad einen Druck von 200 Atmosphären, also einen Druck von 200 Kilogramm pro Quadratzentimeter, aushalten? Woher soll man die benötigten Mengen des seltenen Metalls Osmium als Katalysator nehmen? In Karl Bosch finden die deutschen Monopolherren den Mann, der diese Probleme in glänzender Weise löst.

1913 kann in Oppau das erste Stickstoffwerk die Herstellung von Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff aufnehmen; 1915 entstehen nahe Merseburg die riesigen Leunawerke. Aber da sind Düngemittel schon längst nicht mehr lohnend genug. Mit Sprengstoffen lassen sich weit höhere Profite erzielen. Nicht um die Volksernährung zu verbessern, sondern um Kriege zu führen, sind damals Milliarden für den Aufbau dieser Fabriken ausgegeben worden. Erst heute, nachdem den Kriegsverbrechern — den Monopolherren und den Großgrundbesitzern — in unserer Deutschen Demokratischen Republik die Betriebe und der Boden und damit die Macht aus den Händen genommen und zum Volkseigentum wurden, haben wir die Gewähr, daß die Stickstoffindustrie, indem sie die landwirtschaftlichen Erträge steigert, dem Frieden dient. Heute kann das „Chemiewerk Walter Ulbricht“ nicht nur unsere eigne Landwirtschaft mit Stickstoffsalzen versorgen, sondern darüber hinaus große Mengen ausführen.

Das gewonnene Ammoniak wird zu Salpetersäure verbrannt, die man nun zu den verschiedensten Salzen umsetzt. Kalksalpeter, Ammonsalpeter, Kaliammonsalpeter und Kalkstickstoff sind heute die bekanntesten Stickstoffdünger, die in jeder beliebigen Menge gewonnen werden können.

Vierfache Ernteerträge — ein Sieg der Wissenschaft

Hundertsechzig Jahre sind vergangen, seit der Bauer Huber über seine Felder schritt und voller Sorge an die Ernte dachte. In diesen hundertsechzig Jahren hat sich die Produktionsweise und damit auch die Lebensweise der Menschen

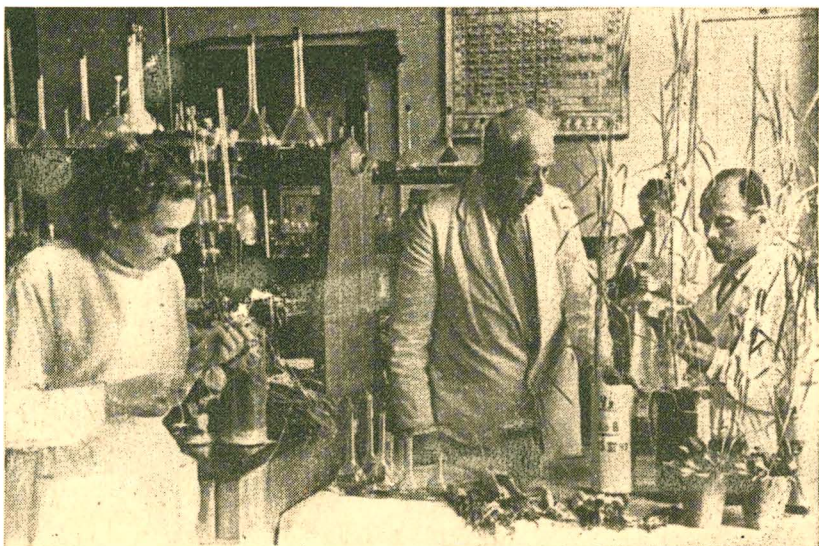


völlig verändert. Auch die Landwirtschaft hat einen grundlegenden Wandel durchgemacht. War Bauer Huber froh, wenn er auf einem Hektar Acker 80 Zentner Kartoffeln ernten konnte, so erzielt man heute als normale Ernte etwa 320 Zentner Kartoffeln je Hektar.

