

mehr „absoluter“ sondern auch „relativer“ Natur.

Ein diesbezügliches Beispiel liefern gleichfalls im Jahre 1936 auf dem Versuchsfeld „Weidengarten“ in Wien durchgeführte Zeitstufenversuche mit einer tagneutralen (Platter schwarze SS) und einer Kurztagsojabohnensorte (Platter Silo).

Aufgang am	Entwicklungszeit in Tagen		Blühdifferenzen in Tagen
	Platter SS	Platter Silo	
9./V.	45	90	45
22./V.	46	78	32
8./X. <sup>1</sup>	44	48	4
23./XI. <sup>1</sup>	46	49	3

<sup>1</sup> Glashaussaat.

Obwohl nur vier Zeitstufen wiedergegeben sind, läßt sich deutlich der tagneutrale Charakter der Sorte „Platter schwarze SS“ sowie der ausgesprochene Kurztagcharakter der Sorte „Platter Silo“ feststellen. In gleicher Weise sind auch die auftretenden Blühdifferenzen als „relativ“ + „absolut“ bei den ersten beiden Saaten sowie als „absolut“ bei der dritten und vierten Saatstufe zu charakterisieren.

Zusammenfassend lassen sich daher Blühunterschiede zwischen zwei Sorten hinsichtlich der Wirkung des Tageslängenfaktors wie folgt beurteilen:

*Zeigen sich bei gleicher Aussaat bzw. gleichem Aufgang im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet Blühunterschiede, so können sie bei Vergleichen von Langtagpflanzen oder von Langtagpflanzen mit tagneutralen Pflanzen als „absolute“ Blühunterschiede angesehen werden. Für Kurztagpflanzen gilt sinngemäß die gleiche Auslegung im Intervall 2. bis 1. Grenzgebiet.*

*Zeigen sich bei gleicher Aussaat bzw. gleichem Aufgang im Intervall 2. bis 1. Grenzgebiet Blüh-*

*unterschiede, so können sie bei Langtagpflanzen oder Langtag- und tagneutralen Pflanzen sowohl „absoluter“ als auch „relativer“ oder „absoluter“ und „relativer“ Natur sein. Eine Entscheidung darüber ist nur durch „Stimmung“ oder durch einen Anbau im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet möglich. Für den Vergleich von Kurztagpflanzen oder Kurztag- und tagneutralen Pflanzen gilt sinngemäß die gleiche Auslegung im Intervall 1. bis 2. Grenzgebiet.*

Für die Züchtung ist diese Feststellung insofern von Bedeutung, als die „absolute“ Blühreife einer Sorte nur nach der „reinen vegetativen Entwicklungszeit“ beurteilt werden kann. „Relative“ Blühunterschiede sind kein sicherer Hinweis auf das Bestehen „absoluter“ Blühunterschiede, da selbst „absolut“ gleichblühende Sorten „relativ“ stark differieren können.

Es ist klar, daß mit den vorliegenden Ausführungen dieses Problem noch keineswegs erschöpfend behandelt ist, da auch durch andere Faktoren eine Beeinflussung möglich erscheint. Dies betrifft vor allem den Temperaturfaktor, der insbesondere dann von entscheidender Bedeutung ist, wenn es sich um den Vergleich oder die Prüfung von Sorten handelt, welche, wie ich bereits in einer anderen Arbeit niederlegen konnte (2), imstande sind, Licht durch Wärme zu ersetzen.

#### Literatur.

1. KOPETZ, L.: Untersuchungen über den Einfluß des Lichtfaktors auf Wachstum und Entwicklung einiger sommerannueller Pflanzen. Gartenbauwiss. 10, H. 3.

2. KOPETZ, L.: Die Bedeutung von Zeitstufen-saaten für die Beurteilung der photoperiodischen Reaktion sommerannueller Pflanzen. Ein Beitrag zum Stimmungsproblem. Pflanzenbau. (Im Druck).

3. GARNER u. ALLARD: Photoperiodic Response of Soybeans in Relation to Temperature and other Environmental Factors. J. agricult. Res. 23, H. 11.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung, Wien.)

## Zur zahlenmäßigen Erfassung und schematischen Darstellung des Wurzel- und Schoßbildes.

(Mit besonderer Berücksichtigung von Stecklingspflanzen.)

