Merkmalen. Dieser Schluß bedeutet keineswegs Metaphysik, denn wir erkennen 1. nicht den Wesensgrund des Körpers, sondern 2. nur *eine* allgemeinste Funktion desselben. Unser Bestreben geht dahin, die Gesamtheit dieser Funktionen aufzudecken. «Ist einmal eine Tatsache nach *allen ihren Seiten* bekannt, so ist sie eben damit erklärt und die *Aufgabe der Wissenschaft* beendet.»[2])

Wir stoßen nunmehr auf eine erste Schwierigkeit des Kontinuitätsgesetzes: das Wörtlein *Eigenschaft*. Kontinuität kann qualitativ und quantitativ sein. Ein Beispiel: das chemische Element Blei ist, qualitativ und quantitativ, ein streng umgrenzter Körper. Er wird in saurer Lösung von Schwefelwasserstoff gefällt, sein Sulfid ist in Schwefelammonium und sein Sulfat in Wasser unlöslich. So lehrt uns die qualitative chemische Analyse. Sein Atomgewicht ist 207.10. So sagt die quantitative Analyse. Das Element Blei ist mithin ein ganz bestimmter Wahrnehmungskomplex qualitativer und quantitativer Merkmale. Jetzt aber wissen wir seit Lothar Meyer und Mendelejeff, daß die Qualität der Elemente eine periodische Funktion ihres Atomgewichts, also ihrer relativen Quantität ist. Beide scheinen sich daher in einem, in irgend einem Kausalnexus zu befinden.[3]) Die Phantomchemie,[4]) wie man geistreich die Chemie der radioaktiven Elemente getauft hat, gibt uns weitere Aufschlüsse. Sie sagt aus, daß das Blei kein einheitliches Element ist, sondern ein Gemisch von verschiedenen radioaktiven Körpern, das durch 4malige Abspaltung von Helium-Atomen aus dem Radium entstanden ist. (Soddy-Fayansches Verschiebungsgesetz.) Diese Tatsachen erklären uns einerseits die Periodizität der chemischen Elemente und andererseits die starke Abhängigkeit von Quantität und Qualität.

(Schluß folgt.)

Über Kohlensäuredüngung.

Von Prof. **Edm. J. Klein**, Luxemburg.

(Schluß.)

Wenn wir einer Pflanze eine gesteigerte Menge Kohlensäure auf dem Wege der Atmosphäre zukommen lassen, dann wird allerdings unter Umständen eine größere Leistung inbezug auf Ernährung und Wachstum erzielt, wenigstens vorübergehend. Wir dürfen uns aber durch einen Augenblickserfolg nicht täuschen

---

[2]) Rob. Mayer. Bemerkungen über das mechanische Wärme-Äquivalent der Wärme 1850.

[3]) Hier sehen wir übrigens auch die enge Berührung zwischen dem Konditionismus Verworns und der Kausalität.

[4]) Soddy, La chimie des éléments radioactifs. Paris 1917.

lassen, sondern müssen kritisch untersuchen, wie wohl diese Zunahme an Stoff und Umfang zustande kommt. Um hierin wissenschaftlich vorzugehen, müssen wir auf das von Liebig aufgestellte Gesetz vom Minimum zurückgreifen: Alle Stoffe, welche zur Ernährung der Pflanze zu Gebote stehen, werden nicht jeder in gleicher Menge aufgenommen. Eine bestimmte Gewächsart nimmt von jedem eine bestimmte Dosis an, und die Zusammensetzung jenes Stoffes, welcher in der geringsten Menge vorhanden ist. Enthält beispielsweise ein Boden wenig Phosphor, wo wird auch von den andern, eventuell in Fülle vorhandenen Körpern nicht mehr aufgenommen, als die gegebene Menge Phosphor erlaubt, und eine Steigerung der Nährstoffe bleibt wirkungslos, solange man keinen Phosphor zufügt. Gibt man aber eine reiche Phosphordüngung, dann geht der ganze Konsum in die Höhe und regelt sich jetzt nach dem andern Stoff, der nun im Minimum vorliegt. Die Kohlensäure ist jedoch, dank ihrer bedeutenden Verdünnung, wohl immer gegenüber den Bestandteilen des Bodens im Minimum; vermehren wir also ihre Quantität, so werden auch größere Mengen anderer Stoffe aufgenommen, und das wird denn in letzter Linie die Hauptursache des verbesserten Ergebnisses sein. Da es gelungen ist, auf solche Weise die Menge der erzeugten Nährstoffe auf das Dreifache zu bringen, da auch dadurch die Pflanze kräftiger und widerstandsfähiger gegen Krankheiten wurde, ist es wohl gestattet, von einem Erfolge zu reden; allein er darf nicht überschätzt werden und berechtigt nicht zu uferloser Spekulation für die Zukunft.

