

XIX.

Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen.

Von

Julius Sachs.

Der Zweck der vorliegenden Abhandlung ist ein rein praktischer; es kommt mir darauf an, auf Grund mehrjähriger Erfahrungen zu zeigen, wie man eine der häufigsten und verderblichsten Pflanzenkrankheiten, die Chlorose, die ganz vorwiegend in gut gehaltenen Gärten auftritt, mit geringen Kosten und unbedeutendem Zeitaufwand beseitigen kann. Werthvolle, oft lange Jahre in den Gewächshäusern gepflegte Topf- und Kübelpflanzen verfallen plötzlich der Chlorose und endigen ihr kostspieliges Dasein auf dem Composthaufen; noch häufiger werden die Freilandpflanzen davon befallen, besonders wenn der Boden sehr humusreich und der Sommer sehr feucht ist, wie gerade in diesem Jahre (1888). Besonders peinlich ist es, wenn Sträucher und Bäume, auch perennirende Stauden, die man 10—15 Jahre lang, oft unter schwierigen Verhältnissen gepflegt hat, anfangen sehr hellgrüne, im nächsten Sommer weiße Blätter zu erzeugen, und wenn man dann zusehen muß, wie die anfangs nur an einzelnen Ästen aufgetretene Krankheit sich mehr und mehr in der Laubkrone ausbreitet, bis nach 4—5 Jahren kein grünes Blatt mehr zu sehen ist; dabei wird der Strauch oder Baum von Jahr zu Jahr schwächer, bis er endlich gar nicht mehr austreibt und nur noch als Brennholz zu verwerthen ist. Während dieses langjährigen Siechthums verunstalten solche Pflanzen den Garten in ihrer Umgebung; ihre endliche Entfernung hinterläßt eine unliebsame Lücke, und wenn es sich um Fruchtbäume oder sonst rentable Kulturen handelt, so kommt auch der Geldschaden noch in Betracht.

Ich glaube daher, dass die sehr einfache Methode, welche ich zur Beseitigung der Chlorose anwende, manchen Pflanzenzüchtern willkommen sein wird. Auch für die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung ist die praktische Beschäftigung mit der Chlorose von Bedeutung; denn man stößt hierbei auf Probleme, die erst durch weitere und langwierige Forschung zu lösen sein werden.

Wären diese Zeilen für Pflanzenphysiologen bestimmt, so könnte ich nun ohne Umstände auf die Mittheilung meiner Erfahrungen übergehen. Praktischen Pflanzenzüchtern aber möchte ich vorerst sagen, was wir bisher über die Ursache der Chlorose und ihre Heilbarkeit durch Eisensalze wissen¹⁾; ich beschränke mich dabei, dem Zweck entsprechend, auf das, was zum Verständniß der mitzutheilenden Erfahrungen nöthig ist.

Seit alter Zeit ist die Thatsache bekannt, daß unter Umständen (aber bei kräftiger Beleuchtung) die sich entfaltenden Blätter eines Zweiges, statt grün zu werden, völlig weiß erscheinen, rein weiß, wie weißes Papier, oder auch mit einem Schimmer in's Grüne, der dann längs der Rippen und Nerven der Blätter dunkler ist; in manchen Fällen können diese chlorotischen Blätter auch einen gelblichen Ton haben, was von besonderen Stoffen herrührt, die nicht näher bekannt sind (z. B. *Aristolochia tomentosa*). Die typische Form der Chlorose ist aber die rein weiße Färbung der entfalteten Blätter, die sonst ihre normale Gestalt haben, auch meist die normale Größe, nicht selten aber auch etwas kleiner sind als die gesunden grünen Blätter. — Sehr gewöhnlich sind an langen Sproßachsen die ersten 5—10 oder mehr Blätter grün, die folgenden hellgrün, die späteren aber völlig weiß. An älteren Bäumen (z. B. Roßkastanien) kommt es vor, daß mitten in der mächtigen und normal grünen Laubkrone ein einzelner Ast allein schneeweiße Blätter trägt; bei jüngeren Bäumen und kleineren Sträuchern erscheinen mit Eintritt der Krankheit gewöhnlich alle Blätter hellgrün oder rein weiß. Auch kommt es vor, daß an einem alten Baume (z. B. Birken, Ahorn u. s. w.), dessen Krone nur gesunde grüne Blätter trägt, einzelne Triebe aus der Stammbasis herauswachsen, die nur weiße Blätter tragen.

Daß diese Krankheit, die Chlorose, in der gänzlichen oder theilweisen Nichtausbildung des allgemeinen grünen Pflanzenfarbstoffes, des Chlorophyllgrünes besteht, leuchtet ohne weiteres ein; die mikroskopische Untersuchung zeigt aber auch, daß die kleinen, aus eiweißartigem Stoff bestehenden, weichen Körnchen, die im normalen Blatt den grünen Farbstoff in sich enthalten, in den chlorotischen Blättern nicht vorhanden oder mangelhaft ausgebildet sind. Trotz dieser fehlerhaften Organisation können die chlorotischen Blätter nicht nur, wie schon gesagt, bis zu oft normaler Größe heranwachsen, sondern auch nicht selten den ganzen Sommer über saftig bleiben; zuweilen aber werden sie nach einigen Wochen mißfarbig und sterben ab.

Für die therapeutische Behandlung der Chlorose ist es nun sehr wichtig, das Auftreten derselben so zeitig als möglich zu erkennen, was keineswegs so leicht ist, wie man glauben könnte. Wenn die Krankheit in entschied-

¹⁾ Das bis zum Jahre 1865 darüber Bekannte findet man in meinem »Handbuch der Experimentalphysiologie« Leipzig 1865 p. 442 gesammelt; eine kurze neuere Darstellung in meinem Werk: »Vorlesungen über Pflanzenphysiologie« 2. Aufl. 1887 p. 267.

denster Energie auftritt, so sind allerdings schon die jüngsten Blätter, noch wenn sie sehr klein und in der Knospenlage gefaltet sind, weiß, und wenn man dies rechtzeitig wahrnimmt und die Eisendüngung sofort vornimmt, so werden diese Blätter in auffallend kurzer Zeit grün und erscheinen dann, völlig entfaltet, durchaus normal. Aber sehr häufig, zumal bei Sträuchern und Bäumen, bemerkt man im Frühjahr bei dem Austreiben der Laubknospen nichts Abnormes; die noch gefalteten kleinen, jungen Blätter sind grün. Bei weiterem Wachsthum aber, wenn sie sich nun flach ausbreiten und ihre Fläche beträchtlich größer wird, stellt es sich heraus, daß nur die vorspringenden Blattrippen und oft auch die dünnen Fäden der Blattnervatur grün sind, daß dagegen die dünne Blattlamelle selbst, welche zwischen den Rippen und Nerven ausgespannt ist, um so weißer erscheint, je mehr sie an Fläche gewinnt (z. B. *Bocconia cordata*, *Castanea vesca* u. a.). Zuletzt sind diese Blätter groß und anscheinend ganz weiß, erst genauere Besichtigung zeigt nun, daß die chlorotischen Blätter noch grüne oder grünliche Rippen und Nerven haben. Bemerkt man nun die Krankheit erst in diesem Stadium, wo die Blätter oft eine sehr beträchtliche Größe erreicht haben (z. B. *Magnolia tripetala*), so kommt man mit der Eisendüngung für das laufende Jahr meist schon zu spät und muß die Wirkung im nächsten Frühjahr abwarten, wenn man nicht etwa das Eisensalz in sehr verdünnter Lösung auf die Blätter selbst aufpinselt, was aber nur für wissenschaftliche Zwecke lohnt, denn einen chlorotischen Baum würde man auf diese Art nicht zum Ergrünen bringen, ohne große Mühe und Zeit zu verwenden.

Für die gärtnerische Praxis ist diese Erfahrung besonders wichtig; denn wer dieses Verhalten nicht kennt, und die unten zu beschreibende Eisendüngung im Sommer anwendet, ohne einen günstigen Erfolg wahrzunehmen, kann leicht zu dem Fehlschluß verleitet werden, das Verfahren taue überhaupt nichts.

Für die praktische Verwerthung der Eisendüngung beachte man also vor allem, daß ein Ergrünen der chlorotischen Blätter nach wenigen Tagen nur dann zu erwarten ist, wenn dieselben noch nicht oder soeben erst ausgewachsen sind. Zuweilen können auch solche Blätter noch im Sommer ergrünen, die schon mehrere Tage chlorotisch und völlig ausgewachsen waren, meist aber geschieht dies nicht und die Wirkung der Eisendüngung macht sich in demselben Sommer erst an den noch nachwachsenden Blättern geltend, so daß man an dem Gipfel eines derartigen Sprosses (z. B. *Bocconia cordata*) jüngere, dunkelgrüne Blätter erhält, während die älteren, am unteren Theil derselben Sproßachse befindlichen noch wie vorher chlorotisch sind.

Man lasse sich daher durch einen scheinbaren Mißerfolg nicht abschrecken und warte, wenn man in solchem Fall die Eisendüngung angestellt hat, das Austreiben der Sprosse im nächsten Frühjahr ab.

Es ist vielleicht gut, darauf hinzuweisen, daß die Nichtausbildung des grünen Farbstoffs auch auf anderen Ursachen, als bei der Chlorose, beruhen kann. Die als Etiolement (Vergeilen) bekannte Krankheit beruht auf Lichtmangel¹⁾; die im finsternen Raum erwachsenen Laubblätter sind aber nicht weiß, sondern gelb und werden, wenn sie nicht schon verdorben sind, durch Einwirkung auch schwachen Lichtes grün, ohne daß Eisendüngung nöthig wäre. — Im zeitigen Frühjahr oder noch öfter in der ersten Hälfte des Juni (in Deutschland), wo regelmäßig ein namhafter Rückgang der Temperatur eintritt, entstehen bei sehr vielen in wärmeren Gegenden heimischen Pflanzen neue Blätter, die, ähnlich den etiolirten, zwar wachsen, aber gelb (nicht weiß) bleiben; diese Abnormität tritt bei vollem Tageslicht ein (in Gegensatz zum Etiolement) und beruht auf einer zu geringen Temperatur; derartige Blätter werden durch Aufenthalt in einem warmen Raum oder, wenn später wärmeres Wetter eintritt, grün (so z. B. bei Bohnen, Gurken, Getreidepflanzen, zumal Mais, ganz besonders auch bei geringer Junitemperatur bei *Mimosa pudica*).²⁾

Indessen bedarf es nur dieses kurzen Hinweises, um die etiolirten und die durch zu niedere Temperatur nicht ergrüneten Blätter von den chlorotischen zu unterscheiden; sie sind eben nicht weiß wie diese, sondern gelb und werden auch nicht durch Eisendüngung grün.

