

Aus dem Botanischen Institut der Universität München  
ÜBER VERJÜNGUNG BEI HEDERA HELIX L.

Von  
HANNS FRANK und OTTO RENNER

Mit 5 Textabbildungen

(Eingegangen am 1. Dezember 1955)

Im Rahmen einer Dissertation des jüngeren Autors (F.) über selbstgewählte Fragen des Alterns der Pflanzen<sup>1</sup> schlug der ältere Autor (R.) vor, auch die Determination der Altersform beim Efeu und der Seitenzweige von *Araucaria excelsa* zu untersuchen. *Araucaria* erwies sich als sehr schwer zu kultivieren, doch werden die Versuche fortgeführt (F.). Beim Efeu war ein experimentelles Ergebnis so überraschend, daß wir Bedenken trugen, es vor einer Vermehrung des Beobachtungsmaterials im Druck bekanntzugeben. Da nun eine gewisse Bestätigung von anderer Seite erfolgt ist (DOORENBOS 1954), stehen wir nicht an, die in der (maschinengeschriebenen) Dissertation vor zwei Jahren niedergelegten Befunde zu veröffentlichen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für eine Sachbeihilfe, Herrn E. KRAUSE für Hilfe beim Photographieren.

Die heteroblastische Entwicklung unseres Efeus durchläuft, wie die anderer Arten der Gattung *Hedera*, zwei tief verschiedene Phasen. Die Jugendform ist durch dorsiventrale, mit Wurzeln kriechende oder kletternde Sprosse gekennzeichnet, die zwei Zeilen gelappter Blätter tragen; die blühbare Folge- oder Altersform durch orthotrope, radiäre, im Freien nie und im Gewächshaus nur gelegentlich Haftwurzeln bildende Zweige mit spitz-eiförmigen, schraubig (in etwa  $\frac{2}{5}$ -Stellung) angeordneten Blättern. Das Auffallendste an diesem Gestaltwandel ist die Festigkeit, mit der die Charaktere der Folgeform determiniert erscheinen. Spontane Rückschläge zur juvenilen Gestaltung sind selten, und sogar Stecklinge aus der Krone blühbarer Sträucher wachsen zu radiären Bäumchen mit lauter einfachen Blättern heran (var. *arborescens* Loud. oder var. *arborea* der Gärtner).

Die Unterschiede der beiden Formen sind schon mehrfach eingehend beschrieben worden. Besonders TOBLER geht in seiner Monographie der Gattung *Hedera* 1912 genauer darauf ein. Die anatomischen Verhältnisse vergleichen FURLANI 1914 und KRANZ 1931. Über die Ausbildung der Sproßachse und der Haftwurzeln berichten BUCHENAU 1864, BRUHN 1910 und ebenfalls FURLANI 1914. Der letztgenannte

<sup>1</sup> Veröffentlicht ist davon: H. FRANK, Über den Stickstoffverlust bei alternden Pflanzen. *Planta* (Berl.) **44**, 319—340 (1954).

Autor hat auch den Wasserhaushalt der beiden Modifikationen untersucht. WEISSE 1924 und 1925 zeigt genau die Blattstellungsverhältnisse auf.

Zu welchem Zeitpunkt der Entwicklung die Altersform auftritt, hängt zweifellos weitgehend von äußeren Faktoren ab, doch ist nach TOBLER (1912, S. 27) sicherlich mindestens ein Alter von etwa 10 Jahren in unseren Breiten erforderlich. So konnte im Sommer 1951 bei einem Stock, der eine Steinfigur an der Nordseite des Botanischen Institutes in München umspann, noch kein einziges Blatt der Altersform gefunden werden; die gleiche Pflanze bildete in der nächsten Vegetationsperiode erstmalig eiförmige Blätter und an diesen neuen Sproßteilen im Sommer auch Blüten, die sich im September normal öffneten. Das Alter dieser Pflanze betrug zu dieser Zeit 13 Jahre.