Wir haben gesehen, welchen großen Einfluß die Chemie auf diese Ertragssteigerung gehabt hat. Wir verdanken Liebig grundlegende Erkenntnisse, die die chemische Forschung auf ganz neue Gebiete gelenkt hat. Eine chemische Industrie entstand, die sich der Forschung und ihrer Ergebnisse bemächtigte. Eine Maschinenindustrie entstand, die neue technische Möglichkeiten für die Bearbeitung des Bodens brachte.

Immer zahlreichere und bessere Maschinen wurden gebaut, mit denen eine gründliche Bodenbearbeitung und eine verlustlose Einbringung der Ernte möglich wurden. Durch Bewässerung von Sandgebieten und durch Trockenlegung von Sümpfen wurde der Natur manches Stück Odland abgerungen und der Ackerboden verbessert.

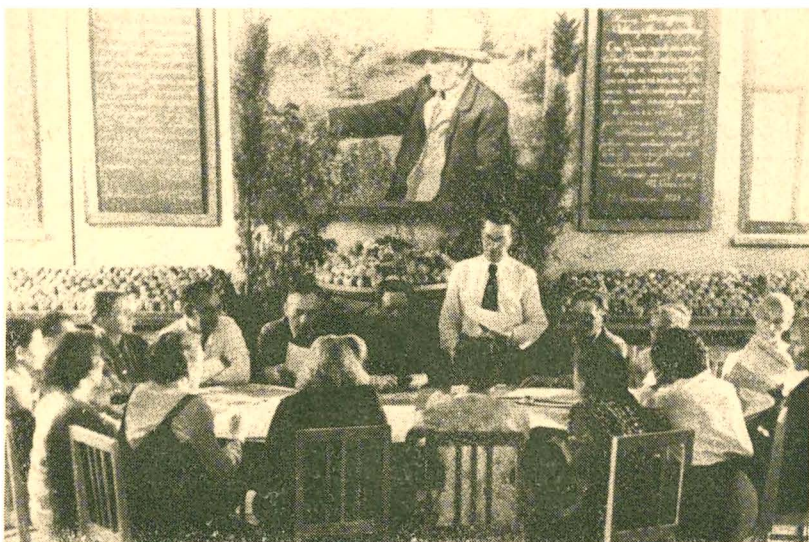
Die Ernteerträge stiegen. Aber zwei furchtbare Weltkriege haben uns gelehrt, daß der Boden und die Industriewerke nicht das Eigentum einer kleinen Gruppe von Menschen sein dürfen, die dadurch die Macht über Millionen Werktätiger haben. Die Armee der Arbeiter und Bauern der Sowjetunion hat uns von ihr befreit. Im Jahre 1945 wurde das Land der Gutsbesitzer aufgeteilt und landarmen Bauern, Landarbeitern und Umsiedlern als Eigentum übergeben. Und damit hat ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Landwirtschaft begonnen.



Im agronomischen Laboratorium der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR wird die Wirkung neuer Arten von Düngemitteln geprüft.

Unser Lehrmeister — die Sowjetunion

Was Menschen zu leisten vermögen, die sich von der Ausbeutung der Guts-herren und Kapitalisten befreit haben, das erleben wir mit Staunen an der Sowjetunion. Die Entwicklung von einem der rückständigsten Staaten zum fort-schrittlichsten Land der Erde spiegelt sich sehr deutlich in ihrer Landwirtschaft wider. Herrschte noch vor etwas mehr als dreißig Jahren auf den Dörfern schlimmste Willkür der Gutsbesitzer und gab es noch Reste der Leibeigen-schaft, so arbeiten heute freie Menschen auf den mit den modernsten Maschi-nen ausgerüsteten Kolchosen. Die Errichtung einer sozialistischen Gesell-schaftsordnung, die großzügige Anwendung der Technik in der Landwirtschaft, gestützt auf die Lehren Mitschurins und Lyssenkos, haben hier Erfolge gezeigt, wie sie noch nie dagewesen sind. Indem Mitschurin mit der alten Vererbungs-lehre Mendels brach, gelang es ihm, die Pflanzen den Bedürfnissen der Men-schen entsprechend zu formen. Er allein konnte über 300 neue Obst- und Beerensorten züchten, und heute kennt man in der Sowjetunion Getreide-arten, die auch in den rauen nördlichen Gebieten des Landes wachsen. In allen fortschrittlichen Ländern findet heute seine Lehre volle Anerkennung und gibt der Biologie und Agronomie eine neue Richtung.