Die schädliche, selbst tödtliche Wirkung der Chlorose ist durchaus begreiflich. Zu den am sichersten festgestellten Thatsachen des Pflanzenlebens ist es zu rechnen, daß es die chlorophyllhaltigen Zellen der grünen Pflanzentheile sind, in denen die Kohlensäure der Luft zersetzt wird, wobei aus dem Kohlenstoff derselben unter Verbindung mit den Elementen des Wassers zunächst Stärke oder ein ihr gleichwerthiger Stoff (Zucker) entsteht. Aus diesem ersten Assimilationsprodukt entstehen nach und nach alle übrigen organischen Stoffe, aus denen der Pflanzenkörper sich aufbaut; oder, könnten wir auch sagen, jedes Atom Kohlenstoff, welches in der Pflanze in irgend einer chemischen Verbindung enthalten ist, war ursprünglich in der Kohlensäure der Luft enthalten und ist durch die, vom Licht angeregte, Thätigkeit des Chlorophylls in den Stoffwechsel der Pflanze eingeführt worden. Die Wichtigkeit dieser Thatsache leuchtet auch dem mit der wissenschaftlichen Pflanzenphysiologie nicht Vertrauten leicht ein, wenn man weiß, daß alle Pflanzenstoffe Kohlenstoff enthalten und daß nahezu die Hälfte der ganzen Trockensubstanz jeder Pflanze aus Kohlenstoff besteht.

Die gesammte Stoffbildung der Pflanze hängt also von der Thätigkeit

1) Ausführlicheres darüber in meinen »Vorlesungen über Pfl.-Physiol.« Leipzig 1887. 2. Aufl. p. 537.

2) Eine ausführliche Untersuchung über dieses Thema habe ich in der Zeitschrift »Flora« Regensburg 1864 p. 497 ff. veröffentlicht.

des Chlorophylls ab; fehlt dieses, wie bei den chlorotischen Pflanzen, so ist auch die Neubildung organischer Pflanzenstoffe unmöglich; ist es in zu geringer Quantität vorhanden, wie bei den halbchlorotischen Pflanzen, so ist die Assimilation nicht hinreichend, die zu einem kräftigen Wachsthum nöthigen Pflanzenstoffe zu liefern; und eher oder später wird auch in diesem Falle der Tod eintreten, weil ein großer Theil der Pflanzensubstanz durch Bildung von Holz, Kork, Harz, ätherischen Ölen, Gummi n. s. w. dem Lebensprozeß entzogen und die noch lebensfähige Masse durch Athmung langsam zerstört wird. Die chlorotischen Pflanzen leben nur so lange, als der früher, vor dem Eintritt der Chlorose, angesammelte Vorrath von Stoffen hinreicht, das Leben und besonders das Wachsthum zu unterhalten. Eine chlorotische Pflanze verhungert, und zwar um so rascher je vollständiger die Chlorose ist, d. h. je vollständiger der Mangel an Chlorophyll, je reiner weiß die Blätter sind.

Die Ursache der Chlorose wurde vor 39 Jahren zuerst durch ihre Heilung entdeckt; ein französischer Chemiker Gris fand 1849, daß chlorotische Pflanzen ergrünen, wenn man sie mit Eisenlösungen begießt, und ich zeigte 1860, daß, wenn man Pflanzen mit wäßrigen Nährstofflösungen ernährt, aber das Eisen ausschließt, Chlorose eintritt, die man durch Eisenzuführung wieder beseitigen kann, daß also diese Krankheit willkürlich hervorgerufen und geheilt werden kann.

In die Zellen der Laubblätter muß also Eisen eindringen, wenn sich das Chlorophyll ausbilden soll. Das ist nun schon 3—4 Jahrzehnte bekannt; ich habe aber nicht erfahren, daß diese wissenschaftlich festgestellte Thatsache auch in der Pflanzenkultur praktisch verwerthet worden wäre; die Landwirthe und Gärtner halten sie sogar für ein Kuriosum, mit dem sich die Pflanzenphysiologen abfinden mögen, welches aber praktisch nicht weiter in Betracht komme. Bis zu einem gewissen Punkte haben sie auch Recht; denn von der Feststellung der genannten Thatsache im Laboratorium an einzelnen Versuchspflanzen bis zu ihrer Verwerthung im praktischen Leben liegt noch ein weiter Weg, wie das Folgende zeigen wird; es ist sehr leicht, einer einzelnen kleinen chlorotischen Pflanze das Eisen so zuzuführen, daß ihre Blätter ergrünen und also funktionsfähig werden, es ist aber oft schwierig, ja kaum möglich, wenn es sich um große Bäume oder um kräftige Sträucher handelt. Eine kleine, in wäßrigen Nährstofflösungen kultivirte und künstlich chlorotisch gemachte Pflanze wird in 2—3 Tagen grün, wenn man dem ihre Wurzeln umspülenden Wasser einige Milligramm Eisensalz zusetzt, sie verdirbt aber, wenn man ihr etwas zu viel Eisen giebt. Die Sorge, daß durch einen zu reichlichen Eisenzusatz die chlorotische Pflanze getödtet werden könne, veranlaßte auch mich vor langen Jahren, nur sehr verdünnte Lösungen zur Eisendüngung zu verwenden, und der Erfolg war dann ein negativer, obgleich dieselbe Eisenlösung, direkt auf die Blätter aufgetragen, diese zum Ergrünen brachte.

sbildung
Chlorose,
it beruht
itter sind
n verdor-
aß Eisen-
er ersten
Rückgang
Gegenden
wachsen,
m Tages-
geringen
warmen
z. B. bei
auch bei

irten und
chloroti-
lern gelb

haus be-
Pflanzen-
er grünen
d, wobei
enten des
ker) ent-
und nach
aufbaut;
es in der
rsprüng-
om Licht
Pflanze
uch dem
leicht ein.
und daß
s Kohlen-

hätigkeit

„Leipzig

Zeitschrift

Ähnliche Erfahrungen mögen auch wohl manchen Andern irre geführt haben. Dazu kommt noch, daß man Bäume, Sträucher, Stauden chlorotisch werden sieht, wenn ihre Wurzeln in einem Boden wachsen, der sogar reichliche Mengen von Eisen enthält, und daß von zwei gleichartigen Pflanzen, die neben einander in derselben Erde wachsen, die eine gesund, die andere chlorotisch sein kann.

Dies Alles zeigt, daß die von GRIS und mir gemachte Entdeckung, daß Chlorose auf Eisenmangel beruht, doch nicht so ohne weiteres praktisch verwertbar ist; vielmehr bedarf es vielfältiger Erfahrungen an in der Erde wachsenden Pflanzen im Gewächshaus oder im freien Land, um ein praktisch verwertbares Urtheil zu gewinnen. Was ich in dieser Richtung bis jetzt zur Klärung der Sache erfahren habe, ist allerdings noch vielfach lückenhaft, aber es ist wenigstens brauchbar und mag hier kurz zusammengefaßt sein.

Es dürfte wohl nur äußerst selten vorkommen, daß die in dem Erdraum, den die Wurzeln durchwachsen, enthaltene Eisenmenge so gering wäre, daß sie zur Chlorophyllbildung der betreffenden Pflanze nicht hinreicht; denn einerseits zeigen alle Bodenanalysen mehr, gewöhnlich viele hundertmal mehr davon, als nöthig wäre, und andererseits wachsen gewöhnlich die Wurzeln verschiedener Pflanzen so dicht neben einander, daß im Falle eines wirklichen Eisenmangels im Boden alle darin eingewurzelten Pflanzen chlorotisch sein müßten, was ich noch nie beobachtet habe; vielmehr sind es immer nur einzelne Exemplare, während die anderen Chlorophyll bilden. In solchen Fällen, und diese sind bei in dichten Rasen wachsenden Pflanzen (z. B. bei *Convolvulus arvensis*) die gewöhnlichen, bleibt wohl keine andere Annahme übrig, als die, daß die Ursache der Chlorose in irgend einer Funktionsstörung der betreffenden Pflanze selbst liegt, einer Störung, die sie verhindert, das thatsächlich vorhandene und für gesunde Wurzeln aufnehmbare Eisen für sich zu benutzen. Es ist hierbei aber wohl zu beachten, daß eine geeignete Eisendüngung die Chlorose dennoch beseitigt; es liegt also nicht eine absolute Unfähigkeit der Wurzeln, Eisen aufzunehmen, vor, sondern nur das in der Erde irgendwie gebundene Eisensalz ist der kranken Pflanze versagt. Könnte man nun in solchen Fällen zunächst an eine funktionelle Störung der Saugwurzeln oder speziell der von ihnen erzeugten Wurzelhaare denken (eine Frage, die ich hier nicht entscheiden kann), so zeigen dagegen manche Vorkommnisse, daß die Störung auch in den saftleitenden Organen des Stammes oder einzelner Äste eines Baumes zu suchen sein dürfte. Ich habe hier speziell einen vor vielen Jahren beobachteten sehr großen Roßkastanienbaum als Beispiel anzuführen, wo mitten unter den anderen Ästen mit normalen Blättern nur ein einziger, etwa 20 cm dicker Ast rein weiße chlorotische Blätter trug, deren Zahl wohl 2000 übersteigen durfte. Weniger auffallende Beispiele sind aber auch sonst nicht allzu selten. Doch mußte man vielleicht hier solche Bäume

und Sträucher ausschließen, bei denen ein oder einige Äste auf einer Seite des Stammes allein chlorotisch sind oder nach und nach im Lauf mehrerer Jahre es werden, weil die Wurzeln auf dieser Seite kein Eisen aufnehmen; denn durch die von mir schon früher (»Vorlesungen über Pfl.-Phys. 1887 p. 267«) beschriebenen Versuche, wo die Eisenlösung durch einen Trichter in das Holz des Stammes chlorotischer Robinien (*Kugelakazien*) eintrat und dann nur die senkrecht über diesem befindlichen Zweige ihre Blätter ergrünen ließen, ist bewiesen, daß der aufsteigende Saftstrom in bestimmten Bahnen sich bewegt und nicht ohne weiteres sich im leitenden Holz allseitig ausbreitet. Man wird also, wenn Äste eines Baumes nur auf einer Seite des Stammes chlorotische Blätter tragen, annehmen dürfen, daß die Wurzeln dieser Seite kein Eisen zuführen; aber auch die andere Annahme ist nicht ausgeschlossen, daß an irgend einer Stelle das den Saftstrom leitende Holz eine funktionelle Störung erlitten habe.