GOEBEL (1908, S. 81), MOLISCH (1920, S. 249), BAUR (1930, S. 57) u. a. berichten von *Rückschlägen* der Altersform in die Jugendform. GOEBEL hielt es für wahrscheinlich, daß relative Verminderung organischer Substanzen und relative Vermehrung der Aschenbestandteile für den Rückschlag maßgebend seien. BRUHN und KRANZ versuchten die in der Natur gelegentlich vorkommende Erscheinung im Experiment zu reproduzieren. KRANZ ging dabei von der Annahme FURLANIS aus, daß verschiedene Feuchtigkeitsgrade der Luft und des Bodens für die Modifizierung den Ausschlag gäben, kam aber zu dem Ergebnis, daß für die Blattform lediglich das Alter bestimmend sei, erstens der betreffenden Pflanze und zweitens des Ortes der Knospe; die spontanen Rückschläge deutet er als Austriebe schlafender Augen. BRUHN, der die Vermutung GOEBELS prüfen sollte, verdunkelte dekapitierte Sprosse für einige Zeit und brachte sie dann im feuchten Raum zum Austreiben. Dazu berichtet er: „Aus den Blattachselknospen entwickelten sich bei einigen Stecklingen . . . kleine Triebe, deren Blätter nicht mehr eiförmig zugespitzt, sondern lappig waren und den jungen dorsiventraler Sprosse auffallend glichen. Leider gelang es mir nicht, die jungen Sprosse weiter zu kultivieren, um an ihnen auch noch die Änderung der  $\frac{2}{5}$ -Blattstellung, wodurch der Versuch erst völlig beweiskräftig ist, herbeizuführen.“

*Vollkommene Rückschläge* an radiären Zweigen, die durch Abschneiden der Spitzenteile zum Austreiben von Achselknospen veranlaßt worden waren, konnten im Herbst 1953 an sehr alten Stöcken in Nymphenburg beobachtet werden. Diese wurden im Frühjahr um die Fenster des Instituts herum zurückgeschnitten und bildeten im Laufe des Sommers bis zu 70 cm lange Triebe aus, die in der Blattgestalt fast, und in der Blattstellung völlig der Jugendform glichen. Schon vorher hatten wir versucht, auf verschiedene Weise an *Stecklingspflanzen* die Rückkehr zum Jugendzustand zu erzwingen.

Die Bewurzelung der Stecklinge von der Altersform bereitete große Schwierigkeiten. In den Jahren 1951—1953 wurden mehrfach zu verschiedenen Jahreszeiten

Stecklingsserien geschnitten und unter verschiedenen Bedingungen zur Bewurzelung gebracht. Als günstigste Schnittzeit erwiesen sich die Monate Januar und Februar. Die gefrorenen Reiser wurden etwa 6 Stunden in 25—30° C warmes Wasser gelegt und dann, sehr dicht in sandige Erde gesteckt, im Schwitzkasten für drei Monate belassen. Es bewurzelten sich auf diese Weise maximal 14%. Das Baden der Reiser in Belvitan-Lösung von Bayer oder das Bestreichen mit Heteroauxinpaste erhöhte die Bewurzelungsrate nicht. Die Jugendform ist ihrer Lebensweise entsprechend immer zur Wurzelbildung bereit.

Es wurden stets Stecklinge der typischen Form von *Hedera helix* L. verwendet bis auf eine Ausnahme bei den Wasserkulturversuchen. Die Reiser der Serie V (vgl. S. 111) stammten nämlich von einer in der Altersform schmalblättrigen Variante, die der in Nordschottland häufigen gleicht.

### 1. Behandlung mit $\beta$ -Indolylessigsäure (IES)

Je 10 Stecklinge der Altersform wurden an der Spitzenknospe mit einer frisch bereiteten Heteroauxinpaste (IES-Lösung und Wollfett 1:1) bestrichen. Die für diese Untersuchungen verwendeten Konzentrationen waren:  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  und  $10^{-5}$  molar IES. Um die Aufnahme des Wuchsstoffes zu erleichtern, wurden die Pflanzen täglich mit etwas Wasser besprüht. Soweit diese behandelten Knospen überhaupt austrieben, zeigten sie nach etwa drei Monaten, nachdem sie durchschnittlich 8—10 neue Blätter gebildet hatten, keinen Unterschied gegenüber der ursprünglichen Form.

### 2. Begasung mit Blausäure (HCN)

Gut bewurzelte Stecklinge wurden in einem abgeschlossenen emaillierten Metalleimer 1 Stunde, 2 und 3 Stunden einer Blausäureatmosphäre ausgesetzt. Für jedes Zeitintervall wurden drei Pflanzen verwendet. Die 1 Std lang begasten und zwei der 2 Std lang behandelten zeigten nach sehr kurzer Zeit Austriebe an der Spitzenknospe und an einigen Blattachselknospen, die in Gestalt und Stellung der Blätter völlig der Altersform glichen. Auch nach einem Jahr war bei diesen Exemplaren kein Rückschlag erfolgt. Die übrigen Pflanzen gingen nach wenigen Wochen ein.