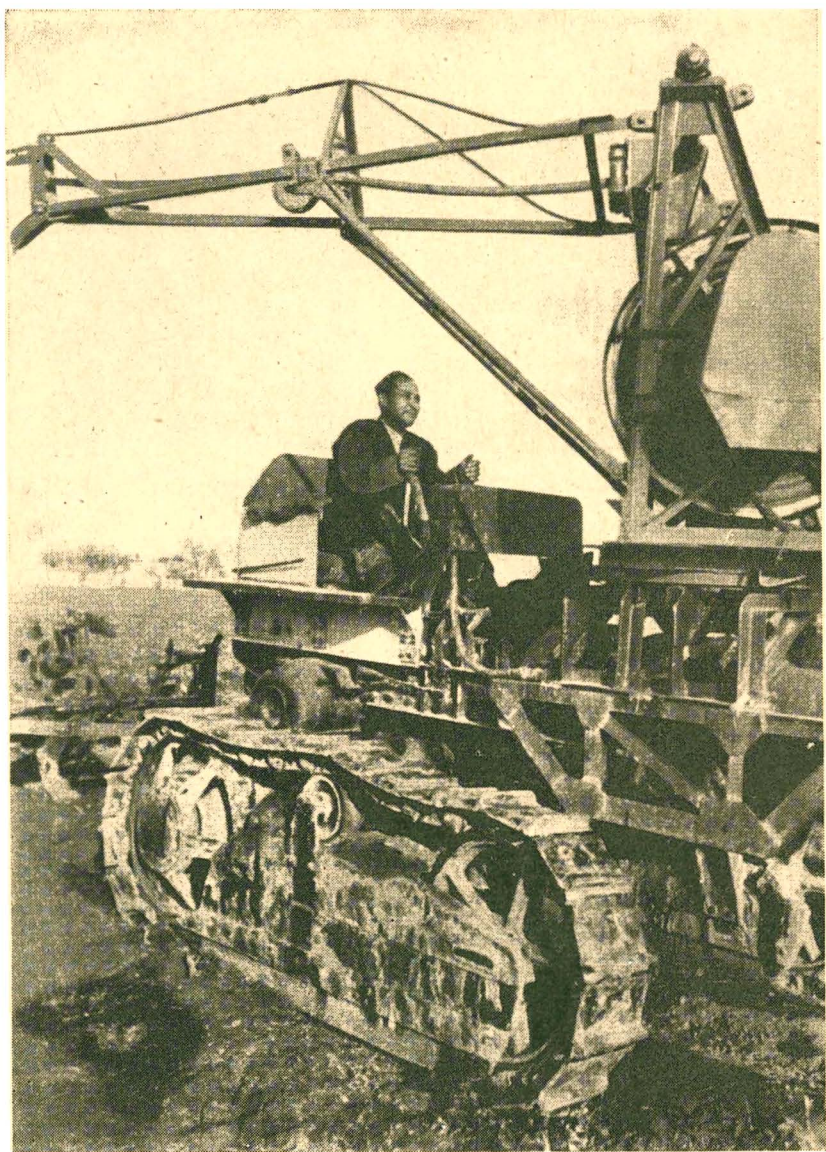


Im Geiste Mitschurins arbeiten Tausende von Kolchosbäuerinnen und Pflanzenzüchtern in der Sowjetunion. Sie kommen zusammen, um ihre reichen Erfahrungen auszutauschen und mit den Wissenschaftlern zu beraten.