Muß ich es nun einstweilen dahingestellt sein lassen, worin diese Störungen bestehen mögen, welche vielleicht die Wurzeln hindern, das faktisch im Boden befindliche Eisen aufzunehmen oder das vielleicht aufgenommene Eisen an seinem weiteren Transport durch das Holz des Stammes oder einzelner Äste zu verhindern, so kann ich dagegen eine bestimmte Ursache anführen, welche in gewissen Fällen die Chlorose an sonst gesunden Holzpflanzen hervorruft¹⁾; diese Ursache besteht in einem allzu-raschen Wachstum; blattreiche Sprosse können so rasch sich verlängern und so rasch hinter einander zahlreiche Blätter bilden, daß die Aufnahme und der Transport des zur Chlorophyllbildung nöthigen Eisens in der gegebenen Zeit nicht hinreicht, um dem Bedürfniß zu genügen. Zu dieser Folgerung gelangte ich vor mehreren Jahren, als ich im Laufe zweier Winter an zahlreichen etwa 8—10 jährigen Bäumen und Sträuchern eine sehr ausgiebige Lichtung der Kronen vornehmen ließ; es wurden große Äste oder zahlreiche kleinere Zweige abgenommen, um den Holzpflanzen eine passendere Form zu geben. Die Folge war, daß nun im folgenden Frühjahr die übrig gelassenen Äste mit überraschender Gewalt austrieben, in wenigen Wochen entstanden aus unscheinbaren Winterknospen Sprosse von 2 oder 3 Meter Länge. Die ersten Blätter dieser Sprosse (z. B. von *Robinia pseudacacia*, *Spiraea opulifolia*, *Castanea vesca*, *Quercus cerris* und *Q. robur* u. v. a.) waren normal grün, dann folgten an denselben Sproßachsen hellgrüne, endlich zahlreiche ganz weiße Blätter. Mit der nach dem Beschneiden ohnehin gesteigerten Blattbildung war ein rascher Eisenverbrauch verbunden, denn Chlorophyll mußte mit ungewöhnlicher Ausgiebigkeit und Geschwindigkeit

1) Eine erste kurze Mittheilung über den Einfluß der Wachstumsgeschwindigkeit auf die Entstehung der Chlorose habe ich in der Zeitschrift »Naturwissenschaftliche Rundschau« (Braunschweig 1886 Nr. 29 gegeben, wo auch Einiges über die Beziehung des Eisens zum Chlorophyll überhaupt gesagt ist in der Abhandlung: »das Eisen und die Chlorose der Pflanzen von J. SACHS«.

erzeugt werden; das ging anfangs, als die Winterknospen austrieben, denn diese verfügten über den Eisenvorrath, den die Wurzeln und Stämme früher aufgespeichert hatten. Als dieser Vorrath aber aufgezehrt war, mußte das Eisen aus der Erde aufgenommen werden; das ging offenbar nicht schnell genug und zudem wurde der Weg, den das Eisen in dem leitenden Holz der Äste zurückzulegen hatte, täglich länger; denn das Metall mußte den sozusagen vorauseilenden Gipfelknospen der Sprosse nachfahren, um dort zur Chlorophyllbildung verwendet zu werden. Bei diesem sonderbaren Wettrennen aber waren offenbar die aufnehmenden und leitenden Organe nicht leistungsfähig genug und so entfalteten sich die Blätter, je höher an den Sprossen, desto reiner weiß. — Daß es sich dabei aber wohl mehr um eine zu spärliche Aufnahme des Eisens aus der Erde, als um eine zu langsame Fortleitung im Holz handelte, dürfte aus dem sehr günstigen Erfolg der nunmehr vorgenommenen Eisendüngung zu entnehmen sein. Die sehr reichliche Eisenzufuhr zu den Wurzeln im Juni und Juli bewirkte nach wenigen Tagen das Ergrünen und in einigen Wochen waren alle, auch die unterdessen neu gebildeten Blätter normal grün.

Auch in den letzten Jahren habe ich immer wieder ähnliche Erfahrungen gemacht: je kräftiger die Holzpflanzen sind und je üppiger sie nach starkem Zurückschneiden im nächsten Frühjahr austreiben, desto sicherer tritt dann die beschriebene Form der Chlorose ein. Jedoch muß bemerkt werden, daß verschiedene Spezies der Holzpflanzen in verschiedenem Grade reagiren, was wohl auf die verschiedene Energie der Wurzelthätigkeit und die verschiedene Leitungsfähigkeit des Holzes zu beziehen wäre. Ulme und Weinstock sind wenig geneigt, nach starker Beschneidung chlorotisch zu werden, *Glycine sinensis* und *Spiraea opulifolia* reagiren außerordentlich stark.

Die hier vorgetragene Ansicht findet in verschiedenen allgemeinen Wahrnehmungen eine weitere Stütze; vor Allem in der Erfahrung, daß die Chlorose auf Wiesen, Feldern und in Wäldern, wo das Wachstum im allgemeinen kein sehr üppiges ist, nur spärlich vorkommt, auf unfruchtbarem Boden äußerst selten; bei dem langsamen Wachstum haben die Wurzeln Zeit genug, den Pflanzen das geringe Quantum Eisen auch aus einem recht eisenarmen Boden zuzuführen. Ganz anders in Gärten, wo man durch alle Mittel der Kunst das Wachstum zu beschleunigen sucht und wo eben dadurch die oben beschriebene Ursache der Chlorose hervorgerufen wird.

In demselben Sinne deute ich nun auch die wiederholt gemachte Erfahrung, daß die Zahl der chlorotischen Kräuter und Holzpflanzen in regenreichen Sommern viel größer ist, als in solchen mit dauernder Trockenheit; auch im gegenwärtigen regenreichen Sommer (1888) finde ich dies wieder: sowohl im botanischen Garten zu Würzburg, wie in den ausgedehnten, die Stadt umgebenden Parkanlagen machen sich zahlreiche Triebe von perennirenden Wiesenpflanzen (besonders *Convolvulus arvensis*), Sträuchern

und Bäumen mit völlig weißen Blättern bemerklich: letztere vorwiegend als Wurzelausschlag an älteren, grün belaubten Bäumen (z. B. Pappeln und Birken). Offenbar bewirkt reichliche Feuchtigkeit des Bodens und der Luft ein rasches Wachstum der Laubspresse und in Folge dessen einen zu ausgiebigen Bedarf an Eisen zum Ergrünen der neuen Blätter, der eben nicht in entsprechendem Maße befriedigt wird.

Beachtenswerth ist die in solchen Fällen hervortretende Thatsache, daß das Eisen sozusagen an den unteren Seitensprossen größerer Stämme vorbeiströmt; so möchte ich es nämlich auffassen, wenn der aufsteigende Transpirationsstrom der mächtigen Baumkrone hinreichend Eisen zur Chlorophyllbildung in unzähligen Blättern zuführt, während ein kleiner Sprößling an der Basis des Stammes chlorotische Blätter erzeugt. Ähnlich macht sich auch nach der Eisendüngung chlorotischer Coniferen (z. B. *Abies balsamea* u. a.) bemerklich: haben sämtliche Frühjahrstriebe aus den Winterknospen der horizontalen Seitenzweige weiße Nadeln produziert und ebenso der Gipfeltrieb des Hauptstammes, so ergrünen dann gewöhnlich zuerst der letztgenannte und die obersten Seitenzweige, später die mittlere und zuletzt die untersten, obgleich man, der Länge des Weges entsprechend, den das Eisen zu nehmen hat, gerade das umgekehrte Verhalten erwarten dürfte.

Auch bei den in Warmhäusern überwinterten Topf- und Kübelpflanzen verschiedenster Art entstehen chlorotische Blätter nicht selten dann, wenn sie im Mai oder Juni in's Freie gestellt werden. Die schon im Gewächshaus in den Knospen angelegten jungen Blätter entfalten sich nun in der warmen Luft, auch wohl in Folge der stärkeren Erwärmung der Wurzeln durch direktes Sonnenlicht, mit besonderer Schnelligkeit, während die besonders an der Innenseite der Töpfe und Kübel dicht gedrängten Wurzeln nicht genug Eisen aufnehmen können. Bei langsam wachsenden Topfpflanzen, wie sie von Privatleuten an Fenstern erzogen werden, und wie ich sie zu wissenschaftlichen Studien seit mehr als 30 Jahren in großer Zahl kultivirt habe, ist mir kein Fall von Chlorose vorgekommen.

Für die Praxis der Gartenkultur ergibt sich aus dem Mitgetheilten, daß man gut thun würde, zur Verhinderung der Chlorose Alles zu vermeiden, was ein allzur schnelles Längenwachsthum der Laubspresse und eine gar zu ausgiebige Blattbildung in kurzer Zeit herbeiführt; verständige Pflanzenzüchter werden am besten wissen, wie das zu erreichen ist. Doch darf nicht vergessen werden, daß auch andere Ursachen der Chlorose vorkommen und daß auf alle Fälle ein reichlicher Vorrath an löslichen Eisensalzen in der Erde, wenn nöthig ein Ueberschuß derselben, die Chlorose heilt oder von vornherein verhindert.

Wenn ich nunmehr zum Hauptgegenstand dieser Abhandlung, zur Mittheilung meiner Methode der Eisendüngung und ihrer Ergebnisse übergehe, so wird es gut sein, sogleich (was oben schon angedeutet wurde) darauf aufmerksam zu machen, daß es sich bei der Heilung der Chlorose

oder bei der Verhinderung ihres Eintretens, nicht darum handeln kann. sehr verdünnte Eisensalzlösungen anzuwenden, wie bei der Ernährung von Versuchspflanzen mit wäßrigen Nährstofflösungen im Laboratorium, wo die Wurzeln das Eisensalz direkt aufnehmen können und wo daher ein sehr geringes Quantum genügt und zur Vermeidung einer Vergiftung der Pflanze nicht überschritten werden darf. Einige Milligramme des Eisensalzes (Eisenvitriol oder -chlorid) in einem Liter Wasser aufgelöst genügt, daß eine vorher chlorotisch gewordene Versuchspflanze mit 6—10 Blättern in 3—4 Tagen vollständig ergrünt.

Bei den in Blumentöpfen oder gar im freien Land eingewurzelten Pflanzen aber kommt ein neuer und durchaus maßgebender Faktor in Betracht: die sogen. Absorption des Eisens in dem Vegetationsboden. Ohne auf weitläufige wissenschaftliche Diskussionen eingehen zu wollen, möchte ich für Leser, die nur das praktische Interesse im Auge haben, bemerken, daß gewisse mineralische Nährstoffe der Pflanzen in dem Vegetationsboden in einer Form enthalten sind, die man als den absorbirten Zustand bezeichnet; es betrifft dies besonders das Kali, die Phosphorsäure und das Eisen. In diesem absorbirten Zustand sind diese Stoffe im Boden derart gebunden, daß sie durch Wasser schwer, fast gar nicht aufgelöst werden; dennoch werden sie von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, weil diese, mit ihren Saugorganen den Bodentheilen fest anliegend, mit ihren sauren Oberflächen die absorbirten Stoffe auflösen und in den Pflanzenkörper einführen.

In einem solchen Zustand befindet sich nun auch das Eisen, welches die Wurzeln zum Zweck der Chlorophyllbildung in den Blättern aufnehmen müssen. Man kann sich leicht davon überzeugen. Füllt man einen großen Trichter mit Garten- oder Ackererde, die man zunächst mit Wasser übergießt, um sich zu überzeugen, daß das durchlaufende Filtrat kein Eisen enthält, so kann man nun eine angemessene Quantität einer hinreichend verdünnten Eisensalzlösung (Chlorid oder Eisenvitriol) aufgießen, von der man sich vorher überzeugt hat, daß sie mit einem empfindlichen Eisenreagens deutlich reagirt. Untersucht man nun das durch die im Trichter enthaltene Erde gegangene Filtrat, so findet man darin kein Eisen, weil es von der Erde absorbirt worden ist. Besser und sicherer ist es, die fragliche Erde in einen Glasballon zu bringen und dann eine Eisensalzlösung aufzugießen; nachdem man das Ganze längere Zeit geschüttelt hat, gießt man den Brei auf das Filter eines Trichters und untersucht nun das durchgelaufene Wasser. War genug Erde und nicht zu viel Eisensalz gemengt worden, so findet man nun in dem Filtrat keine Spur von dem Eisen, welches in der beigemengten Lösung enthalten war. Es ist, wie man sagt, von der Erde absorbirt worden. In sehr einfacher und verständlicher Form hat man den Vorgang, wenn man etwa 400 g Kreidepulver (kohlen-sauren Kalk) mit einer wäßrigen Lösung von etwa 4 g Eisenvitriol (schwefelsaurem

Eisenoxydul $Fe SO_4 + 7 H_2 O$) schüttelt und dann filtrirt. In dem durchgelaufenen Wasser ist keine Spur von Eisen chemisch nachweisbar, weil die Verbindung desselben zersetzt worden ist; es hat sich schwefelsaurer Kalk gebildet, der im Filtrat enthalten ist, und kohlensaures Eisen, welches in dem überschüssigen kohlensauren Kalk (Kreide) sich festgesetzt hat und in »absorbirtem Zustand« zurückbleibt.