Sobald man nämlich die Kohlensäuredüngung ein wenig weiter hinauszudehnen unternimmt, stoßen die Versuche auf Schwierigkeiten. Ich habe selbst vor Jahren im botanischen Garten zu Göttingen Erfahrungen in dieser Richtung machen können. Zur Untersuchung einer Erscheinung anderer Art zog ich dort Pflanzen unter abgeschlossenen Glasglocken und mußte natürlich, um die Ernährung auf dem Laufenden zu halten, Kohlensäure in den Raum der Glocken einblasen; ich dosierte aber die Menge nicht, sondern verfuhr großmütig und gab mächtige Quantitäten. Die Pflanzen wären mir nun alle eingegangen, wenn ich nicht beizeiten aufmerksam geworden wäre, worauf ich die Zufuhr auf Normalmaß herabsetzte.

Die Gewächse leiden also unter einem Zuviel, ob es Kohlensäure ist oder sonst was; sie sind eben an Mengen gewöhnt, wie sie sie alltäglich vorfinden, und was darüber hinausgeht, ist meistens vom Übel. Es fehlen uns eben jene Pflanzen, welche imstande wären, größere Mengen Kohlensäure natürlich zu verarbeiten. Der Gedanke der Kohlensäuredüngung ist seit *Liebig* aktuell, aber seine Verwirklichung scheiterte an dem Mangel ge-

eigneter vegetalischer Organismen. Ebenso wäre die Luftschiffahrt Jahrzehnte lang eher zur Verwirklichung gekommen, wenn man den geeigneten Motor besessen hätte; sobald dieser vorhanden war, ging es rasch. Es wird auch die Kohlensäuredüngung vorwärtskommen, wenn einmal die geeigneten Pflanzen zur Verfügung sein werden; das aber wird Zeit kosten, denn die Wege dahin sind lang und schwierig.

Wie schon bemerkt, ist die Pflanze ein lebendes Wesen, und solchen gegenüber versagen alle Kraftmethoden; der Experimentator mag tausendmal wollen, wenn die Pflanze nicht will, bleibt er in seinen Versuchen stecken. Der Mensch ist gezwungen, die Pflanze mit Reserve anzugehen: «Dürft', schönes Fräulein, ich es wagen?» — Meist bleibt sie spröde, und man muß auf Umwegen an sie heran!

Das einfache Vermehren der Kohlensäure in der die Gewächse umspülenden Luft ist ein zu grober Eingriff in den feinen Mechanismus der auf die gegebenen Zustände eingestellten Pflanze. Wir haben vorhin gesehen, daß zwar in diesem Falle die Ausbeute an erzeugten organischen Stoffen zunimmt, allein bei näherem Hinsehen erkennen wir, daß neben diesem oberflächlichen Vorteile eine tiefgreifende Schädigung des pflanzlichen Wohlseins einhergeht. Es wird wohl mehr Nahrung hervorgebracht, aber die Pflanze gelangt nicht dazu, diese zu bewältigen, und sie erstickt gewissermaßen in ihren Erzeugnissen; die Organe pfropfen sich voll, aber nicht in die Höhe und Breite wachsen sie, die Zwischenknotenstücke des Stengels werden zahlreicher, allein sie bleiben kurz, die Blätter dehnen sich nicht zu größerer Fläche, sie färben sich aber satter grün, zum Blühen kommt es nicht. Die Pflanze wird also gleichsam auf das rein vegetative Niveau zurückgeschraubt und gleicht etwa dem Masttiere, welches für die Fortpflanzung unbrauchbar geworden ist.