Von **Friedrich Stellwag-Carion.**

### Wurzelquotient.

Für die Kennzeichnung der physiologischen Leistungsfähigkeit eines Wurzelsystems wird wohl stets der Wurzelquotient M. SCHREIBERS eine unumgängliche Grundlage bieten (2).

Wo es sich aber über diese Kennzeichnung

hinaus um eine ziffernmäßige Erfassung und zeichnerisch konstruktive Darstellung der Anordnungsverhältnisse der Wurzelgruppen sowie der typischen Ausbreitung und der Verankerung eines Wurzelsystems handelt, war auch die Erstellung und ist die Anwendung besonderer

Beispiel 1. Wurzelquotient nach Prof. Dr. Ing. M. Schreiber.

z. B.

$$SWq = \frac{L}{Z} = \frac{\text{Länge aller Wurzeln}}{\text{Zahl der Wurzelspitzen}}$$

Wurzelanordnungsgrad	I.			Wurzelanordnungsgrad	II.		
	Zahl	Länge mm	Gesamtlänge mm		Zahl	Länge mm	Gesamtlänge mm
1	1	103	103	1	185	185	
2	11	11	121	2	59	118	
3	88	2	176	3	1	97	
Summe.....	Z = 100		L = 400	Summe.....	Z = 100		L = 400

$$SWq = \frac{L}{Z} = \frac{400}{100} = 4,$$

$$SWq = \frac{L}{Z} = \frac{400}{100} = 4.$$

Anmerkung: Zur Bestimmung der Wurzeloberfläche ist auch die Erhebung der Wurzelstärke nötig.

Methoden erforderlich, was an Hand der nachfolgenden Beispiele Erläuterung finden soll.

Es können mithin Wurzelsysteme mit gleichem physiologischen Wurzelquotienten ganz verschiedene Verhältnisse in der Anordnung der Wurzelgruppen und in ihrer Ausbreitung bzw. Verankerung aufweisen (Beispiel 1 und Abb. 1).

Dies ist eben besonders dort von Bedeutung, wo es sich um die Feststellung der äußeren Gestaltung eines Wurzelsystems und praktisch genommen um die Standfestigkeit oder um die Auswahl solcher Pflanzen handelt, die der Festigung beweglicher Böden dienen sollen.

Wurzelspiegel.

Zur ziffernmäßigen Erfassung und vergleichen Gegenüberstellung aller erforderlichen Wertzahlen soll der in Abb. 2 angeführte (inhaltlich auf Beispiel u. Abb. 1 bezogene) Wurzelspiegel dienen.

Ein Wurzelsystem ist um so hochwertiger, je niedriger der Wurzelquotient und je höher die sonstigen Wertziffern sind.

Für eilige technische Zwecke müssen nur die  $l_1$  durchgemessen werden, während die übrigen mittleren Häufigkeitswerte auch durch Stichproben ermittelt werden können.

ad 1.  $W_1$  = Triebwurzeln,  $W_2$  aus  $W_1$  abzweigende,  $W_3$  aus  $W_2$  abzweigende Wurzeln.

ad 2.  $l_1$  = Summe der gemessenen  $W_1$  durch  $ZW_1$ ,  $l_2$  und  $l_3$  = mittlere, bzw. mittlere häufigste Länge der  $W_2$  und  $W_3$ .

ad 3. Nach dem Ansatzkegel gemessene mittlere bzw. mittlere häufigste Wurzelstärke.

ad 4. In die vereinfachte Berechnungsformel für  $Q$  braucht nicht  $d$ , sondern nur  $d_1, d_2, d_3, \dots$  eingesetzt zu werden.

ad 5. Mittlere bzw. mittlere häufigste Wurzel-dichte = Wurzel-Abstandsverhältnis = Wurzelzahl je Millimeter der sie tragenden Wurzeln.

ad 6. Mittlerer bzw. mittlerer häufigster Besatzanteil an den sie tragenden Wurzeln.

ad 7. Gesamtlänge der Wurzeln (für technische Zwecke ev.  $l_2, l_3$  usw. als mittlere Häufigkeitswerte) dividiert durch die Wurzelzahl.

ad 8. Für allfällige Errechnung der Ankerfläche

ist, falls  $\sphericalangle V$  kleiner als  $90^\circ$ , statt  $l, l$  reduziert einzusetzen ( $l \cdot \cos$ , bzw.  $l \cdot \sin \sphericalangle V$ ).