Das Trawapolnaja-System, eine neue Fruchtfolge

Aus den Ergebnissen ihrer Wissenschaftler und den praktischen Erfahrungen der Kolchosbäuerinnen und -bauern haben die Sowjetmenschen ein ganz neues System der Saatfolge entwickelt, von dem sich der Bauer Huber noch nichts träumen ließ, als er über die Mängel der Dreifelderwirtschaft nachdachte. Man nennt es das *Trawapolnaja-System*. Die Landwirtschaft hatte sich in den letzten Jahrhunderten einseitig mit der Feldbestellung befaßt, die Wiesenwirtschaft blieb zweitrangig. Das Trawapolnaja-System faßt alle Zweige der landwirtschaftlichen Produktion — das Feld, den Wald, die Wiese und die Viehwirtschaft — zu einem einheitlichen Ganzen zusammen und stimmt sie aufeinander ab.

Wasserscheiden — hochgelegene Ländereien — müssen unbedingt bewaldet werden, da diese Wälder den Wasserhaushalt der benachbarten Felder und Wiesen regeln werden und das örtliche Klima verbessern. Für die landwirtschaftlichen Nutzflächen in Tälern und an den Hängen werden getrennte Pläne aufgestellt, da die Bedingungen jeweils verschieden sind. An Stelle der alten Wiesenwirtschaft tritt eine neue, sorgsam durchdachte Futtersaatfolge, die vor allem mehrjährige Futterpflanzen wie Klee oder Luzerne, gemischt



Herr seiner Maschine — eines elektrischen Pfluges

mit Gräsern, umfaßt. Die mehrjährigen Futterpflanzen haben nämlich die Fähigkeit, den Boden mit Humus anzureichern, der in der Folge wieder den Feldkulturen — Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln und Hülsenfrüchten — zugute kommt. Auch der Anbau von Ölsaaten und Gemüse ist in das Anbausystem einbezogen. Nach sorgfältigen wissenschaftlichen Untersuchungen, die ständig verfeinert werden, ist ein genauer Plan für die Bodenbearbeitung und für die Düngung ausgearbeitet. Die hochentwickelte Agrotechnik mit ihren modernen Maschinen ermöglicht es, das Trawapolnaja-System allen Bedürfnissen und örtlichen Bedingungen anzupassen.

Was ist mit dem neuen System erreicht? Einmal eine Steigerung der Erträge, wie sie die Welt bis dahin nicht kannte. Die Fruchtbarkeit des Bodens wird nicht erschöpft, sondern es ist stets für einen gleichmäßig günstigen Vorrat an Wasser und Nährstoffen gesorgt. Der Boden bleibt frei von Unkräutern, und die Bodenbakterien können sich ständig erneuern.

Aber noch etwas Wichtiges kommt hinzu: Der arbeitende Mensch ist frei geworden. Das Jäten und Hacken mit der Hand zum Beispiel — einst eine scheinbar unumgängliche, mühevollen Arbeit — wird heute bereits von dem sowjetischen Wissenschaftler Wiljams als „Überbleibsel der Barbarei“ bezeichnet, das durch neue Arbeitsmethoden schleunigst beseitigt werden muß. Aus dem schwer schuftenden Landmann mit dem ständig gebückten Rücken und den dauernden Sorgen ist der planende und wissenschaftlich arbeitende Ingenieur geworden, der stolz seine Maschine bedient und im sozialistischen Wettbewerb seine Kräfte frei entfaltet.