An und für sich sind solche Erscheinungen dem Züchter ja nicht unerwünscht. Vielfach haben wir für unsere Bedürfnisse Tiere und Pflanzen zu ihrem eigenen Nachteile derart umgeformt, daß sie ohne die stets dazwischengreifende Hand des Menschen überhaupt nicht mehr bestehen könnten. Die Verbildung aber bis zu dem Punkte, wo das Wesen sich nicht mehr vermehren und seine Art fortsetzen kann, sondern auf sein individuelles Bestehen beschränkt bleibt, muß auf die Dauer zu katastrophaler Degeneration führen. Das will in andern Worten heißen, daß für die Kohlensäuredüngung Pflanzen erwünscht wären, welche die Mästung vertrügen, ohne in ihrem Wohlbefinden beeinträchtigt zu werden, und die besitzen wir vorläufig nicht.

In der in «Stahl und Eisen» erschienenen, eingangs erwähnten Arbeit werden allerdings Resultate mitgeteilt, welche eine

andere Wertung zuzulassen scheinen; die Pflanzen wuchsen auf Kohlensäurezusatz kräftiger, alle Organe gewannen an Umfang, das ganze Gewächs lieferte gesteigerte Dimensionen! Die Sache schien also zu klappen! Doch muß gegenüber dieser nicht wegzuleugnenden Erscheinung eine gewisse Reserve geboten werden. Wenn eine Pflanze ihre Organe in die Länge streckt, so ist das nicht immer als Substanzgewinn zu buchen; ein Stengel der Kleeseide wird an seinem Vorderende länger, er baut sich jedoch gleichzeitig am Hinterende um dieselbe Menge ab; es findet keine Zunahme statt, sondern nur eine Ortsveränderung der Stoffe, und solches wird häufiger der Fall sein bei Streckungen vegetalischer Organe, die wie eigentliches Wachstum anmuten, in Wirklichkeit aber nur einen Transport bedeuten. Eine im Dunkeln wachsende Pflanze verlängert ihre Achsen und Blattstiele, aber die Stengel sind umso dünner, und Blattflächen gelangen kaum oder gar nicht zur Ausbildung, das Ganze gewinnt keinen Deut an Stoff.

Dieser letztere Fall, die Pflanze in Abwesenheit des Lichtes, leitet uns zum Verständnis der Vorgänge dieser Ordnung an und verspricht eventuelle Erklärung der bei Kohlensäuredüngung gemachten Erfahrungen. Jedes Lebewesen reagiert zweckmäßig, d. h. es versucht sich so einzurichten und zu verhalten, daß es gegenüber den Bedingungen der Umwelt sich größtmögliche Vorteile sichert. Jeder pflanzliche und jeder tierische Organismus tut daher sein Bestes, um günstige Verhältnisse zu suchen und ungünstige zu meiden, und alle Vornahme in dem Sinne bezeichnen wir als zweckmäßig. Gewöhnlich gibt es nun eine Reaktion, die jedesmal einsetzt, wenn das Lebewesen in ungünstige Zustände gekommen ist, und die darauf hinzielt, es aus ihnen herauszuführen. Die Flucht der schädlichen Einflüsse ist ja an sich ein Hingelangen zu günstigeren, Flucht ist Sucht, und das Ganze endigt zweckmäßig.