Der Wurzelspiegel kann, den jeweiligen Erfordernissen entsprechend, inhaltlich eingeschränkt oder ausgebaut werden.

So wird z. B. die Prüfung auf Standfestigkeit

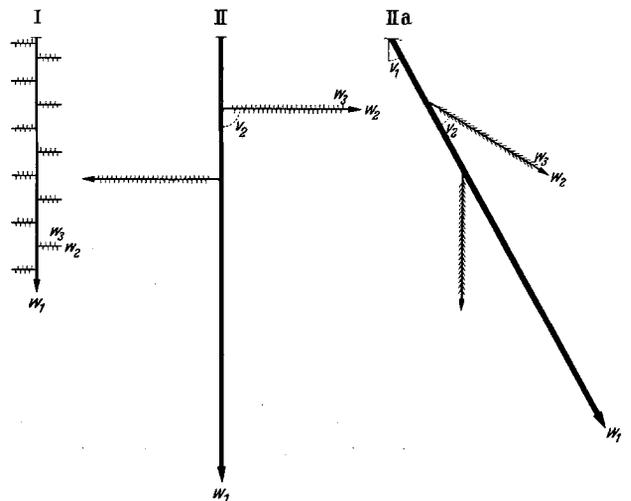


Abb. 1. Wurzeltypen mit dem Quotienten 4.

oder Bodenbindung — insbesondere wenn Steckhölzer Verwendung finden sollen — auch die zusätzliche Erfassung der oberirdischen Pflanzenteile erfordern.

Wurzel- und Schoßbild.

Da der Wurzelspiegel allein nur eine ziffernmäßige Zusammenstellung aller jeweils erhobenen Werte ist, bietet er in seiner Gesamtheit keine leicht faßliche Vergleichsmöglichkeit. Hierzu erscheint die graphische Darstellung, für welche der Wurzelspiegel die notwendige Grundlage und wertmäßige Erläuterung bietet, weit- aus geeigneter. Ihre Durchführung sei an Hand der Abb. 2 und 3 nachfolgend erklärt.

Abb. 2 zeigt zwei je 50 cm lange Fehser der Kaspischen Weide (*Salix daphnoides caspica*) mit je 5 mm Mittendurchmesser in voller Entwicklung. Der erste Fehser befindet sich in 1000 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O + 100 cm<sup>3</sup> Moorerde (pH 5), der zweite in 1000 cm<sup>3</sup> Kalkgebirgswasser (pH 8). Obwohl beide Fehser von ein und demselben Individuum stammen, war ihre Entwicklung in den verschiedenen Substraten auch eine gänzlich verschiedene.

Bei Eintritt des Entwicklungsstillstandes werden nun bei den Fehsern die Wertzahlen für die produzierten Wurzeln und Laubschosse festgestellt, in den Wurzelspiegel eingetragen und hieraus die graphische Darstellung nach folgenden Richtlinien konstruiert (Abb. 3).

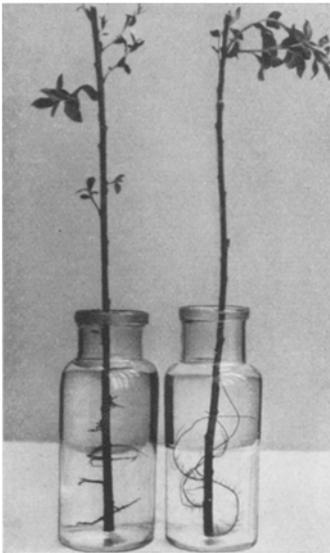


Abb. 2.

Wurzelsbild der Kaspischen Weide in zwei verschiedenen Substraten.