Dünger und moderne Maschinen helfen unsere Planaufgaben erfüllen

Auch die Regierung unserer Deutschen Demokratischen Republik ist sich sehr wohl bewußt, welch große Bedeutung eine gesunde Landwirtschaft für den Wohlstand unseres Volkes hat. Alle ihre Maßnahmen haben das Ziel, die Lage der werktätigen Bauern zu verbessern und ihnen ihre schwere Arbeit zu erleichtern. Die während des Krieges zerstörten und beschädigten Fabriken sind wieder aufgebaut und stellen heute Traktoren, Pflüge und Düngemittel her. Um auch die kleinen Wirtschaften mit den modernsten Maschinen zu versorgen, wurden in den Dörfern die Maschinenausleihstationen errichtet. Die Vereinigung der gegenseitigen Bauernhilfe (Bäuerliche Handelsgenossenschaft) sorgt dafür, daß alle Wirtschaften mit Düngemitteln, Saatgut und Geräten beliefert werden. Alles das hat dazu beigetragen, daß sich die Ernährungslage unserer Bevölkerung fortwährend gebessert hat.

Ist bisher sehr viel erreicht worden, so stellt der Fünfjahrplan die Landwirtschaft vor neue große Aufgaben. Bei allen Erzeugnissen sollen die Vorkriegserträge weit überschritten werden.

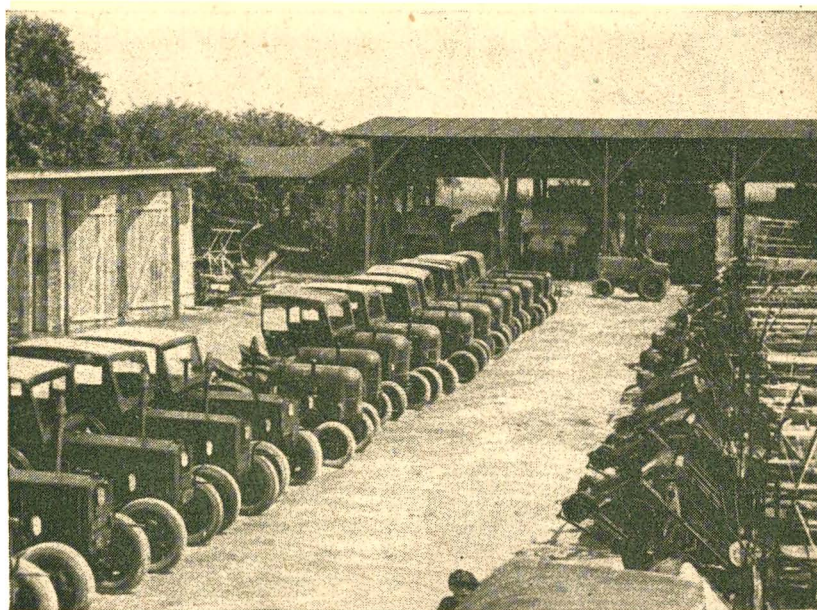
Nachstehend sind die Zahlen für einige Produkte angegeben. Sie sollen verdeutlichen, welche große Arbeit zu leisten ist.

Durchschnittsertrag in Doppelzentnern je Hektar Ackerland:

	1934-1938	1955	Ertrags- steigerung in %
Getreide und Hülsenfrüchte	22	25	111
Zuckerrüben	250	315	126
Kartoffeln	160	205	127,6

Damit dieses Ziel erreicht werden kann, hat der Staat die Summe von 1,4 Milliarden Mark der Deutschen Notenbank bereitgestellt, um alle notwendigen Voraussetzungen schaffen zu können. Auch der Industrie fallen sehr wichtige Aufgaben zu. So wird die Produktion von Düngesalzen in jedem Jahr gesteigert werden, um 1955 die Bauernwirtschaften vollständig mit Mineraldüngern versorgen zu können. Sind heute in 524 Maschinenausleihstationen 12 000 Traktoren in Betrieb, so werden es nach fünf Jahren in 750 Maschinenausleihstationen bereits 37 500 Traktoren sein. Entsprechend sind die Zahlen bei Dreschmaschinen, Bindemähern, Pflügen und anderen landwirtschaftlichen Maschinen.