Bei beiden Versuchsreihen, mit IES und mit Blausäure, wurden als Kontrolle stets 10 gut wachsende Jugendprosse parallel behandelt, an denen natürlich keine Änderung der Wuchsform eintrat.

### 3. Kälteschock

14 gut entwickelte Stecklinge der Altersform (A) und 4 Kontrollen der Jugendform (J) wurden aus einem Treibkasten im Freiland im Juni 1952 in einen Kompressionskühlschrank gebracht. Die Temperatur betrug am Versuchstage im Kasten +30° C, im Kühlschrank —10°; die Expositionszeiten waren: 2 A und 1 J 1 Std; 6 A und 1 J 3 Std; 4 A und 1 J 4 Std; 2 A und 1 J  $4\frac{1}{2}$  Std. Anschließend an den Aufenthalt in der Kälte wurden die Triebe wieder in den Kasten im Freiland zurückgestellt.

Nach einigen Tagen begannen die Blätter teilweise braun zu werden und zu vertrocknen. Nur an den 1 Std exponierten Pflanzen waren bis auf die jüngsten, noch nicht voll entwickelten Blätter alle unversehrt.

In diesem schwer geschädigten Zustand blieben die Stecklinge nun etwa sieben Tage stehen. Dann begannen einzelne Spitzenknospen und auch einige Achselknospen, die ganz basal gelegen waren, auszutreiben. Der Austrieb ging nicht langsamer vor sich als bei Stecklingen, die zur Kontrolle mechanisch aller Blätter beraubt worden waren. Zwei Monate nach dem Kälteschock hatten alle Pflanzen ausgetrieben, bis auf die beiden  $4\frac{1}{2}$  Std exponiert gewesenen; sie waren abgestorben. Die neuen Triebe der 3 und 4 Std gekühlten Stecklinge waren alle in ihrer Blatt-

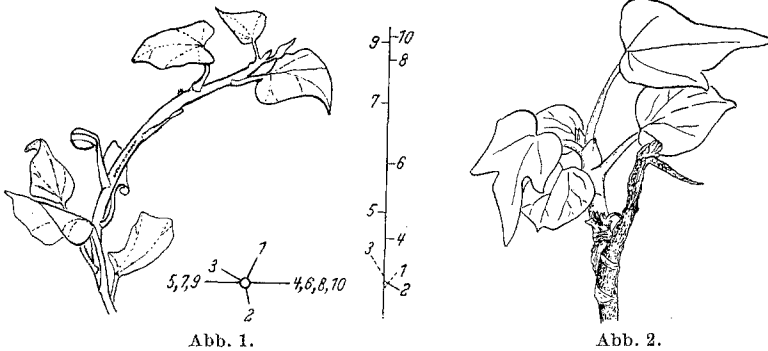


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1. Austrieb eines Zweiges der Altersform nach dreistündigem Kälteschock, mit Haftwurzeln, 4 Monate alt. Schema zur Änderung der Blattstellung

Abb. 2. Austrieb eines Zweiges der Folgeform 4 Monate nach Röntgenbestrahlung mit 2500 rl. Die Spitzenknospe rechts ist abgestorben

gestalt typisch „jugendlich“; die Blätter gingen von der schraubigen Stellung, wie sie in der Knospe angelegt war, zu 2-zeiliger über (Abb. 1). Die Kontrollen, denen die Blätter abgeschnitten worden waren, die gekühlten Jugendtriebe und die nur 1 Std exponierten Pflanzen zeigten keinerlei Veränderungen.

Durch die Einwirkung der Kälte wird also eine Umstimmung in der Pflanze bewirkt, die sich zunächst in einer Abänderung der Blattgestalt, aber dann auch in der Blattstellung äußert.

#### 4. Röntgenbestrahlung

Acht Altersstecklinge und zur Kontrolle 2 der Jugendform wurden im August 1952 mit einem Röntgentherapiegerät bestrahlt, und zwar nur die Spitzenknospen. Die Bedingungen waren konstant folgende: Röhrenbelastung 60 kV, Abstand Focus-Objekt 2 cm, 2500 rl, kein Filter.