Beim Tiere wird diese «Universalreaktion» gewöhnlich veranlaßt durch einfache Ortsbewegung; das Tier flieht, es läuft, springt, fliegt oder schwimmt davon, sobald ihm Ungünstiges droht. Der Hund ergreift die Flucht, ob er nun etwas Unangenehmes sehe, höre, rieche oder gar bloß vermute; auf die verschiedenartigsten Reize antwortet er immer in derselben Weise, d. h. durch die Flucht.

Die Pflanze aber ist am Boden festgewurzelt; und doch muß auch sie zweckmäßig reagieren, aber sie kann es nicht durch die Flucht, wenigstens nicht in horizontaler Richtung wie das Tier. Es bleibt dennoch für die Gewächse eine Fluchtmöglichkeit, nämlich durch Strecken ihrer Achsenorgane, zumal der Stengel und Blattstiele, um eventuell aus ungünstigen Verhältnissen hinauszugelangen in günstige. Das ist uns ja ganz geläufig bei be-

schatteten Pflanzen; sobald eine solche nicht mehr die Lichtmenge zur Verfügung hat, welche ihr zum Wohlergehen nottut, dann reckt sie sich in die Länge dem Lichte zu, sie arbeitet sich aus dem Schatten heraus. Wir sehen auf diese Weise manche Arten des Waldbodens mit allen Mitteln emporstreben, die Keime der Kartoffelknollen im Keller wenden sich in überstürztem Längenwachstum zur Luke, durch welche der Strahl des Tages fällt; es verwirklicht sich in allen Fällen der Spruch Melchtals in Schillers Tell: «Jedes glückliche Geschöpf, die Pflanze selbst, kehrt freudig sich zum Licht.» Dieses Sichdehnen in die Länge scheint nun die wirkliche, universelle Fluchtreaktion der Pflanze zu sein: Jedesmal, wo die Bedingungen der Umwelt ungünstig in irgend einer Beziehung werden, strecken sich die Stengel, selbst wenn auch nichts damit erreicht wird; das Längerwerden bewirkt jedenfalls ein Herausgelangen aus den gegebenen Zuständen, wenn auch nicht immer ein Hineingeraten in andere, bessere. Sehr belehrend in diesem Sinne sind die Ergebnisse der Versuche über den Einfluß des Luftdruckes auf die Pflanze. Das vegetalische Individuum trägt auf seinen Schultern den ganzen Druck der Atmosphäre, d. h. ein Gewicht von rund einem Kilogramm pro Quadratzentimeter. Das macht aber der Pflanze nicht das geringste aus, da sie seit undenklichen Zeiten durch Anpassung damit im Gleichgewicht steht. Ändern wir aber den Druck, dann reagiert die Pflanze prompt. Stellen wir sie beispielsweise unter die Glocke einer Luftpumpe und verringern wir so die Last der umgebenden Luft, dann streckt sich auf einmal der Stengel, als fühle er sich vom Druck befreit. Eine falsche Deutung dieses Vorganges liegt sehr nahe, die nämlich, daß der Druck die Pflanze bislang niedergehalten habe. Das Irrige dieses Schlusses wird uns jedoch durch das umgekehrte Experiment dargetan: Stellen wir nämlich die Pflanze in den Raum der Kompressionsluftpumpe und steigern wir durch Einpressen von Luft den Druck ihrer Atmosphäre, dann sehen wir den Stengel ebenfalls länger werden. Also zweimal die gleiche Antwort auf ganz entgegengesetzte Reize; das können wir nur interpretieren, indem wir beide Reize als schädliche bezeichnen, durch deren Empfinden die Pflanze angetrieben wird, fluchtgemäß aus deren Bereich herauszuwachsen. Also Streckung ist Fluchtreaktion vor ungünstiger Beeinflussung.