1. Die Abszisse (als waagrechte Mittellinie der Zeichenfläche, letztere am besten Millimeterpapier) entspricht der Oberflächenlinie des Nährsubstrates.
2. Auf dieser Linie wird der Mittenquerschnitt des Fehsers und bei Kernpflanzen des Wurzelhalses (mittels dessen Radius) aufgetragen.
3. In einem jeweils zweckmäßigen Maßstab (im gegebenen Falle 1,5 : 1) erfolgt nun die symmetrische Auftragung des mittleren Durchmessers der Laubschosse und der Wurzeln ersten Grades.
4. Senkrecht an dem Endpunkte dieser Durchmesser werden die mittleren Längen der Laubschosse und der Wurzeln ersten Grades ganzlinig — die gefundenen Höchstleistungen in der Länge darüber hinaus strichliert — gezeichnet.
5. Entsprechend dem mittleren (häufigsten) bzw. höchsten Besatzanteil der nächsten Wurzelgruppe werden diese Punkte einseitig an der nun bereits aufgetragenen Wurzellänge der ersten Gruppe bestimmt.
6. Diese Punkte sind wieder die Mittelpunkte für die Auftragung der mittleren (häufigsten) Stärkendurchmesser der Wurzeln zweiten Grades. Senkrecht auf die Endpunkte dieser Durchmesser erfolgt nun wieder die Auftragung der mittleren (häufigsten) bzw. größten Wurzellängen

der Wurzeln der zweiten Gruppe — ganzlinig bzw. gestrichelt. Es wird hierzu der für die Darstellung und Konstruktion zweckmäßigste Maßstab gewählt (im gegebenen Falle 15 : 1), der nun auch für alle folgenden Wurzelgruppen der gleiche bleibt. Wegen der hier gegebenen großen Unterschiede zwischen den Längen und Durchmessern der Wurzelgruppen ist es aus konstruktiven Gründen und mit Rücksicht auf den immerhin beschränkten Zeichenraum nötig, hier speziell die Längen der zweiten Wurzelgruppe nicht gestreckt, sondern gefaltet zu konstruieren. 7. Die Auftragung der Werte der dritten bzw. weiteren Wurzelgruppen erfolgt mit Berücksichtigung des jeweiligen Besatzanteiles in gleicher Weise auf der jeweils vorhergehenden (sie tragenden) Wurzellänge.

Wenn die zweckmäßig gewählten Verhältnisse der Maßstäbe zumindestens für die Darstellung der Leistungsergebnisse einer Pflanzenfamilie gleichmäßig angewandt werden, ergeben die Konstruktionen instructive Typenbilder.

*Formel zur Errechnung des Wurzelquotienten bzw. der Wurzelgruppenwerte:*

Für die Errechnung des eingangs erwähnten physiologischen Wurzelquotienten (*SWq*) M. SCHREIBERS ist die genaue Messung des gesamten Wurzelsystems unumgänglich. Dies erfordert aber einen so enormen Arbeits- und Zeitaufwand, daß diese Methode nur für die Bestimmung der physiologischen Leistungsfähigkeit des Wurzelsystems von Jungpflanzen einzelner Arten Anwendung finden kann.

Als Bewertungszahlen für umfangreiche Massenerhebungen erschien es mir aber möglich, die Erstellung des Wurzelquotienten als technischen Wurzelquotienten (*Q* in Beispiel 3), sowohl für das gesamte Wurzelsystem einer Pflanze wie auch für die Errechnung beliebiger Wertgruppen dieses Wurzelsystems, durch Benutzung einer algebraischen Formel zu vereinfachen. Dies soll (für II von Beispiel 1 und Beispiel 2) nachfolgend dargelegt werden:

$$SWq = \frac{L}{Z} \frac{\text{Summe der Wurzellängen (der einzelnen Wurzelordnungen)}}{\text{Summe der Zahl der Wurzelspitzen (der einzelnen Wurzelordnungen)}}$$

Bezeichnet man nach der Verzweigungsordnung (dem Wurzelanordnungsgrad) die einzelnen Wurzelordnungen mit  $W_1, W_2, W_3$  usw., deren Länge mit  $L$ , deren Wurzelzahl mit  $Z$ , so ist

$$SWq = \frac{LW_1 + LW_2 + LW_3}{ZW_1 + ZW_2 + ZW_3}$$

Wenn nun die Länge der ersten Wurzelgruppe gemessen, gleichzeitig aber auch die Spitzenzahl der Wurzeln festgestellt wurde und sodann daraus die durchschnittliche Länge ( $l_1$ ) für die erste Wurzelgruppe berechnet wird, können auch analog — die Kenntnis der mittleren Länge der anderen Wurzelgruppen ( $l_2, l_3$ ) vorausgesetzt — Wurzelanzahl- und Längensumme der übrigen Wurzelgruppen, also