Nach der Bestrahlung kam das Wachstum der Pflanzen für etwa 4 Wochen völlig zum Stillstand. Nach dieser Zeit begannen 7 der 8 Pflanzen auszutreiben. Bei zwei Exemplaren waren die Spitzenknospen so nachhaltig geschädigt, daß sie vertrockneten; dafür trieb

aber die nächste, bzw. übernächste basalwärts gelegene Achselknospe aus (Abb. 2). Das Wachstum ging sehr langsam voran; gegenüber nicht bestrahlten Pflanzen blieben die Versuchspflanzen weit zurück. Nach 7 Monaten war nicht nur die Form der Blätter, sondern auch ihre Stellung die der normalen Jugendform (Abb. 3).

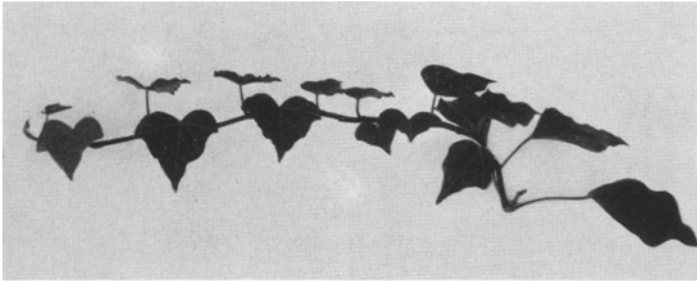


Abb. 3. Alterszweig 7 Monate nach Röntgenbestrahlung. Rückschlag in Blattform und -stellung

### 5. Wasserkulturen

Die Fragestellung bei den Wasserkulturen war: beeinflußt eine Form die andere in irgendeiner sichtbaren Weise? Wenn ja, welche Form beeinflußt die andere?

Als Nährlösung diente die von v. D. CRONE angegebene mit 1 ml HOAGLANDS A-Z-Lösung pro Liter. Die Kulturgläser faßten 1 Liter.

Es wurden 5 Serien von 10—20 Gläsern mit je einem Jugend- und einem Altersreis und jeweils 4 bis 10 Gläser mit je zwei Altersreisern besetzt. Die Serien wurden zu verschiedenen Jahreszeiten begonnen, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist. Serie II kam zur Kontrolle nicht in v. D. CRONE, sondern in KNORSE'sche Nährlösung. Das Nachfüllen der Gefäße geschah nach Bedarf mit Bachwasser. Vier Serien wurden im Gewächshaus aufgestellt; Nr. IV dagegen kam in einen schwach geheizten Schwitzkasten.

Die Altersreiser, die mit einem Jugendtrieb auf einem Glas beisammen waren, schlugen in die Jugendform zurück, wenn sie neu austrieben und Wurzeln bildeten. Wurde der Trieb groß genug, bevor er abstarb oder zu kümmern begann — was in vielen Fällen nach 2—3 Monaten eintrat —, dann ging er von der  $\frac{2}{5}$ -Blattstellung in die  $\frac{1}{2}$ -Stellung über und bildete Haftwurzeln aus (Abb. 4). Waren zwei Jugendtriebe (nur im Vorversuch) oder zwei Alterstriebe (Kontrolle bei jeder Serie) in einem Gefäß beisammen, so fand keine Veränderung der neuen Austriebe gegenüber der ursprünglichen Form statt (Abb. 5).

Von  $14 + 10 + 16 + 10 + 20 =$  insgesamt 70 [A + J]-Kombinationen haben sich 22 Altersreiser während der Versuchsdauer bewurzelt, 34 haben ausgetrieben, und 36, also über die Hälfte, sind abgestorben; von den 34 ausgetriebenen Reisern zeigten 15 einen Rückschlag in Form und Stellung, 5 nur in der Form der Blätter, 2 bildeten Zwischenformen aus,

die restlichen 12 behielten die Altersform bei, aber *alle diese Exemplare hatten auch keine Wurzeln gebildet*. Die Serie V ist dadurch auffällig, daß sie keinen einzigen Rückschlag, aber auch keine Spur von Bewurze-