Ganz ähnlich verhält sich nun auch unsere vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehende Gartenerde, mit der ich nach dem angegebenen Verfahren mehrere Versuche vorgenommen habe, die indessen je nach dem Ort, wo die Erde entnommen war, verschiedene Ergebnisse lieferten, weil bei derartigen Beobachtungen noch sehr verschiedene Faktoren mitwirken. Die hier anzugebenden Zahlen haben daher auch nur den Zweck, dem in diesen Dingen nicht bewanderten Leser eine ungefähre Idee von dem Sachverhalt zu geben; der Vegetationsboden des botanischen Gartens, den ich benutzte, ist sehr kalkreich und humusarm; bei einem sandigen, lehmigen oder sehr humusreichen Boden würde man natürlich andere Zahlen erhalten. So fand ich denn 1885, daß 1000 Liter Erde von einer Stelle des Gartens das Eisen von 5 kg Eisenvitriol (des käuflichen Salzes) vollständig absorbirten, und ebenso konnten 1000 Liter Erde derselben Art das Eisen von 24 kg käuflichen Eisenchlorids so absorbiren, daß in dem durchgelaufenen Filtrat keine Spur davon nachzuweisen war. — Bei einigen Versuchen im Frühjahr 1888 mit unserer Gartenerde, von einer anderen Stelle entnommen, fand ich, daß 1000 Liter (lufttrockener) Erde das Eisen von 9 Kilo käuflichen Eisenvitriols, d. h. 4,8 Kilo Eisen absorbirten. Ich muß aber bemerken, daß unsere Gartenerde, die sich dem Aussehen nach von besserer Ackererde hiesiger Gegend nicht sehr unterscheidet, ohnehin schon beträchtliche Mengen von absorbirtem, in Wasser nicht löslichem Eisen enthält, wie man sofort erfährt, wenn man dieselbe mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure extrahirt und den Auszug mit gelbem Blutlaugensalz versetzt; der sehr starke blaue Niederschlag zeigt, daß unser kalkreicher Boden auch reich an Eisen ist. Daß dieses reichliche Quantum von Eisen aber noch lange nicht hinreicht, unsere Gartenerde als mit Eisen absorptiv gesättigt erscheinen zu lassen, zeigen die vorhin genannten Versuche. — Ähnlich, wie im hiesigen botanischen Garten, liegen die Dinge nun gewiß in den meisten Gärten: die Erde enthält absorbirte Eisenverbindungen, weit mehr als die Pflanzen bei normalem langsamem Wachstum brauchen; aber dennoch können sie chlorotisch werden, weil die sich entfaltenden Blätter zu wenig oder gar kein Eisen zur Chlorophyllbildung erhalten; und ebenso steht fest, daß ein reichlicher Eisenzusatz zu der Erde, der aber selbst noch nicht hinreicht, dieselbe absorptiv zu sättigen, es bewirkt, daß die chlorotisch gewordenen Pflanzen nach kurzer Zeit oder im nächsten Jahre Chlorophyll in ihren Blättern bilden. Es liegt in dieser Thatsache, wie aus allem bisher Gesagten folgt, etwas bisher Unerklärliches, was aber

Niemanden davon abhalten wird, die Eisendüngung als Remedium gegen die Chlorose zu verwenden. Auch die Chlorose des menschlichen Körpers kann ja durch reichlichere Eisenzufuhr geheilt werden, obgleich dieselben Personen in ihrer Nahrung ebenso viel Eisen aufnehmen, wie die nicht chlorotischen. In beiden Fällen handelt es sich also darum, dem kranken Organismus einen Überschuß von Eisen darzubieten.

Als ich nun vor mehreren Jahren bemerkte, daß das Aufgießen von dünnen Eisenvitriollösungen (etwa 1 : 400) auf die Erde der Topfpflanzen und im freien Land keinen merklichen, oder doch keinen ausreichenden Erfolg gegen die Chlorose ergab, sagte ich mir, daß dies wohl nur daran liegen könne, daß die kleineren in der Lösung enthaltenen Eisenmengen von den direkt getroffenen Erdseichten sofort absorbiert werden und gar nicht bis zu den tieferen Saugwurzeln vordringen können. Andererseits aber mußte ich beachten, daß größere Quantitäten starker Eisenlösungen leicht schädlich wirken könnten, wenn sie bis zu den Saugwurzeln vordringen und diese plötzlich umspülen. So verfiel ich auf das Auskunftsmittel, das Eisensalz in theils gröberen, theils feineren Körnern der Erde in der Nähe der Wurzeln einzuverleiben. Es kam darauf an, dem von den Wurzeln durchwachsenen Bodenraum ein sehr reichliches Quantum Eisensalz darzubieten und womöglich so, daß die Wurzeln nicht etwa von einer konzentrierten Lösung getroffen würden; vielmehr sollte das Eisensalz sich langsam in der Erde selbst auflösen, die der chemischen Beschaffenheit der Erde entsprechenden Zersetzungen erfahren, so daß eine daraus resultirende Eisenverbindung im »absorbirten« Zustand im Boden sich vertheilt, um dann von den fortwachsenden Wurzeln aufgelöst zu werden. — Durch das Aufgießen einer großen Menge verdünnter Eisenlösung auf die Erde rings um die Pflanze herum würde man dies nicht mit Sicherheit erreichen, weil die noch nicht absorptiv gesättigten oberen Erdseichten das geringe Quantum des Eisens festhalten würden, so daß den tiefer liegenden Wurzeln nichts davon zugeführt würde.

Die Wurzeln eines 5—6 jährigen Baumes, etwa einer Robinie, Edelkastanie, Ulme, eines großen Strauches von *Spiraea opulifolia*, einer Tanne oder Kiefer durchwachsen nun nach meinen allerdings nur gelegentlichen Erfahrungen den Erdraum von mindestens 4 Kubikmeter, der in hiesigen Garten das Eisen von 5—9 Kilo Eisenvitriol vollständig absorbiren kann, so daß das Eisen im Bodenwasser nicht mehr löslich ist, also von den Wurzeln selbst erst aufgelöst werden muß. — Man könnte also ohne Gefahr einer Eisenvergiftung des Baumes oder Strauches dem Kubikmeter Erde 5—9 Kilo Eisenvitriol beimengen. Bei älteren Bäumen und Sträuchern, wo die Wurzeln ein Bodenvolumen von 5—10 und mehr Kubikmetern durchwachsen, wäre selbst eine Düngung mit 25—90 Kilo Eisenvitriol kaum gefährlich.

Nun ist aber zu bedenken, daß man das grobkörnige Eisensalz doch

nur bis zu einer Tiefe von 20—40 cm in den zwischen den Wurzeln aufgehackten Boden einbringen kann, daß zunächst nur die benachbarten Schichten sich absorptiv damit sättigen und daß die gerade in Tiefen von 20—50 cm entwickelten Wurzeln es vorwiegend sind, welche bei großen Pflanzen die Nahrungsaufnahme besorgen, wenn auch unter Umständen die bis 1—2 m tiefgehenden von großer Bedeutung für den Baum sein können. Es ist also offenbar nicht nöthig, um etwa eingetretene Chlorose zu beseitigen, daß der ganze von Wurzeln occupirte Bodenraum mit Eisen gedüngt werde, wenn nur diejenige Erdschicht es ist, wo die große Mehrzahl der Saugwurzeln sich entwickelt. Nehmen diese reichlich Eisen auf, so wird das Quantum für die ganze Pflanze genügen. Statt also 5—9 Kilo pro km Eisenvitriol einzubringen, werden auch 2—3 Kilo genügen oder selbst noch weniger, und die Erfahrung bestätigt durchaus diese Erwägung, was sowohl wegen Arbeitskosten, wie wegen des Preises des Eisensalzes nicht ohne praktische Bedeutung ist, wenn man 50—100 Bäume und Sträucher von der Chlorose heilen will.

Eine größere Schwierigkeit erwächst bei der praktischen Ausübung der Eisendüngung aus der Thatsache, daß die in einer Tiefe von 20—50 cm wachsenden Saugwurzeln einer älteren Holzpflanze bis zu 2, selbst 3 und 4 m und mehr von der Stammbasis sich entfernen und daß gerade diese kräftig wachsenden, weit austreichenden Wurzeln für die Eisenaufnahme wohl die geeignetsten wären. Es ist aber in einem Garten kaum ausführbar, den Boden um den Stamm eines Baumes oder um das Centrum eines Strauches im Umkreis eines Radius von 2—4 m aufzuhacken und das Eisen einzubringen. Die benachbarten Pflanzen, besonders auch der Rasen würden dabei beschädigt, die Schönheit und Ordnung der Pflanzengruppen verunstaltet werden.

Meine Erfahrungen lassen keinen Zweifel, daß hier eines der wesentlichsten Hindernisse für befriedigende Ergebnisse der Eisendüngung bei älteren chlorotischen Holzpflanzen liegt. Man muß sich im Garten meist darauf beschränken, das Eisen in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ —1 m um den Baumstamm einzubringen und bei älteren Bäumen ist dies offenbar nicht hinreichend; in dieser meist nöthigen Einschränkung liegt die Hauptsache, wenn es nicht gelingt, ältere Bäume schon im 1. oder 2. Jahre nach der Eisendüngung völlig von der Chlorose geheilt zu sehen.