Traktoren und Maschinen sind in der MAS überprüft und zum Einsatz bereit. Nun kann die Ernte beginnen.



Erfüllung des Plans — Erhöhung des Lebensstandards

Unsere Bauern, Industriearbeiter, Techniker und Wissenschaftler werden alles daransetzen, um diese große Aufgabe zu erfüllen. Denn dies ist die Voraussetzung dafür, daß sich die Lebenshaltung unseres Volkes in einem noch nie erlebten Maße bessert. Doch eines müssen wir dabei stets bedenken. Alle diese Erfolge können wir nur dann erringen, wenn wir im Frieden unsere Arbeit verrichten. Ein neuer Krieg würde alle bisher geschaffenen Werte wieder vernichten und uns in tiefstes Elend stürzen. Kämpfen wir also dafür, den Frieden zu erhalten, damit wir in einem geeinten Vaterland den Weg in eine glückliche Zukunft beschreiten können!



Inhaltsverzeichnis

Sorgen mit der Dreifelderwirtschaft	3
Ein Stück deutscher Geschichte	5
Thaers Lehre von der Fruchtfolge	6
Liebigs erste chemische Studien	7
Erstes Experiment mit Knallsilber	9
„Chemiker will ich werden!“	10
Lehrzeit in der Apotheke	11
Chemiestudium bei Professor Kastner in Bonn	12
Im Zentrum der Forschung — Paris	13
Die Gießener Studenten bekommen ein Laboratorium	15
Experimente sind unerlässlich	15
Eine Bresche ins Dickicht der organischen Chemie	17
Chemie der Pflanze	20
Der Humus — die einzige Nahrungsquelle der Pflanze?	21
Pflanzen als Sauerstoffherzeuger	22
Liebig untersucht Boden und Salze	24
Ein „unverschämtes“ Buch	24
Die „Agrikulturchemie“	25
Folgen des Raubbaus	27
Die Chemie soll helfen	28
Der Patentdünger — ein Rückschlag	28
Liebig erkennt seinen Fehler	29
Liebigs „Tierchemie“	30
Mineraldünger steigert die Profite der Großgrundbesitzer	31
„Neutrale Reaktion“ durch Kalk	32
Ein neuer Fortschritt — Thomasmehl	33
Kali — ein Abraum Salz	34
Chilesalpeter — ein Stickstoffdünger	34
Das Haber-Bosch-Verfahren: Stickstoff aus der Luft	35
Vierfache Ernteerträge — ein Sieg der Wissenschaft	37
Unser Lehrmeister — die Sowjetunion	38
Das Trawapolnaja-System, eine neue Fruchtfolge	40
Dünger und moderne Maschinen helfen unsere Planaufgaben erfüllen ..	42
Erfüllung des Plans — Erhöhung des Lebensstandards	43



UNSERE WELT

GRUPPE 1

Märchen und Geschichten

Fahrten und Abenteuer

Menschen und Tiere

Singen und Musizieren

Aus fernen Ländern

Dichtung und Wahrheit

Unsere Schule

Bilder und Bauten

Wir diskutieren

Für die gerechte Sache

Zeitgenossen erzählen

Der Vorhang geht auf

Spiel und Sport

Unsere Heimat

GRUPPE 2

Mathematik

Physik und Geophysik

Chemie

Biologie

Geographie und Geologie

Astronomie und Astrophysik

Aus der Geschichte
der Naturwissenschaften

GRUPPE 3

Wie wir uns nähren und kleiden

In Werkstatt und Betrieb

Mit Werkzeug und Maschine

Wir bauen Häuser, Dörfer, Städte

Auf Wegen, Straßen, Brücken

Wie der Mensch die Erde verändert

Aus der Geschichte
der Arbeit und Technik