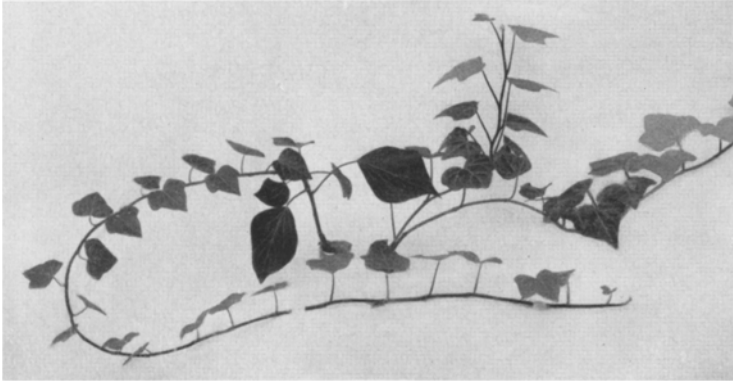


Abb. 4. 6 Monate alter Austrieb eines adulten Zweiges (links), der mit einem juvenilen (rechts) auf einem Wasserkulturgefäß zusammen gezogen wurde. Blattform und -stellung haben sich geändert

lung aufwies. Die dort erzielten 10 + 10 Austriebe gingen alle nach kurzer Zeit ein. Wie erwähnt, handelte es sich bei diesen Pflanzen nicht um die Normalform von *Hedera helix*.

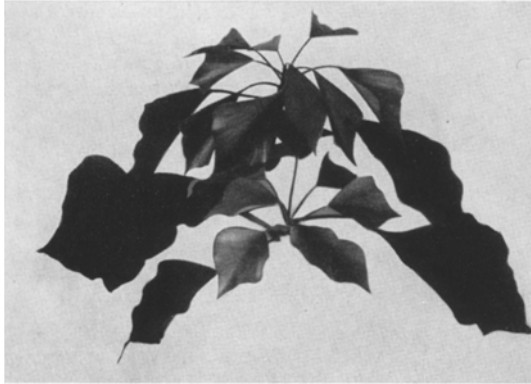


Abb. 5. Zwei Alterstriebe auf einem Wasserkulturgefäß, 2 Monate alt. Zuwachs mit 7 bzw. 10 Blättern unverändert

Bemerkenswert ist, daß alle jene Reiser, die zurückgeschlagen waren, Bewurzelung zeigten, während alle nicht zurückgeschlagenen der Kombination A + J auch keine Wurzeln gebildet hatten. Bei den Kontrollen A + A fand sich unter 38 Austrieben, davon 17 mit *Wurzelbildung*, nur eine Zwischenform und kein einziger Rückschlag in die Jugendform.

Tabelle 1

A bedeutet Alters-, J Jugendform. Ein J-Reis ist jeweils mit einem A-Reis auf einem Glas vereinigt. A + A sind die Kontrollen mit zwei Alterstrieben in einem Gefäß. Das Enddatum der Aufnahme war der 12. Mai 1953. Die Pflanzen der Serie I waren zu dieser Zeit 11, die der Serie V 4 Monate alt.

Nährlösung	Form	Gesamtzahl	Gestorben	Bewurzel	Austrieb	Rückschlag in Form und Stellung	Rückschlag in der Form	Zwischenform	Normalform	Serie
V. D. CRONE	A	14	8	6	6	3	1	2	12	I (1—24) 28. 6. 52
	J	14	2	12	12					
	A + A	10	6	4	4					
KNOP	A	10	4	6	6	5	1		9	II (25—38) 19. 8. 52
	J	10	1	9	9					
	A + A	8	4	4	4					
V. D. CRONE	A	16	8	8	8	5	3		16	III (40—59) 8. 11. 52
	J	16		16	16					
	A + A	8	5	3	3					
V. D. CRONE	A	10	6	2	4	2			10	IV (61—80) 23. 12. 52
	J	10		10	10					
	A + A	20	3	6	17					
V. D. CRONE	A	20	10		10				10	V (81—110) 4. 1. 53
	J	20	2	18	18					
	A + A	20	10		10					
Summe	A (+J)	70	36	22	34	15	5	2	12	12. 5. 53
	A + A	66	28	17	38			1	37	

### Besprechung

Fürs erste ist zu betonen, daß in unseren Versuchen immer wenige Jahre alte Triebe der Folgeform verwendet wurden und daß es öfter die Spitzenknospen waren, die austrieben und sich dabei umwandeln. Es handelte sich also keinesfalls um schlafende Augen, denen KRANZ die Fähigkeit der Rückkehr zur Jugendform vorbehalten wollte.