In Erwägung dieser Sachlage und nachdem ich mancherlei minder zweckmäßige Methoden aufgegeben, lasse ich nun bei Sträuchern und Bäumen im freien Land je nach dem Alter derselben in 50—100 cm Entfernung (Radius) vom Stammgrund einen kreisrunden Graben von 20 bis 30 cm Breite und Tiefe auswerfen oder aber den Boden zwischen den dickeren Wurzeln centrifugal vom Stamm ausstrahlend mit der Hacke tief aufreißen, zum Theil auswerfen und, wenn das Erdreich zu trocken ist, so viel Wasser nachgießen, daß die entblößten und tiefer liegenden Boden-

schichten und Wurzeln gut durchtränkt werden. — Alsdann wird der käufliche Eisenvitriol so wie er eben ist, oder nachdem die größten Stücke zerschlagen worden sind, eingestreut; je nach der Größe des Baumes, also auch des gemachten Kreisgrabens oder der aufgehackten radiären Bodenlockerungen zwischen den ausstrahlenden Wurzeln verwende ich nun nach Gutdünken 2—3, auch wohl 6—8 Kilo Eisenvitriol auf einen Baum oder Strauch. Das Eisensalz besteht nun zum Theil aus feinem Pulver, zum größeren Theil aus etwa erbsengroßen Körnern und endlich aus Stücken von Haselnuß- bis Wallnußgröße. Die eingestreute Salzmasse wird mittels der Hacke mit der unterliegenden Erdschicht gemischt, dann nach und nach die ausgeworfene Erde hereingezogen und wieder mit dem Salz gemischt und so fort, bis die ausgeworfene Erde wieder eingefüllt, so viel als möglich mit dem Eisen gleichmäßig gemischt und eingeebnet ist. Schließlich wird nun reichlich bewässert, entweder 6—10 große Gießkannen (400—450 Liter Wasser) aufgegossen oder, wenn man es haben kann, der Schlauch der Wasserleitung auf einige Minuten angelegt.

So löst sich nun das feinere Pulver des Eisenvitriols sofort auf und wird die Lösung von dem rasch nachströmenden Wasser in die tieferen Erdschichten geführt, bevor das Eisen in den oberen ganz absorbiert wird. Die größeren Körner lösen sich erst in den späteren Tagen, wenn es regnet oder gegossen wird, langsam auf, so daß die ihnen benachbarten Erdtheile sich absorptiv mit Eisen sättigen. Die größten Eisenvitriolstücke endlich findet man im Herbst, oder im nächsten Jahre noch an Ort und Stelle, wo sie eben hingefallen waren, aber in eine rostbraune, weiche, teigige Masse, in Ocker, verwandelt.

Der durch diese Düngung eingeleitete Prozeß besteht nun im Wesentlichen offenbar darin, daß die Auflösung des Eisenvitriols, je nach der Größe der Körner und Stücke, auf längere Zeit vertheilt wird; künstliche Bewässerung oder Regen bringen nach und nach die Auflösung der größeren Körner zu Stande, die ihnen benachbarten Bodentheile absorbieren die jedesmal gelösten Eisentheile; an den Stellen, wo zufällig große Eisenvitriolstücke liegen, bildet sich Ocker. Für die Pflanze ist der Vorgang also ein ganz wesentlich anderer, als wenn man eine im Laboratorium in wäßrigen Nährstofflösungen erzogene Pflanze mit ihren Wurzeln in eine verdünnte Eisenzugabe setzt; hier kann sie dieselbe unmittelbar aufnehmen; bei unserer Eisendüngung dagegen kommt es darauf an, daß der von den Wurzeln durchwachsene Boden das Eisen reichlich absorbiert, d. h. in Form von kohlensaurem (gelegentlich wohl auch von phosphorsaurem) Eisen an den Oberflächen der Erdpartikel niederschlägt und festhält. Unser Düngungsverfahren hat also nicht die Absicht, die Wurzeln der chlorotischen Pflanzen mit einer Eisenzugabe zu überschwemmen, sondern vielmehr die Bodentheile mit einem feinen Überzug niedergeschlagener Eisenverbindungen zu versehen. — Dieses geschieht aber bei unserem

Verfahren keineswegs überall im Boden gleichmäßig, was auch gar nicht nöthig ist.

Die nach der Eisendüngung neu gebildeten und die schon vorhandenen sich noch verlängernden dünnen (meist haarfeinen) Saugwurzeln wachsen nun in diese mit »absorbirtem« Eisen versehenen Bodenschichten und Bodenbrocken hinein, sie bilden hier, fortwachsend, täglich neue Wurzelhaare, die sich den mit Eisenniederschlag bedeckten Bodentheilen dicht anlegen und mit ihrer sauren Oberfläche denselben auflösen und aufsaugen.

Der Erfolg unserer Eisendüngung hängt also bei den Freilandpflanzen vorwiegend davon ab, daß von den unzähligen feinen Saugwurzeln womöglich recht zahlreiche in die mit absorbirtem Eisen versehenen Bodentheile eindringen, um mit ihren sauren Wurzelhaaren das Eisen aufzulösen und in die Pflanze einzuführen. Diejenigen Leser, denen die hier ange deutete Thätigkeit der Wurzeln in der Erde nicht hinreichend bekannt sein sollte, darf ich auf das in meinen »Vorlesungen über Pflanzenphysiologie« Gesagte verweisen.

Etwas einfacher dürfte der Vorgang bei den in Töpfen und Kübeln eingewurzelten (meist exotischen und oft tropischen) Kulturpflanzen nach der Eisendüngung sich gestalten. Bei älteren derartigen Pflanzen findet man, wenn sie »ausgetopft« werden, die größte Masse der saftigen, lebens thätigen Wurzeln an der Innenseite des Topfes oder Kübels angepreßt, oft plattgedrückt und nicht selten eine ununterbrochene Schicht bildend; diese Wurzeln sind gar nicht von Erde umgeben, höchstens nach innen hin in Berührung mit dieser. Daß da die Aufnahme von mineralischen Nährstoffen eine sehr erschwerte ist, leuchtet ein. Es sind wohl vorwiegend die im Wasser enthaltenen Salze, welche bei dem täglichen Begießen über die Wurzeloberflächen strömen, die den geringen Nährstoffbedarf der im Topf oder Kübel wachsenden Pflanze decken; das Eisen mag bei Topfpflanzen wohl vorwiegend aus den Wandungen des Blumentopfes stammen, dessen rothe oder braune Farbe ja eben von Eisen in der Thonmasse des Topfes herrührt. — Die Beachtung dieser Umstände ergiebt aber auch, daß bei Topf- und Kübelpflanzen das wiederholte, reichliche Begießen mit verdünnten Eisenlösungen ein rasches Ergrünen der chlorotischen Blätter bewirkt, was bei Freilandpflanzen nicht geschieht. Die aufgegossene verdünnte Eisenlösung läuft eben rasch zwischen dem dichten Wurzelgeflecht hinab und kommt, ohne vorher von der Erde absorbirt zu sein, mit den sehr ausgedehnten Wurzeloberflächen in Berührung, die nun einen Theil davon aufnehmen. Aber deshalb darf man auch nur verdünnte Eisenlösungen benutzen. — Bei großen Töpfen und Kübeln kann man aber, wie ich mich vielfach überzeugt habe, dasselbe Verfahren anwenden, wie bei Freilandpflanzen; die obere Erdschicht in dem Gefäß wird gelockert oder abgetragen, das grobkörnige Eisensalz aufgestreut, und zwar in recht reichlicher Menge (etwa eine Handvoll auf einen Topf von 2—3 Liter) dann

mit Erde bedeckt und nun das tägliche Begießen bei den ins Freie gestellten Topfpflanzen in gewohnter Weise fortgesetzt. Die Wirkung ist bei Topfpflanzen meist eine überraschend günstige und sichere; oft ergrünen die chlorotischen Blätter großer Topfpflanzen schon nach 5—6 Tagen, jedenfalls nach 8—10 Tagen, wenn sie im Mai oder Juni gedüngt worden sind und die chlorotischen Blätter überhaupt noch im Stande sind zu ergrünen; jedenfalls kommen dann im Winter oder nächsten Frühjahr grüne Blätter. Man darf eben niemals vergessen, daß die chlorotischen Blätter in sehr kurzer Zeit nach ihrer Entfaltung die Fähigkeit grün zu werden verlieren und daß dann die scheinbar unwirksame Eisendüngung ihre günstige Wirkung erst dadurch zu erkennen giebt, daß die später neu auftretenden Blätter grün aus den Knospen kommen.

Das wäre nun also Alles, was ich im allgemeinen über die Wirkung der Eisendüngung bei chlorotischen Pflanzen zu sagen habe, insofern es sich um die praktische Pflanzenkultur handelt.

Wenn ich nun zum Schluß eine Anzahl von Beispielen vorführe, so geschieht es, weil dabei noch manches Wissenswerthe zu erwähnen ist, was sich in allgemeiner Betrachtung nicht wohl anbringen ließ, und weil durch diese Beispiele das allgemein und abstrakt Gesagte anschaulicher wird; auch könnte wohl mancher Pflanzenzüchter dieses oder jenes Beispiel direkt für sich verwerten. Übrigens sind diese Beispiele nur unter vielen anderen mit Eisen behandelten chlorotischen Pflanzen ausgewählt; es sind solche, über welche ich speziellere Notizen gemacht habe.

I. Holzpflanzen im freien Land.

1. Quereusarten. Ein junges Bäumchen von *Q. dentata*, etwa 1 m hoch, war wegen formlosen Wuchses im Winter zu 1884 stark beschnitten worden und brachte im Sommer fast ausschließlich hellgrüne und weiße Blätter. Das Aufgießen von sehr verdünnter Eisenlösung gab kein Resultat, wohl aber wurden die Blätter nach wenigen Tagen grün, als ich noch verdünntere Eisenchloridlösung (etwa 1 auf 1000) auf die chlorotischen Blätter pinseln ließ. Im Frühjahr 1885 aber kamen wieder halb und ganz chlorotische Triebe; als Anfangs Juni die beschriebene Eisenvitrioldüngung reichlich angewendet war, wurden die noch jungen weißen Blätter grün in 5—6 Tagen. Seitdem ist das Bäumchen kräftig herangewachsen und seine auffallend großen Blätter zeichnen sich durch besonders dunkelgrüne Färbung aus.

Ich habe überhaupt vielfach wahrgenommen, daß die reichliche Düngung mit Eisenvitriol nicht nur das Ergrünen, sondern auch einen besonders üppigen Wuchs hervorruft, was wohl auf die chemischen Zersetzungen zu schieben ist, die durch die Zerlegung des Eisensalzes im Boden (z. B. die Bildung von schwefelsaurem Kalk aus kohlen-saurem) veranlaßt wird;

wahrscheinlich ist dabei aber auch³ die sehr kräftige Assimilation bei der durch das Eisen gesteigerten Chlorophyllbildung von Bedeutung.

Eine größere Zahl anderer junger Eichen, *Q. robur*, *palustris*, von 3 bis 4 m Höhe, die, nachdem sie vor 2—3 Jahren erst gesetzt waren, neben allgemeiner Kränklichkeit auch theilweise chlorotisch wurden, sind nach reichlicher Eisendüngung ebenfalls ergrünt und gekräftigt.

2. *Spiraea*-Arten. Unter diesen war ein sehr üppig wachsender Strauch von *Sp. opulifolia*, nachdem derselbe im Winter zu 1883 sehr stark zurückgeschnitten worden, im Frühjahr 1884 in geradezu bedenklichem Grade chlorotisch geworden; auf die ersten grünen Blätter der mit enormer Kraft wachsenden neuen Triebe folgten bald sehr zahlreiche weiße Blätter, die nach der im Juni vorgenommenen sehr reichlichen Eisendüngung nur noch theilweise ergrüntem. Im zeitigen Frühjahr 1885 wurde nochmals Eisenvitriol gegeben, worauf die neuen Jahrestriebe ganz grüne Blätter brachten, obgleich sie sehr schnell in die Länge wuchsen und in 6—7 Wochen 2—2,5 m lang wurden. In den letzten drei Sommern ist der Strauch nicht nur ganz grün, sondern auch sehr üppig.