Man hat uns öfter Mitteilung gemacht von Erfolgen der Kohlensäuredüngung; in der in «Stahl und Eisen» veröffentlichten Abhandlung werden bemerkenswerte Ergebnisse figürlich ad oculos demonstriert. Meiner Ansicht nach ist aber Kritik am Platze, denn es wird sich in manchen Fällen, wenn nicht in allen, mehr oder weniger um Fluchtreaktionen handeln, d. h. ein Zu-

wachs hat nicht stattgefunden, sondern nur eine Verlängerung der Pflanze im Sinne eines Herauskommens aus unangenehm empfundenen Bedingungen. Die Kohlensäure ist schwerer als Luft; sie lagert also bei Zugabe am Boden und umspült vorzugsweise die unteren Teile der behandelten Gewächse; da gewinnt die Annahme einer Fluchtreaktion wirklich viele Aussicht, da ja tatsächlich die Streckung aus den ungünstigen Verhältnissen herausführt zur Höhe, wo der Kohlensäuregehalt ein geringerer ist. Bei näherer Betrachtung der Figuren des zitierten Artikels kann man sich denn auch des Gefühls nicht erwehren, daß der dort dargestellte Effekt vielfach auf Achsen- und Blattstielverlängerung herauskommt.

Ein anderes scheint mir ebenfalls eindringlich in diesem Sinne zu sprechen; es wird nämlich angegeben, die Stengelglieder, welche unter dem Einfluß der erhöhten Kohlensäuregabe zur Entwicklung kamen, haben sich mit einem dichteren Reif von Wachs überzogen, als es sonst üblich ist. Diese Erscheinung macht doch den nachdrücklichen Eindruck einer unmittelbaren Abwehr ungünstiger Einflüsse; die Pflanze baut gleichsam einen Wall, eine schützende Wand zwischen sich und den auf sie einstürmenden Angriff von außen, sie will sich sicher stellen vor etwaiger Schädigung, und die Steigerung der Kohlensäuremenge erhält dadurch einen anderen Wert als den einer fördernden Düngung.

Man könnte sogar die Häufung der infolge der Kohlensäuresteigerung erzeugten Nahrungstoffe, wie sie mehrfach festgestellt worden ist, als schützende Reaktion werten. Wir wissen nämlich, daß die Pflanze besonders auf Verwundung und Vergiftung antwortet mit Überproduktion und Ansammlung der Produkte an der gefährdeten Stelle, wo diese Stoffe gleichsam als abwehrender Wall aufgetürmt werden. So vernarbt jede Wunde mit Wulstbildung, um den Stich eines Insektes sammeln sich in den Zellen bestimmmte Substanzen in normal nicht üblicher Menge, die Zellen einer Eichengalle enthalten bedeutend mehr Gerbstoff als irgend ein anderer Teil des Baumes. Es gibt sogar Autoren, welche die Kartoffelknolle als Galle, d. h. als pathologische Bildung auffassen, welche durch einen unbekannten Schädiger der Kartoffelpflanze hervorgerufen wird, und der hohe Stärkegehalt würde demnach auch als Stauung im Sinne der Abwehr zu erklären sein. Vielleicht läßt auch die Häufung der Substanzen in jenen Gewächsen, die in stärkere Mengen von Kohlensäure tauchen, eine Deutung nach dieser Seite zu.

Allerdings kann es dem Züchter einerlei sein, zu welchem Selbstzweck die Pflanze diese Stoffe hervorbringt und häuft; wenn sie es nur tut, das genügt ihm, und das würde die Kohlensäuredüngung trotz allem empfehlenswert machen. Allein es bleiben

doch die schon geäußerten Bedenken, daß ein abnormes Reagieren die Pflanzen schließlich zum Untergang führen muß, was dem Züchter wieder sehr unerwünscht wäre; mit verzerrten, aus dem natürlichen Geleise gehobenen Organismen weiß die Kultur nur bedingungsweise zu wirtschaften, und es wäre mit Nachdruck dahin zu trachten, daß Pflanzen erhalten würden, welche normalerweise eine höhere Dosis Kohlensäure zu vertragen und zu verarbeiten vermöchten. Solche haben wir für den Augenblick nicht; aber wir können sie uns verschaffen, und da eröffnen sich zwei Wege, von denen jeder lang sein wird, deren jeder aber verspricht, zum Ziele zu führen:

Erstens könnte man die Pflanze an gesteigerte Zufuhr von Kohlensäure gewöhnen; solches ist nicht ausgeschlossen, denn man hat es zuwege gebracht, die Pflanze an alles mögliche zu gewöhnen, an atmosphärische Extreme durch Akklimatation, an Kochsalz und andere Bodenbestandteile ungewohnter Art, an verschiedene Beleuchtung u. s. w. Man wird sie auch an vermehrten Kohlensäuregenuß gewöhnen können. Ist doch die ganze Anpassung nichts als eine Eingewöhnung im Laufe säkularer Entwicklung. Die Zeit wird allerdings dem Züchter recht lange werden, das Tempo des Fortschreitens zu den erwarteten Resultaten stimmt nicht zu der Hast heutiger Anforderungen; dafür jedoch verspricht der zweite Weg eventuell ein rascheres Erreichen des Gesuchten.

Dieser Weg wird durch die Zuchtwahl aufgetan. Unter den Nachkommen eines Individuums herrscht Variabilität, d. h. nicht sämtliche Einzelwesen derselben Herkunft gleichen sich in allem, und inbezug auf eine gegebene Eigenschaft kann man sie nach einer Kurve ordnen, da ein Individuum die Eigenschaft im Minimum, ein anderes sie im Maximum aufweisen wird, und die übrigen sich in hierarchischer Aufstellung zwischen diese beiden Extreme gruppieren. Wenn man nun das im Maximum mit der Eigenschaft bedachte Individuum zur Weiterzucht auswählt und absondert, so wird es höchst wahrscheinlich diese Eigenschaft durch Vererbung auf seine Nachkommen übertragen, und unter diesen wird es wieder eventuell eine Nummer geben, welche die Eigenschaft in noch höherem Maße besitzt und zur Weiterzucht ausgelesen werden kann. So gelangt man leicht und sicher zu einer Steigerung der Eigenschaft im Laufe der Generationen.

Bezüglich der Kohlensäureaufnahme wird es demnach auch gelingen dürfen, Pflanzenrassen zu züchten, welche die heutigen an Leistungsfähigkeit um ein Bedeutendes übertreffen. An diesem Punkte fallen wir nun auf die merkwürdige Tatsache, daß die Gewächse, welche wir heute in geläufiger Kultur haben, noch lange nicht alle im Maximum an die gegebenen äußeren Beding-

ungen angepaßt sind, und eine Steigerung ihrer funktionellen Ergebnise möglich ist, ohne daß man die Bedingungen zu steigern braucht. Eine klassische Illustration dazu bietet uns die Zuckerrübe: *Villmorin* hat durch fortgesetzte Auswahl den Zuckergehalt der Wurzel von 6 auf 26 % gebracht, ohne den Kohlensäuregehalt der Luft irgendwie zu ändern. So wird auch nach und nach zu erreichen sein, zu entsprechend selektionierten Pflanzenrassen zu gelangen, welche höhere Kohlensäurevorräte auszubeuten imstande sind, aber man verlange das nicht von den heutigen Rassen, ebensowenig wie wir von einer wilden Kuh die Milchproduktion einer hochgezüchteten Friesländerin erwarten dürfen!