Wenn eine Knospe der Folgeform auf die Jugendform zurückschlägt, muß dem wohl eine Veränderung im Chemismus der Meristeme zugrunde liegen. Eine solche Veränderung wurde nicht erreicht durch Behandlung mit Indolylessigsäure und durch Begasung mit Blausäure, wohl aber durch Röntgenbestrahlung und durch Kälteschock, und, was am interessantesten ist, durch Zusammenpflanzen eines Zweigs der Alters- mit einem solchen der Jugendform in einem und demselben Wasserkulturgefäß. Um Zufallsergebnisse kann es sich kaum handeln. Wenn wir nur die Fälle zählen, in denen die Altersreiser unter Bewurzelung ausgetrieben haben, stehen in den [A + J]-Kombinationen 20 mehr oder weniger weit, davon 15 völlig umgewandelte Knospen einem einzigen nicht verjüngten Austrieb gegenüber, und in den [A + A]-Kombinationen eine einzige Zwischenform 16 unveränderten Austrieben.

Die Einwirkung des unverändert bleibenden juvenilen Sprosses auf den sich verändernden Folgeform-Trieb kann schwerlich in etwas anderem bestehen als darin, daß irgendwelche der Jugendform eigene Stoffe in der Nährlösung von der einen Zweigbasis zur anderen diffundieren. Daß solche, wohl organischen, Wirkstoffe in dem an lebenden Bakterien und Algen nicht armen Substrat längere Zeit unzersetzt bleiben sollen, erscheint zunächst überraschend, ist aber bei giftigen Substanzen, wie Alkaloiden, doch nicht undenkbar, und wie BÜNNING (1953, S. 239) ausspricht, könnten formbeeinflussende Wirkungen auch von „verhältnismäßig einfachen Stoffwechselprodukten“ ausgehen.

Klarer als in unseren Versuchen ist die Sachlage in denen von DOORENBOS, auf die wir im Eingang hingewiesen haben: beim Zusammenpfropfen der beiden Wuchsformen tritt die gleiche einseitige Beeinflussung ein, die Altersform wird in die Jugendform übergeführt. Ein bedeutsamer Unterschied zwischen den beiden Versuchsreihen könnte uns aber einen Schritt weiterführen. Beim Pfropfen ist Bedingung für den Rückschlag das Vorhandensein von Blättern an dem jugendlichen Sproß, während die Anwesenheit von Blättern an dem Alterssproß dessen Umwandlung hemmt. In unseren Versuchen waren immer beide Partner beblättert, dafür mußte der Folgeform-Zweig Wurzeln bilden, wenn die Rückkehr zur Jugendgestalt eintreten sollte; es wird jetzt zu prüfen sein, ob ein Zweig der Altersform, wenn man ihn entblättert, in der Nährlösungs-Symbiose mit der Jugendform auch ohne Bewurzelung zurückschlägt.

Aus den bisherigen Erfahrungen läßt sich folgende Arbeitshypothese ableiten. Eine für die Jugendform charakteristische Substanz wird, wie gewisse Alkaloide, vorzugsweise in der Wurzel, doch auch in den Blättern synthetisiert, und bei der normalen Reifung zur Folgeform wird diese Substanz in den Gipfeln vermindert oder gar zerstört. In genügender Menge der Altersform dargeboten, vermag die fragliche Substanz die Zurückverwandlung zum jugendlichen Status herbeizuführen; sie spielt die Rolle eines „Metaplasins“, wenn wir den HARDERSchen Ausdruck als Gattungsbegriff verwenden. Im Transplantationsexperiment tritt nur so viel von dem Wirkstoff in den Alterstrieb ein, daß diesem seine Blätter, die einen Antagonisten enthalten, genommen werden müssen, wenn die Umwandlung gelingen soll. In der Stecklingskultur induziert der aus dem Jugendtrieb austretende Wirkstoff in etwa entstehenden Wurzeln auf dem Weg der Autokatalyse seine eigene Bildung, und so kann ein sich bewurzelnder Alterstrieb mit dem Wirkstoff derart überschwemmt werden, daß auch vorhandene Altersblätter die Umstimmung des Spitzenmeristems nicht zu verhindern imstande sind.

Auch für das Zurückschlagen nach starkem Beschneiden (vgl. die oben mitgeteilte Beobachtung) läßt sich jetzt vielleicht eine Erklärung finden. Alte, an den Gipfeln blühende Sträucher des Efeus pflegen in



ihren unteren Teilen bewurzelte Kletterzweige zu besitzen und neu auszubilden, auch das Wurzelsystem bleibt in seiner Beschaffenheit wohl dauernd juvenil, und bei starkem Zurückschneiden der blühbaren Endtriebe kann es dazu kommen, daß den austreibenden Knospen mehr Jugend-Wirkstoff zuströmt als vor der Verstümmelung.