Von anderen *Spiraeen* erwähne ich nur kleine Sträucher von *Sp. salicifolia* und *Sp. Douglasii*, welche im Frühjahr 1888 sehr hellgrüne Blätter brachten, am 2. Juli erst gedüngt wurden und am 19. Juli völlig ergrünt waren. Ein kleiner Strauch von *Sp. carpinifolia* hatte am 2. Juli ganz weiße Blätter, die aber am 19. normal grün gefunden wurden. In allen diesen Fällen war die Wirkung wohl schon früher eingetreten, dieselbe konnte aber nicht früher beobachtet werden.

Bei einer auf derselben *Spiraeen*abtheilung des Gartens stehenden *Exochorda grandiflora*, die im Winter zu 1885 sehr ausgiebig zurückgeschnitten war, zeigten sich die ersten Anzeichen der Chlorose erst 1887. Gedüngt wurde sie erst im Juni 1888, als fast alle sehr langen Jahrestriebe nahezu ganz chlorotisch waren. Ein großer Theil der jüngeren Blätter ergrüntem bis Mitte August, andere sind noch Ende August weiß, z. Th. weil sie schon zu alt waren, z. Th. weil die Eisendüngung nicht allseitig und tief genug an die aus der Erde getrennt hervortretenden Hauptäste des Strauches gebracht werden konnte.

3. Besondere Erwähnung verdient ein junger Baum von *Castanea vesca*. Ein älteres gesundes Exemplar war in dem kalten Winter 1879—80 bis an die Bodenoberfläche erfroren. Nachdem der Stamm abgesägt war, kamen im folgenden Frühjahr zahlreiche Triebe aus dem Wurzelstock, von denen nach und nach alle bis auf einen entfernt wurden. Dieser wurde anfangs mehr in Strauchform, dann aber durch Zurückschneiden im Frühjahr 1885 als Hochstamm behandelt. Dieser kräftige Eingriff bewirkte, daß der Baum im Frühjahr 1886 chlorotisch wurde; auf wenige grüne Blätter jedes Jahrestriebes folgten chlorotische, was aber, weil die Rippen und dünneren Blattnerven grün waren, erst bemerkt wurde, als Ende Juni die

Blätter sich ganz flach entfalteten. Die erst im Juli vorgenommene Eisendüngung kam zu spät, nur die jüngsten Blätter ergrünten noch theilweise, die älteren chlorotischen verdarben im Juli und August, indem die Blattränder und die zwischen den seitlichen Rippen liegenden Partien der dünnen Blattlamelle sich bräunten und vertrockneten. — Auch im Frühjahr 1887 litten die neuen Triebe wieder an Chlorose; offenbar war der zur Düngung gemachte kreisförmige Graben zu klein, sodaß die unter ihm weiter hinstreichenden Saugwurzeln kein oder zu wenig Eisen bekamen. — Am 20. Mai 1888 endlich wurde der neu angelegte Graben größer hergestellt und nun war die Wirkung eine günstigere bei 3 Kilo Eisenvitriol. Die Mehrzahl der Blätter war auch diesmal noch theilweise, selbst ganz chlorotisch ausgetrieben; aber am 15. Juni machten sie infolge der Düngung alle den Eindruck normaler grüner Blätter; nur ein, dem Hauptweg des Gartens zugekehrter größerer Ast blieb theilweise chlorotisch: offenbar hatten die ihm entsprechenden Wurzeln kein oder zu wenig Eisen bekommen, da sie sich unter der Steinlage des Weges ausbreiten mußten, auch bei der Anlage desselben (1885) vielfach beschädigt worden waren. Die kurz nach der Eisendüngung ergrünt Blätter dieses Astes erwiesen sich nachher aber doch noch krank; die Blattränder und die zwischen den primären Seitenrippen liegenden Theile der dünnen Blattlamelle wurden Anfang August braun und trocken, nur die Rippen und die ihnen benachbarten Streifen der Blattlamelle blieben grün. Abgesehen von diesem Aste ist die gesammte Baunkrone auch im September noch dunkelgrün und gesund.

4. Ein junger Hochstamm von *Magnolia tripetala*, circa 2,5 m hoch und 3—4 cm dick, war 1887 chlorotisch geworden, was ich leider erst im Juli bemerkte. Sämmtliche 40—50 Blätter waren völlig entfaltet, flach, 25—35 cm lang und 15—20 cm breit; nicht rein weiß, sondern hellgelblich, die Rippen mit einem Stich ins Grüne; sämmtlich saftig und anscheinend ganz gesund. Ich ließ sofort die Eisendüngung besorgen, der Erfolg war aber gering, nur äußerst langsam im Verlauf des Juli und August trat eine Spur von grüner Färbung auf, die man aber nur aus größerer Entfernung wahrnahm. Die Blätter blieben übrigens saftig bis zum Herbst und fielen in normaler Weise ab. Im Mai 1888 kamen die neuen Blätter wieder sämmtlich chlorotisch, beinahe weiß, aber mit deutlich grüner Nervatur. Als sie am 20. Mai ausgewachsen waren, wurde von Neuem mit Eisen gedüngt, der Kreisgraben erweitert. Am 15. Juni (nach 26 Tagen) hatten sämmtliche Blätter eine fast normal grüne Färbung, die aber selbst Ende August noch etwas heller war, als bei ganz normalen. Offenbar war auch hier der Kreisgraben bei etwa 60—70 cm Radius noch zu klein.

Nebenbei sei bemerkt, daß die ganz gleichmäßige Chlorose aller Blätter dieser Magnolie aus der Sproßbildung derselben zu erklären ist. Während bei den Spiraeen und in minderm Grade auch bei *Castanea* die aus den

Winterknospen kommenden Jahrestriebe je eine größere Zahl von Blättern an einer Sproßachse bilden und dem entsprechend die zuerst entfalteten gewöhnlich grün, die folgenden theilweise, die späteren aber ganz chlorotisch sind, trägt dagegen jeder kleinere Sproß der Magnolie nur 3—4 Blätter dicht über einander, die schon sämmtlich in der Winterknospe angelegt sind und sich beinahe wie gleichalterige Blätter verhalten. Der Eisenmangel trifft daher die wenigen Blätter einer Sproßachse gleichmäßig. Bei den genannten Eichen verhält sich die Sache ähnlich.

Ein Strauch von *Magnolia Yulan*, etwa maunshoch, mit einigen hundert Blättern, war 1887 ebenfalls fast ganz chlorotisch, wurde mit jener anderen gleichzeitig gedüngt und ergrünte z. Th. schon im selben Sommer; im Frühjahr 1888 entstanden nur grüne und zwar ganz normal dunkelgrüne Blätter, so daß Niemand errathen hätte, der Strauch sei 1887 fast ganz chlorotisch gewesen.

Ganz ähnlich wie diese Pflanze verhielt sich ein Exemplar der Schlingpflanze *Schizandra sinensis*.

5. *Celastrus orixa*. Drei, circa 60—80 cm hohe, breit und vielfach verzweigte Sträucher zeigten schon seit 5—6 Jahren ein nicht ganz erklärliches Verhalten. Sie brachten in jedem Frühjahr grüne, meist hellgrüne Blätter, die dann Ende Juni und im Juli völlig weiß wurden. Ich hielt dies längere Zeit für eine Zerstörung des Chlorophylls durch intensives Sonnenlicht, dem diese Pflanzen ausgesetzt waren. — Indeß ließ ich sie 1887, als sie wieder weiße Blätter hatten, mit Eisen düngen und war überrascht, zu sehen, daß diese theilweise oder sogar ganz ergrünten, was ich, aus dem eben genannten Grunde, gar nicht erwartet hatte; die Sträucher waren also wirklich chlorotisch. Anfang Juni 1888 wurden sie nochmals reichlicher mit Eisen gedüngt und Mitte Juli (nach 6 Wochen) waren die Blätter von einem dunkel, von einem zweiten hellgrün; die des dritten Strauches waren noch weiß und blieben es auch später. Vielleicht hatte der Arbeiter diesen dritten Strauch nicht oder unzureichend gedüngt, was ich später nicht entscheiden konnte.

6. Vier, ungefähr 4,5 m hohe, reich belaubte, aber durch sehr ausgiebiges Zurückschneiden vor zwei Jahren zu übermäßig üppigem Wachsthum veranlaßte Sträucher von *Chionanthus virginiana* (Oleaceen) wurden im Frühjahr 1888 theilweise chlorotisch, die Blätter nicht ganz weiß, sondern hellgrün. Anfangs Juni mit Eisenvitriol gedüngt, waren sie nach 5—6 Wochen vollkommen normal grün.

7. Ein vier- oder fünfjähriges, etwa 4,5 m hohes Bäumchen von *Carya olivaeformis* verhielt sich ebenso wie No. 6.

8. *Robinia pseudacacia*. Nach dem oben Gesagten kann es nicht auffallen, daß gerade dieser vielverbreitete und wenig anspruchsvolle Baum recht häufig chlorotisch wird. Besonders nach kräftigem Zurückschneiden und Lichten der Krone erscheinen Jahrestriebe von 3—4 m Länge,

die sie in 80—100 Tagen erreichen. Indessen beschränkt sich die Chlorose der sehr zahlreichen, an einer so langen Sproßachse sitzenden Blätter meist darauf, daß die von den Rippen und stärkeren Nerven entfernteren Theile der dünnen Blattlamelle sehr hellgrün oder auch weiß werden, wogegen jene intensiv grün sind. Bemerkt man die Chlorose in diesem Anfangszustand, was auch von vielen anderen Holzpflanzen gilt, so ist sie durch Eisendüngung in demselben Sommer und Herbst, oder im zeitigen Frühjahr der folgenden Vegetationsperiode gewöhnlich sofort heilbar. So war es z. B. bei einem circa 5 m hohen dreijährigen Bäumchen, welches 1888 Ende Juni mit Eisen versehen wurde und binnen 4—5 Tagen schon deutliches Ergrünen erkennen ließ, welches in 10—14 Tagen zu voller, normaler Chlorophyllfarbe fortschritt.