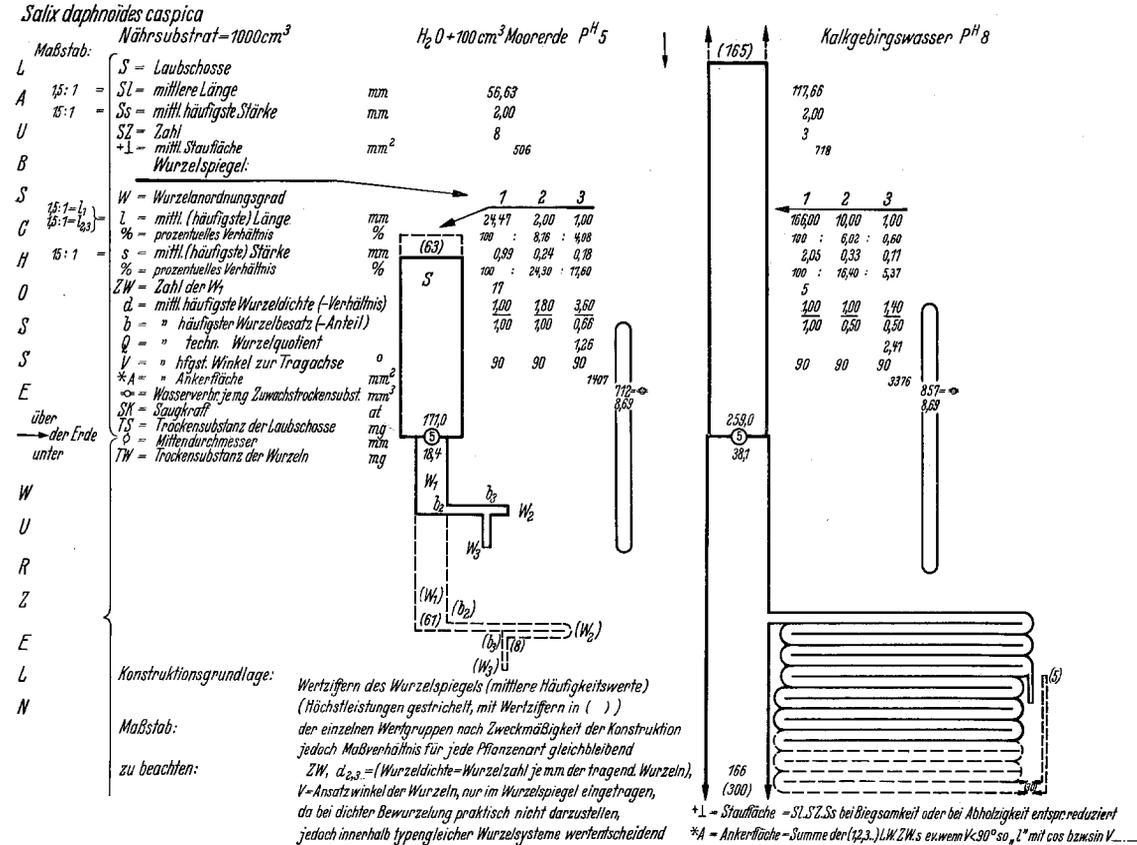


Abb. 3. Wurzel- und Schoßbild (der Abb. 2). Schematische Darstellung aus dem Wurzelspiegel, nach Ing. STELLWAG.

ZW<sub>2</sub>, ZW<sub>3</sub> sowie LW<sub>2</sub> und LW<sub>3</sub> usw. ermittelt werden (Beispiel 3).

In den im vorhergehenden angeführten Beispielen (z. B. 1, 2, 3 II) sind die l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub> an und für sich durch ihre Gleichartigkeit in der jeweiligen Wurzelgruppe gegeben.

Für eilige Erhebungen in der Praxis, also speziell für technische Zwecke, wo es mehr auf das Grob- als auf das Feinwurzelwerk ankommt, können nach genauer Aufnahme der W<sub>1</sub> (Bestimmung von ZW<sub>1</sub> und l<sub>1</sub>) nun l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub> usw. je nach Bedarf mehr oder minder genau bestimmt werden. Dasselbe gilt für die Wurzeldicke d, 1, 2, 3 usw. und den Wurzelbesatzanteil b, 1, 2, 3 usw.