Ob auch die Jugendsprosse in der Wasserkultur bewurzelt sein müssen, um an den bewurzelten Alterszweigen den Rückschlag auszulösen, sollte ebenfalls noch geprüft werden, einfach dadurch, daß die dorsiventralen Triebe immer wieder durch neu geschnittene ersetzt werden, bevor sie zur Wurzelbildung gekommen sind. Es könnte ja sein, daß der Wirkstoff in der Nährlösung nicht aus der Schnittfläche des Stengels, sondern aus den intakten Wurzeln stammt.

Eine Aufgabe, die sich von selber stellt, ist die, nach dem Gegenspieler der „Jugendsubstanz“ in der Folgeform zu suchen, nach dem „primären Metaplasin“, wenn wir so sagen wollen, das in der normalen Periodizität der Entwicklung den Übergang von der Jugend- zur Folgeform verursacht. Und ein weiteres Ziel wäre natürlich, die fraglichen Wirkstoffe chemisch zu identifizieren. Vielleicht ist die einfache Verarmung an dem Jugend-Wirkstoff ein wesentlicher Faktor der Reifung.

Über gewisse Unterschiede, die zwischen Jugend- und Folgeform in der elementaren Zusammensetzung (Gehalt an Stickstoff, Oxalat) sowie im  $p_H$ -Wert und in der Transpirationsgröße bestehen, ist in der Dissertation schon einiges mitgeteilt, doch sollen diese Untersuchungen weiter ausgebaut werden (F.), bevor darüber berichtet wird.

### Zusammenfassung

Verjüngung, d. h. Zurückführung der Altersform zur Jugendform, kann beim Efeu erreicht werden durch Behandlung der Knospen mit Kälte und mit Röntgenstrahlen, aber nicht mit Indolylessigsäure und mit Blausäuregas.

Nicht nur beim Zusammenpfropfen (DOORENBOS), sondern schon bei gemeinsamer Stecklingskultur in Nährlösung veranlaßt ein Jugendreis das benachbarte Altersreis beim Austreiben zum Rückschlag, doch nur wenn auch dieses Wurzeln gebildet hat; juvenile Triebe bewurzeln sich immer.

Es wird vermutet, daß ein vorzugsweise in den Wurzeln, doch auch in den Blättern (DOORENBOS) der Jugendform gebildeter Wirkstoff die Umstimmung hervorruft, wenn er den Knospen der Folgeform in genügender Menge zugeführt wird.

### Literatur

BAUR, E.: Einführung in die Vererbungslehre, 7.—11. Aufl. Berlin 1930. —  
BRUHN, W.: Beiträge zur experimentellen Morphologie, zur Biologie und Anatomie der Luftwurzeln. *Flora* (Jena) **101**, 98—166 (1910). — BUCHENAU, F.: Zur Morpho-

logie von *Hedera helix* L. Bot. Ztg 22, 233—236, 241—245 (1864). — BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze, 3. Aufl. Berlin 1953. — DOORENBOS, J.: „Rejuvenation“ of *Hedera helix* in graft combination. Proc., Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Ser. C 57, 99—102 (1954). — FURLANI, J.: Zur Heterophyllie von *Hedera helix* L. Österr. bot. Z. 64, 153—169 (1914). — GOEBEL, K.: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Berlin 1908. — GOEBEL, K.: Organographie, 3. Aufl. Bd. I., Jena 1928. — KRANZ, G.: Zur Kenntnis der wechselnden Blattformen des Efeus und ihre Ursachen. Flora (Jena) 125, 289—306 (1931). — MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, 3. Aufl., Jena 1920; 4. Aufl., Jena 1922. — TOBLER, F.: Die Gattung *Hedera*. Jena 1912. — WEISSE, A.: Blattstellungsstudien an *Hedera helix*. Ber. dtsh. bot. Ges. 42, 391—396 (1924). — Blattstellungsstudien an *Hedera helix*. Ber. dtsh. bot. Ges. 43, 11—15 (1925).

Prof. Dr. O. RENNER, München, Botan. Institut, Menzinger Str. 67.

Dr. H. FRANK, Karlsruhe-Durlach, Haldenwangstr. 2

---