Man kann aber auch üble Erfahrungen machen. Ich führe ein Beispiel nur deshalb an, weil Jemand, der die Eisendüngung zuerst anwendet und einen so schlimmen Erfolg sieht, leicht abgeschreckt werden könnte. — Da hatte ich vor circa 12 Jahren eine Robinie an eine Stelle pflanzen lassen, von der ich nicht wußte, wie es im Untergrund aussieht. Der Baum wuchs einige Jahre recht kräftig und hatte normal grüne Blätter. Vor fünf Jahren fing ein großer Ast an, theilweise chlorotisch zu werden; im folgenden Jahre waren seine Blätter ganz weiß, mit einem Stich ins Gelbe. Ich ließ diesen Theil der Baumkrone mit sehr verdünnter Eisenvitriollösung aus einer Druckpumpe bespritzen, worauf nach wenigen Tagen die meisten chlorotischen Blätter ergrünten, die meisten freilich nur theilweise, wie immer in solchen Fällen, wo einzelne Tropfen der Eisenlösung auf den Blattoberflächen hängen bleiben. Zunächst war damit aber die Chlorose als solche konstatirt. — Im folgenden Jahre ließ ich einen Graben von 2 m Radius um den Stamm herum machen; es wurden 5—6 Kilo Eisenvitriol eingestreut, auch einige Kilo Kalisalpeter, um den zur Bildung der Chlorophyllkörner nöthigen Stickstoffgehalt zu erhöhen, und dann wurden etwa 2—3000 Liter Wasser zugeleitet. — Der Erfolg war miserabel; die Blätter des chlorotischen Astes wurden ein wenig hellgrün, aber die der anderen Äste nahmen auch nur sehr hellgrüne Färbung an. Als 1887 der Baum wieder, und zwar diesmal in erhöhtem Maße chlorotisch war, wurde 2—3 m vom Stamme entfernt ein breiter und tiefer Graben ausgeworfen, wobei sich ergab, daß die Wurzeln sich auf einem alten unterirdischen Gemäuer verbreiteten, welches sie an ihrer Funktion wesentlich hindern mußte. Es wurde abermals ein Quantum von 10 Kilo Eisen eingeworfen, Wasser in großer Menge eingeleitet und der Graben zugedeckt. Es trat kein Erfolg ein und im Jahre 1888 sind nun alle Blätter des Baumes hell gelblich weiß, kein einziges mehr grün, trotz wiederholter Eisendüngung.

Wollte man nun etwa glauben, die Krankheit des Baumes sei gar nicht durch Eisen heilbar, so widerspricht dem die Thatsache, daß in einem früheren Jahre die mit Eisen bespritzten Blätter ergrünten. Der ungünstige

Die Chlorose
Blätter meist
eren Theile
n, wogegen
Anfangszu-
e durch Ei-
en Frühjahr
so war es z.
1888 Eude
deutliches
r, normaler

Beispiel nur
t und einen
— Da hatte
en, von der
uehs einige
Jahren fing
nden Jahre
ließ diesen
aus einer
sten chloro-
wie immer
a Blattober-
e als solche
Radius um
ingestrent,
phyllkörner
— 3000 Liter
es chloroti-
ste nahmen
ieder, und
— 3 m vom
wobei sich
mäuer ver-
mußte. Es
Wasser in
kein Erfolg
blich weiß,

ei gar nicht
B in einem
ungünstige

Verlauf der Kraukheit kann wohl nur dadurch erklärt werden, daß die jungen Saugwurzeln der Robinie von dem zugesetzten Eisensalz gar nicht erreicht wurden, weil sie durch das unterirdische Mauerwerk gezwungen waren, sich in Spalten zu verkriechen und ganz andere Richtungen einzuschlagen, als wenn sie in gewöhnlichem Grund gewachsen wären. Auch mochte durch die erwähnte steuige Beschaffenheit des Untergrundes die Wurzelbildung selbst sehr beschränkt sein und zugleich die Aufnahme der übrigen Nahrungssalze in zu geringer Menge stattgefunden haben. Das Mißlingen der Eisenkur darf also nicht etwa so gedeutet werden, als ob dieselbe der Chlorose gegenüber an sich unsicher wäre; das Ergrünen der mit Eisenlösung bespritzten Blätter zeigt ja die Unrichtigkeit dieser Folgerung. — Dagegen wäre es wohl möglich, daß das den aufsteigenden Transpirationsstrom leitende Holzgewebe funktionsunfähig geworden wäre; das 1886 vorgenommene Absägen eines chlorotischen Astes aus der Baumkrone ergab, daß ein mit Fäulnißstoffen erfüllter Kanal in den Stamm hinabließ, was aber nicht weiter untersucht werden konnte.

9. *Abies*-Arten. Unter diesen ist das Verhalten von drei Exemplaren der *Abies balsamea* von Interesse. Diese brachten im Frühjahr 1887 an den aus den Winterknospen entwickelten Trieben nur weiße Nadeln; es war an ihnen keine Spur von Grün zu sehen. — Die drei Bäume wurden Anfang Juni mit Kreisgräben von circa 80—100 cm Radius versehen und erhielten eine aus je etwa 2 Kilo Eisenvitriol bestehende Düngung, mit sehr ausgiebiger Bewässerung aus dem Leitungsschlauch. — Die beiden kleineren Bäumchen, nicht ganz manushoch, bis auf die neuen weißen Jahrestriebe auch recht gesund aussehend, zeigten nach wenigen Tagen schon ein deutliches Ergrünen der weißen Nadeln, die nach einigen Wochen so normal wurden, daß von ihrer früheren Chlorose gar keine Spur mehr übrig war, und so blieben auch die neuen Triebe 1888.

Ganz anders verhielt sich ein größeres, 4—5 m hohes Exemplar derselben Spezies, welches neben den vorigen wuchs. Dieser Baum war schon 1886 durch sein gar zu mageres Wesen aufgefallen und im Frühjahr 1887 kamen alle Triebe aus den Winterknospen mit schneeweißen Nadeln, was ich erst Mitte Juni bemerkte. Die sofort in einem Kreisgraben von circa 1 m Radius vorgenommene reichliche Düngung mit Eisenvitriol bewirkte in den nächsten Wochen ein langsam fortschreitendes Ergrünen der weißen Nadeln, vom Gipfel des Hauptstammes nach unten hin fortschreitend; doch war erst im Herbst die grüne Färbung zu einer normalen geworden. — Der ganze Baum hatte im Frühjahr 1888, infolge der gestörten Assimilation, einen recht struppig mageren Habitus und zu meiner Verwunderung kamen im Mai die kleinen, schwachen Jahrestriebe aus den Winterknospen wieder mit völlig weißen Nadeln zum Vorschein, obgleich die Eisendüngung im Vorjahre, wenn auch schwach, doch günstig gewirkt hatte. Ende Mai notirte ich diese Thatſache und am 16. Juni waren die diesjährigen Nadeln noch

weiß. Als ich am 19. Juni, also nur drei Tage später wieder nachsah, fand ich dieselben deutlich ergrünt an den unteren und einigen oberen horizontalen Ästen, später auch am Gipfel des Stammes; einige der anfangs ganz chlorotischen Triebe waren plötzlich sattgrün geworden, viele andere allerdings noch weiß oder hellgrün. Dieses nachträgliche Ergrünen der chlorotisch ausgetriebenen Jahreszuwächse kann ich mir kaum anders als durch die Annahme erklären, daß die neuen und weiter wachsenden Saugwurzeln im Frühjahr die mit Eisen versehenen Bodentheile noch nicht getroffen hatten, daß sie aber wahrscheinlich bei weiterem Wachsthum in die vom vorigen Sommer her absorptiv mit Eisen gesättigten Bodenschichten eingedrungen waren. — Ähnliche Erscheinungen, wo die anfangs ganz chlorotischen Blätter auch ohne Düngung mit Eisen, später grün werden, habe ich auch sonst gelegentlich beobachtet und durch die Annahme erklärt, daß die fortwachsenden und neu entstehenden Wurzeln zufällig auf Bodentheile treffen, die reicher an aufnehmbarem Eisen sind. Aber auch ohne diesen günstigen Zufall wäre denkbar, daß die Saugwurzeln Zeit gefunden haben, die kleinen Eisenmengen aufzusammeln, die zum nachträglichen Ergrünen der anfangs chlorotischen Blätter rasch gewachsener Sprosse hinreichen. Zum Verständniß dieser Erscheinungen muß ich allerdings auf meine schon 1865 dargelegte (und später immer wieder in meinem Lehrbuch und meinen »Vorlesungen« wiederholte) Theorie von dem Verhalten der Wurzelhaare im Boden verweisen. Wer ohne Kenntniß dieser Theorie glaubt, die Wurzeln seien in der Erde von einer (überhaupt unmöglichen) Nährstofflösung »umspült«, wird Erscheinungen der oben beschriebenen Art unerklärlich finden.

Um aber nochmals auf unsere *Abies balsamea* zurückzukommen, so ließ ich dieselbe am 19. Juni 1888 nochmals in einem neuen größeren Graben mit Eisen düngen, worauf sämtliche Jahrestriebe bis Ende August vollständig ergrünt. Ob jedoch der Baum, der also schon drei Jahre lang gelitten hat und durch die nicht rechtzeitig geheilte Chlorose zu spät wieder einer besseren Ernährung fähig geworden ist, seine Entkräftung überwinden und in den nächsten Jahren gedeihen wird, ist noch fraglich.

Von anderen *Abies*-arten erwähne ich noch folgende von 1—4,5 m Höhe: *Abies pichta*, im Frühjahr 1887 mit ganz weißen Jahrestrieben, wurde mit Eisen gedüngt und ist 1888 völlig gesund. *Abies apollinis*, wegen rein weißer diesjähriger Nadeln erst am 2. Juli gedüngt, läßt am 19. Juli keine Spur der früheren Chlorose mehr erkennen. — *Abies bicolor*, circa 0,5 m hoch, ebenso.

II. Perennien im freien Land.

40. Unter diesen verdient *Bocconia cordata* wegen der außerordentlich raschen Wirkung der Eisendüngung hervorgehoben zu werden.

Diese Pflanze hat überhaupt eine besondere Neigung zur Chlorose, vielleicht wegen des überaus raschen Wachstums ihrer aus dem Wurzelstock spät, also bei schon höherer Temperatur austreibenden Sprosse. Seit einigen Jahren schon hatte ich an zwei älteren Sätzen der *Bocconia* die hier besonders unangenehm aussehende Chlorose bemerkt. Die Blätter der Ende Mai und Anfang Juni kräftig austreibenden Sprosse sind dann gewöhnlich am unteren, älteren Theil der Sprosse normal grün, die späteren haben intensiv grüne Rippen und Nerven, meist auch noch neben diesen hinlaufend grüne Flächenstreifen, die letzten aber (etwa vom 6. oder 7. Blatt an) sind ganz weiß. Bei der bedeutenden Größe und Zartheit der Blätter macht die scheckige Färbung der theilweisen Chlorose der mittleren am Sproß einen auffallend unangenehmen Eindruck, der bei den späteren ganz rein weißen weniger auffällt. — Als ich nun 1888 die beiden chlorotischen Stücke, mit etwa 15 Sprossen von 50—70 cm Höhe, mit Eisenvitriol in gewohnter Art am 11. Juni hatte düngen lassen, war die Wirkung schon nach 5 Tagen sehr kräftig: die ältesten chlorotischen Blätter hatten ihre Fähigkeit zu ergrünen allerdings theilweise verloren, die jüngeren aber waren an den früher weißen Stellen deutlich grün; ganz durchschlagend aber war die Eisenwirkung an den Blättern nächst dem Gipfel, die vorher ganz weiß und z. Th. noch in der Knospenlage gewesen; sie bekamen das Eisen rechtzeitig während ihres Wachstums und wurden in den 5 Tagen dunkelgrün, dunkler sogar, als unter gewöhnlichen Umständen. Wer mit der Wirkung des Eisens auf chlorotische Pflanzen im freien Land noch unbekannt ist, dürfte gerade die *Bocconia cordata* zu seiner Belehrung benutzen; für einen kräftigen mehrjährigen Stock genügt ein Kilo Eisenvitriol, hier am besten so eingebracht, daß der Boden in der Umgebung des Wurzelstockes etwa 15—20 cm tief aufgehackt, das Salz eingestreut, Wasser aufgegossen und dann mit Erde gedeckt wird.