Die Pflanzen von heute antworten also in einem gewissen Spielraume bereits auf Kohlensäurezusatz; das beweist, daß sie durch geschickte Behandlung zu höherer Leistung gebracht werden können; aber man muß ihnen gestatten, sich nach und nach zu dieser gesteigerten Potenz durchzuarbeiten.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Kohlensäure gegenüber den für die Ernährung in Frage kommenden stofflichen Bestandteilen des Bodens sich im Minimum befindet. Sie steht nun auch im Minimum zu den energetischen Faktoren der Außenwelt, und merkwürdigerweise geht die Anpassung der Pflanze an die gegebenen Zustände soweit, daß trotz übergroßer vorhandener Energiefülle eine vergrößerte Kohlensäuremenge doch nur bis auf eine gewisse Höhe ausgenutzt wird. Wenn diese erreicht ist, welche noch weit entfernt ist von dem Quantum Kohlensäure, welches von der sonnenseits gelieferten Energie verarbeitet werden könnte, bleibt die das Verhältnis darstellende Kurve stationär; sie verläuft von jetzt ab horizontal, welche Gabe Kohlensäure man auch zusetzen möge. Steigert man aber dann die Beleuchtung, die ja ohnehin schon viel zu stark war, dann gerät der Chemismus der Pflanze gleichsam in eine neue Erschütterung, die Kurve steigt, und es kann jetzt etwa die doppelte Quantität von eben ausgebeutet werden; dann aber steht die Kurve wieder fest, und kein Kohlensäurezusatz und keine Steigerung der lichtenergetischen Einwirkung kann mehr etwas daran ändern. Erhöht man aber jetzt die Temperatur, dann geht auf einmal auch die Kurve wieder nach oben. Das alles beweist uns, daß die inneren Einstellungsmomente der Pflanze sehr kompliziert liegen, und eine einfache Verabreichung größerer Kohlensäuremengen wird nicht genügen, um den Ertrag zu heben; da müssen viele andere Momente mitberücksichtigt werden; die Sache gestaltet sich so umständlich, daß man lieber den Spezialisten das Herauszüchten und Selektionieren geeigneter Rassen wird überlassen wollen, denn man könnte zu leicht in die Lage geraten, mit viel Aufwand wenig Ergebnis zu erzielen.

Die Gewächse lassen sich also nur in engen Grenzen über die starr gewonnene Anpassung treiben; ihre Leistungen entsprechen ihrer inneren Einfügung in die äußeren Bedingungen, und das in langer Entwicklung Erworbene kann, wenn überhaupt, dann nur sehr langsam nach und nach zurückgebogen werden.

Wir wollen auch nicht unerwähnt lassen, daß die Experimente bislang meist in Glashäusern angestellt wurden, also bei optimalen Wärme- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen; dazu bleibt zu erwägen, daß im geschlossenen Raume die Kohlensäure leicht in gewollter Konzentration erhalten werden kann, während bei der unruhigen Luft im Freien eventuelle Zugaben rasch verweht und von dem Acker desjenigen, der die Ausgabe machte, zu jenen der untätigen Nachbarn getrieben werden. Immerhin gäbe dieser Umstand eine gewisse Beschränkung.

Ein anderes drängt sich bei näherem Zusehen auf. Die in die Atmosphäre ergossene Kohlensäure, einerlei welcher Herkunft, kommt schließlich einmal irgendwelcher Pflanze zugute — rien ne se perd! Die Sache liegt ganz anders als bei der Düngung mit Salpeter und Kainit; diese Stoffe lagern nämlich in konzentrierten Massen in der Erdkruste, wo sie der Vegetation in keiner Weise zugänglich sind; viel wertvoller Stickstoff, viel wichtiges Kali wird da ungenutzt bleiben, wenn die Lager nicht ausgebeutet und ihre Bestandteile den Kulturgewächsen zugeführt werden. Das gleiche wäre der Fall, wenn die Steinkohle im Boden bliebe; aber diese wird ja ohne Rücksicht auf den Düngewert des Kohlenstoffes verbrannt und so für die Pflanzenwelt aufgeschlossen. Höchstens könnte man in Betracht ziehen, daß die von einem bestimmten Werke durch Verbrennung erzeugte Kohlensäure reserviert würde für die Kulturen dieses selben Werkes; aber darin liegt etwas Unsoziales, da die Luft bis heute noch ungeteilt als Eigentum jedes Einzelnen betrachtet wird; zudem scheinen die Elemente selbst es nicht zulassen zu wollen, da es ja unmöglich ist, die Kohlensäure über einem bestimmt abgegrenzten Felde festzuhalten, ohne daß sie zu den Nachbarn verweht wird. Die einseitige, egoistische Ausnutzung der Kohlensäure wäre also bis auf weiteres noch in etwa zu beanstanden; was in die Luft gelangt und sich mit ihr mischt, gehört der Allgemeinheit! Anders täte es aussehen, wenn die Steinkohle nur noch verbrannt würde, um Kohlensäure zur Düngung herzustellen; dann natürlich bedingten die Produktionskosten ein Eigentumsrecht des Produzenten.