Beispiel 3.

Formel nach F. STELLWAG zur Errechnung des Wurzelquotienten bzw. der Wurzelgruppenwerte aus dem Wurzelspiegel (wobei für eilige technische Zwecke nur die l<sub>1</sub> gemessen werden müssen, während die mittleren Häufigkeitswerte auch durch Stichproben ermittelt werden können).

$$\text{Gesamtlänge } L = LW_1$$

$$\text{Wurzelquotient} = Q = \frac{L}{Z} = \frac{(d \cdot l_1)}{d} +$$

$$\text{Gesamtzahl } Z = ZW_1$$

Beispiel 2.

Wurzelspiegel nach Ing. F. Stellwag zur Kennzeichnung eines Wurzelsystems.

		I.			II.			
1.	Wurzelanordnungsgrad	W	I	2	3	I	2	3
2.	Mittlere Länge mm	l	103	11	2	185	59	1
	Prozentuelles Verhältnis	%	100	10,7	1,9	100	32	0,55
3.	Mittlere (häufigste) Stärke mm	s	1,20	0,40	0,20	2,00	1,50	0,50
	Prozentuelles Verhältnis	%	100	33	16,6	100	75	25
4.	Zahl der W <sub>1</sub> (WZ = d)	ZW	I	—	—	I	—	—
5.	Mittl. (hfgst.) Wurzeldicke	d	1,00	0,107	1,73	1,00	0,032	0,82
6.	„ „ Wurzelbesatz	b	1,00	1,00	1,00	1,00	0,34	1,00
7.	„ „ Wurzelquotient	Q	4	—	—	4	—	—
8.	„ „ Winkel zur Tragachse	∠ V	0	90	90	IIa 30	30	30

$$\frac{\text{Gesamtlänge } LW_2}{\text{Gesamtzahl } ZW_1} + \frac{LW_3}{ZW_3}$$

$$+ \frac{(d \cdot l_1) (\bar{d}_2 \cdot \bar{b}_2) \cdot l_2}{(d \cdot l_1) (\bar{d}_2 \cdot \bar{b}_2)} + \frac{(d \cdot l_1) (\bar{d}_2 \cdot \bar{b}_2) \cdot l_2 (\bar{d}_3 \cdot \bar{b}_3) \cdot l_3}{(d \cdot l_1) (\bar{d}_2 \cdot \bar{b}_2) \cdot l_2 (\bar{d}_3 \cdot \bar{b}_3)}$$

Für das Beispiel II.

$$\frac{L}{Z} = \frac{(1 \cdot 185) + (1 \cdot 185) (0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 + (1 \cdot 185) (0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 \cdot (0 \cdot 82 \cdot 1) \cdot 1}{1 + (1 \cdot 185) (0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) + (1 \cdot 185) (0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 \cdot (0 \cdot 82 \cdot 1)}$$

vereinfacht:

$$Q = \frac{L}{Z} = \frac{l_1 + (l_1 \bar{d}_2 \bar{b}_2) \cdot l_2 + (l_1 \bar{d}_2 \bar{b}_2) \cdot l_2 (\bar{d}_3 \bar{b}_3) \cdot l_3}{\bar{d}_1 + (l_1 \bar{d}_2 \bar{b}_2) + (l_1 \bar{d}_2 \bar{b}_2) \cdot l_2 (\bar{d}_3 \bar{b}_3)}$$

Für das Beispiel II.

$$\frac{L}{Z} = \frac{185 + (185 \cdot 0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 + (185 \cdot 0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 \cdot (0 \cdot 82 \cdot 1) \cdot 1}{1 + (185 \cdot 0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) + (185 \cdot 0 \cdot 032 \cdot 0 \cdot 34) \cdot 59 \cdot (0 \cdot 82 \cdot 1)} = 4$$

### Praktische Auswertung (3).

Die von mir im Zuge dieser Arbeit vorgenommenen Untersuchungen über die Bildung von Wurzeln und Laubtrieben an 422 Kern- und vornehmlich Stecklingspflanzen verschiedener Arten (Varietäten und Formen) von 8 Gattungen, und zwar aus den Familien der Salicaceen, Betulaceen, Oleaceen, Rhamnaceen, Eleagnaceen, Caprifoliaceen und Rosaceen in sechs natürlichen Nährsubstraten, haben bei Auswertung der hierbei anfallenden rund 8000 Einzelergebnisse, folgende Resultate zeitigt:

Werden zu den schem. Wurzel- und Schoßbildern noch alle erhobenen Wertzahlen in Form des Wurzelspiegels beigefügt, so entstehen möglichst vollkommene *vergleichsfähige Typenbilder*.