11. Schlingpflanzen und Rankenpflanzen. Es ist nach meiner oben dargelegten Theorie von dem Einfluß des raschen Längenwachstums der Sprosse auf die Chlorose leicht zu begreifen, daß gerade bei den Schlingpflanzen diese Krankheit häufiger, als bei anderen, nicht schlingenden, auftreten kann, da die schlingenden Sprosse sich im allgemeinen durch ein sehr rasches Längenwachstum auszeichnen. Indessen kommen dabei doch noch andere Ursachen mit in Betracht. Bei *Dioscorea Batatas* zum Beispiel und den (allerdings nicht schlingenden, aber ebenfalls sehr rasch wachsenden) Kürbispflanzen, die ich seit 30 Jahren vielfach kultivire, erinnere ich mich nicht, jemals ein chlorotisches Blatt gesehen zu haben. Aber diese Pflanzen zeichnen sich auch, wie ich weiß, durch eine ganz außerordentlich reiche Wurzelbildung aus, die sie befähigt, aus dem Boden neben den anderen Mineralstoffen auch das Eisen durch Milliarden von Saugorganen aufzunehmen und so den rasch wachsenden Sprossen die Chlorophyllbildung zu ermöglichen. Hierher wäre auch *Menispermum canadense*

und die *Ampelopsis hederaea* zu rechnen; auch die Weinrebe wird verhältnißmäßig nur selten chlorotisch, obgleich das unmäßige Zurückschneiden in Deutschland das Wachstum der Jahrestriebe enorm steigert.

Dies scheint nun bei anderen Schling- (und Ranken-) Pflanzen nicht immer der Fall zu sein; so finde ich seit vielen Jahren, daß die überaus rasch sich verlängernden, windenden Sprosse von *Wisteria sinensis*, *Akebia quinata*, *Aristolochia tomentosa* leicht chlorotisch werden. Dabei wirkt aber in unserem botanischen Garten noch der Umstand mit, daß diese Arten jährlich stark zurückgeschnitten werden müssen, wodurch das ohnehin ausgiebige Längenwachstum der neuen Jahrestriebe noch übermäßig gesteigert wird. — Für den Zweck dieser Mittheilungen genügt es indessen zu konstatiren, daß ich jedesmal, wenn ich eine dieser Pflanzen (meist 10—20 Jahre alte Stöcke) mit Eisenvitriol düngen ließ, auch kräftiges Ergrünen der vorher chlorotischen Blätter eintreten sah. Der oben schon angedeuteten allgemeinen Regel entsprechend sind auch hier die ersten Blätter des Jahrestriebes normal grün, worauf einige partiell chlorotische und zuletzt nur noch ganz chlorophyllfreie Blätter folgen, was zumal bei den enorm langen Sprossen der *Wisteria* Ende August und September recht auffallend ist. Düngt man nun bald nach dem Erseinen der ersten weißen Blätter, etwa Mitte Juli, mit Eisenvitriol, so kann man zuweilen schon nach 5—6 Tagen die Wirkung an Blättern bemerken, die 4—6 m von der Erdoberfläche entfernt sind. — Bei *Aristolochia tomentosa* sowohl wie bei *Wisteria sinensis* machte ich wieder die Erfahrung, daß, wenn das gedüngte Bodenareal nicht umfangreich genug ist, auch die Wirkung im nächsten Jahr unbefriedigend ausfällt, indem auf zahlreiche nunmehr grüne Blätter der Sprosse, später (im Juli und August) chlorotische an denselben Sproßachsen folgen, offenbar, weil die Saugwurzeln unterdessen über das gedüngte Areal hinausgewachsen sind. — Dagegen sind nun aber diese Schlingpflanzen auch recht geeignet zu zeigen, wie die im Herbst erst (etwa Anfang November) vorgenommene Eisendüngung sich im nächsten Frühjahr durch die Bildung neuer, dunkelgrüner Blätter geltend macht.

III. Topf- und Kübelpflanzen.

Aus dem über die Freilandpflanzen Mitgetheilten ist ersichtlich, daß die nachhaltige Wirkung der Eisendüngung ganz vorwiegend davon abhängt, ob das gedüngte Bodenareal auch groß genug ist, um die eigentlich in Betracht kommenden Saugwurzeln zu umfassen, die vorwiegend eben im Umfang des gesamten Wurzelsystems liegen und den Umfang desselben auch durch ihr Längenwachstum beständig erweitern. Ich habe schon erwähnt, daß hierin eines der wichtigsten Hindernisse der gründlichen und dauernden Heilung der Chlorose zumal großer Pflanzen (Bäume, Sträucher)

zu suchen ist, weil man eben in einem Garten nicht immer ein hinreichend großes Areal zur Düngung benutzen kann.

Bei Pflanzen in Töpfen und hölzernen Kübeln fällt dieser Übelstand weg. Das Areal der Oberfläche, unter welcher sich die Wurzeln befinden, ist sehr klein und wird sogar nach unten hin noch kleiner. Die Wurzeln, bei ihrem Streben radiär vom Stamme hinweg sich auszubreiten, stoßen an die Innenseite der Topf- oder Kübelwand und wachsen nun, dicht gedrängt, in horizontalen Spiralen an dieser herum; ebenso bedecken sie den Boden des Topfes. Wer zahlreiche ältere Topfpflanzen ausgetopft hat, weiß, daß dieses Wurzelgeflecht oft eine so dichte Schicht bildet, daß die davon umschlossene Erde garnicht mehr zu sehen ist; und gerade diese Wurzeln sind es, die aus dem Wasser, welches der Gärtner aufgießt, die Mineralstoffe und mit diesen auch das nöthige Eisen aufnehmen.

Gießt man nun eine verdünnte Lösung von Eisenvitriol auf die Oberfläche des Gefäßes, und zwar so reichlich, daß sie auch an der Innenseite des letzteren hinabläuft, also das beschriebene Wurzelgeflecht durchtränkt, wobei auch die poröse Wand des Topfes selbst sich kapillar vollsaugt, so kommt also das Eisen direkt mit den Saugwurzeln in Berührung und das von der porösen Topfwandung aufgesogene Quantum bildet gewissermaßen einen Reservevorrath. Diese unmittelbare Berührung der Eisenslösung mit den Wurzeln mahnt andererseits aber auch zur Vorsicht, weil eine zu konzentrirte Lösung die Wurzeln tödten könnte. Wie stark die Verdünnung sein muß, habe ich noch nicht näher untersucht, glaube aber, daß 2—3 g Eisenvitriol auf 4 Liter Wasser nicht gefährlich ist, wenn man einen Topf oder Kübel im Sommer nur ein- bis dreimal mit längeren Zwischenzeiten begießt. — Bei der hier bestehenden Unsicherheit halte ich es daher für das Beste, auch bei Topf- und Kübelpflanzen nicht Eisenslösungen, sondern den krystallisirten Eisenvitriol in Form von Pulver und gröberen Stücken anzuwenden. Ich lasse die Erde der Gefäße auflockern, so tief als möglich, den Vitriol einstreuen, die Erde zudecken und festdrücken und dann in der gewohnten Weise die Pflanzen mit Wasser begießen. Da dieses rasch durchläuft, so kann höchstens eine sehr schwache Eisenslösung die Wurzeln treffen, und wenn sich in dem von der Erde selbst zurückgehaltenen Wasser um die Vitriolkörnchen herum eine konzentrirtere Lösung bildet, so wird das in ihr enthaltene Eisen von der Erde absorbirt und nur dann nutzbar, wenn neue Wurzeln sich bilden und in die absorptiv mit Eisen gesättigten Erdtheile hineinwachsen. Man kann daher recht beträchtliche Quantitäten Eisenvitriol anwenden, auf einen Blumentopf mit 4 Liter Erde 40—50, selbst 100 g, zumal wenn der größere Theil aus groben Stücken von Erbsengröße und mehr besteht. Besondere Feinheiten sind also nicht nöthig, und wenn man das Verfahren einem Gartengehilfen oder nur einem verständigeren Arbeiter gezeigt und erklärt hat, so ist eine Schädigung der Pflanzen nicht zu befürchten.

Daß man auf diese Art recht erfreuliche Resultate erzielen kann, erfuhr ich im Frühjahr 1888, nachdem ich Ende September 1887 durch einen Arbeiter eine größere Zahl von Topfpflanzen mit Eisenvitriol in der eben beschriebenen Art hatte düngen lassen. Die Pflanzen hatten den Sommer über im Freien gestanden, wurden Ende September in die Gewächshäuser zurückgestellt und Ende Mai 1888 wieder in freier Luft in Gruppen aufgestellt, wo nun das Resultat der vorjährigen Düngung beobachtet werden konnte, nachdem die gedüngten Pflanzen überwintert hatten. Die Pflanzen waren zwar nicht vollständig chlorotisch, hatten aber während des Sommers 1887 einige oder viele neue Blätter gebildet, die hellgrün oder völlig weiß waren; als sie nun im Frühjahr wieder ausgeräumt wurden, waren diese chlorotischen Blätter vollständig ergrünt, sofern sie bei der Düngung noch jung und gesund gewesen, oder es hatten sich bereits neue grüne Blätter gebildet, oder endlich die nun erst nach dem Ausräumen entstandenen Blätter kamen satt grün zum Vorschein.

Von den so behandelten, durch Eisendüngung von der Chlorose geheilten Pflanzen nenne ich hier folgende

I. in irdeneu, großen Töpfen:

Heptapleurum pulchrum, zwei mannshohe Exemplare,
Saurauja pubescens, zwei verzweigte 1—1,5 m hohe Exemplare,
Ficus Sycomorus, ein etwa 1 m hohes Exemplar,
Ficus Carica, vier circa 1 m hohe Pflanzen,
Cecropia palmata, eine Pflanze,
Geitonoplesium angustifolium (Schlingpflanze) ein Exemplar;

II. in großen hölzernen Kübeln:

Idesia polycarpa, ein alter, etwa 2,5 m hoher Baum,
Citrus limonum, ebenso, zwei Pflanzen,
Punica granatum, ebenso, zwei Pflanzen.

Ich denke, diese Mittheilungen werden den praktischen Pflanzenzüchtern zeigen, daß nach dem von mir beschriebenen Verfahren chlorotische Pflanzen leicht und ohne namhafte Kosten von ihrer Krankheit zu heilen sind. — Pflanzenphysiologen aber werden manche Thatsache hier verzeichnet finden, die einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung werth ist und neue Aufklärungen über das Verhalten der mineralischen Nährstoffe in der Erde, über ihre Aufnahme durch die Wurzeln und ihre Bewegung in den leitenden Geweben der Pflanzen verspricht, vorausgesetzt, daß man nicht glaubt, derartige Fragen in 4—6 Wochen entscheiden zu können.

Würzburg, 30. September 1888.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: [Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen 433-458](#)