Im ganzen bleibt also die Frage gestellt; sie ist noch weit von der definitiven Lösung entfernt, aber sie ist nicht aussichtslos. Man darf nicht hoffen, in nächster Zeit etwas Annehmbares zu verwirklichen, denn in biologischen Problemen, zumal wenn das Moment «Entwicklung» mittut, muß der Faktor Zeit in Anrech-

nung gebracht werden, und über den verfügen wir nicht nach Belieben, sondern sind auf Warten und Harren angewiesen. Wollten wir schroff vorgehen, so könnten wir anfangs scheinbar ein gewisses Resultat notieren, aber wir dürften auch die behandelten Pflanzen in dem Grade schädigen, daß der Verlust den Gewinn weit überstiege. Zudem wäre es uns nicht möglich, der Pflanze etwas Erbliches anzufügen, und man müßte immer aufs neue unter den gleichen unbrauchbaren Bedingungen von vorne anfangen. Will man zu gutem Ende gelangen, muß man für das Einzelwesen den Weg der Anpassung, für eine Sorte oder Art jenen der Auslese beschreiten; vielleicht kann dann einst wahr werden, was die Ingenieure herausrechnen, daß nämlich ein Werk von 1000 Tonnen Roheisenerzeugung bei 950 Tonnen Kohlenstoff, den es verbrennt, 4000 Kilogramm Kartoffeln als Nebennutzung ernten mag.

Die Selektion, in richtiger Weise geleitet, ist ungemein mächtig; der kalifornische Zuchthexenmeister *Lutter Burbank* bringt die gewagtesten Stücke in punkto Pflanzenerzeugung zuwege, und er selbst sagt, auf diesem Gebiete sei jede Frage lösbar, wenn man es nur anzufassen wisse und sich Zeit gebe; die Pflanze sei in der Hand des kundigen Züchters wie weiches Wachs.

Zum Schluß aber sei noch bemerkt, daß nicht alle Abgase der Industrie zur Düngung zu verwenden sind, sondern nur gereinigte, d. h. von den pflanzentötenden Beimengungen befreite, denen also beispielsweise kein Chlor und kein Schwefeldioxyd mehr beigemengt sind. Jene Werke, welche solche Gase nicht ohnehin erzeugen, aber eine nachfolgende besondere Reinigung nötig machen, sind von vornherein von unserm Thema ausgeschlossen; denn die hierzu erforderten technischen Verfahren sind zu kostspielig, als daß sie sich an dem erhaltenen Pflanzenmaterial jemals zu rentieren imstande wären. Das schränkt die Aussicht auf Erfolg noch weiter ein und stimmt die Hoffnungsfreudigkeit des ersten Augenblickes merklich tiefer.

Nur aus der umsichtigen Verständigung zwischen Technik und Biologie kann das positive Ergebnis erwartet werden; gehen beide aber einig, dann dürfte eine ferne Zukunft das Wunderbare bringen, das die einseitig urteilende Technik schon jetzt mit Händen zu greifen wähnte.

Kleinere Mitteilungen.

Diejenigen unserer Mitglieder, die in den Monatsberichten des vorigen Jahres die populären Ausführungen von Herrn *Medinger* über Ballistik eingehender verfolgten, wird es interessieren, zu erfahren, daß am 30. April dieses Jahres der Altmeister des einheimischen Waffengewerbes, Herr *Joseph Schwartz*,