Das Mittel der erhobenen Häufigkeitswerte kommt den tatsächlichen Mittelwerten so nahe, daß die wesentlich leichter erhebbarer *mittleren Häufigkeitswerte* unbedenklich für technische Erhebungen Anwendung finden können.

Bei laboratoriumsmäßiger Aufzucht von Steckhölzern in Aufschlammungen *natürlicher Nährsubstrate* ergeben sich bei Individuen glei-

cher Abstammung im Wurzel- und Schoßbild *typische Reaktionen* auf die Eigenarten der Nährsubstrate.

Ferner zeigt sich schon während dieser künstlichen Aufzucht bei Steckhölzern die reproduktive Leistungsfähigkeit der *verschiedenen Teile* eines Individuums, die *Zeitfolge* in der vegetativen Entwicklung und die Tatsache, ob die Produktion der Laubschosse auch mit einer *entsprechenden* Wurzelbildung vor sich geht, oder ob diese Laubschosse nur aus den im Holzkörper vorhandenen Reservestoffen ohne Wurzelbildung austreiben; letztere Feststellung ist insofern wertvoll, als solche Formen sog. „*Blender*“ sind, die in der praktischen Anwendung nach einem scheinbaren Erfolge völlig versagen.

Die *Saugkraft* der untersuchten Salix-Spezies steht in Korrelation mit gemessenen tatsächlichen Wasserverbrauch, und zwar wird der Wasserverbrauch um so geringer, je höher die Saugkraft ansteigt.

Im Laboratorium fällt die geeignete *Prüfungszeit* in die Zeit der zweiten Hälfte der natürlichen Vegetationsruhe.

Es erscheint nach dem Ergebnis der praktisch durchgeführten Anbauversuche möglich, für ein Gebiet, in dem zur Beruhigung beweglicher Böden eine lebende Verbauung erfolgen soll, durch vorbesprochene Eignungsprüfung schon während des Winters das *jeweils geeignetste Material* festzustellen, um es dann im Frühjahr zeitgerecht und mit Aussicht auf Erfolg einbauen zu können.

### Literatur.

1. STELLWAG-CARION, F.: Eignungsprüfung bei Steckhölzern. Zbl. ges. Forstw. 62, H. 7/8.
2. SCHREIBER, M.: Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Lärche und Fichte. Zur Variabilität des Wurzelquotienten bei ein und derselben Holzart. Zbl. ges. Forstw. 1926, H. 3—6.
3. KELLER, E.: Lebende Verbauung. Bericht. Wasserwirtsch. u. Technik 1936, Nr. 18—19.
4. STELLWAG-CARION, F., u. E. KELLER: Lebende Verbauung. Wasserwirtsch. u. Technik 4 Nr. 1—2 (1937).

## REFERATE.

### Allgemeines, Genetik, Cytologie, Physiologie.

**Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur.** Von N. W. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, K. G. ZIMMER und M. DELBRÜCK. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl., N. F. 1, 189 (1935).

Zunächst wird eine zusammenfassende Übersicht unseres gesamten Wissens über die spontanen und die durch Strahlen induzierten Mutationen in An-

lehnung an das in dieser Hinsicht am gründlichsten und vielseitigsten durchforschte Objekt, Drosophila, gegeben. Als Ergebnis dieser Betrachtung werden die allgemeinen und wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der Genmutation herausgestellt. Die spontan auftretende und strahleninduzierte Mutabilität sind nichts grundsätzlich Verschiedenes; lediglich die Mutationsrate ist bei dieser um ein Bedeutendes gegenüber jener erhöht. Die spontane Mutationsrate, der Prozentsatz der Mutationen in der Zeiteinheit, ist temperaturabhängig