

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und dem MHD der DDR, Agrarmeteorologische Forschungsstation Groß-Lüsewitz

Über die Spaltöffnungsverhältnisse von Kartoffelsorten verschiedener Reifegruppen

Von G. MEINL und A. RAEUBER

Mit 4 Abbildungen

Aus dem Jahre 1954 lagen uns Beobachtungen vor, aus denen eindeutig hervorging, daß die Eindringgeschwindigkeit von 2 Tropfen Xylol — auf die Blattunterseite aufgebracht, — bei frühen Kartoffelsorten weitaus größer war als bei späten. Voruntersuchungen zeigten andererseits auch, daß Größe, Zahl und Verteilung der Spaltöffnungen bei frühen und späten Sorten recht unterschiedlich waren. Gemäß seiner großen Bedeutung für die Leistung einer Pflanze schien es uns notwendig, das Verhalten des Spaltöffnungsapparates einer eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

Material und Methode

Um mögliche Unterschiede im Herkunftswert auszuschalten, kam nur solches Material zur Untersuchung, das in der Haupt- und Kontrollprüfung in Groß-Lüsewitz stand. Untersucht wurden die Sorten: Vera, Erstling, Sieglinde, Frühmölle, Frühbote und der Stamm Kleinwanleben 377/45 aus der frühen Reifegruppe, Bona und Mittelfrühe aus der Gruppe der mittelfrühen Sorten und aus der späten Reifegruppe Ackersegen, Aquila, Voran und Capella.

Die einzelnen Blätter wurden im Bestand gepflückt und in ein gut verschließbares Probeglas gebracht. Nach einem Weg von 10 Minuten erfolgte die Messung im Raum. Wir verwendeten nur etwa gleich alte Blätter gleicher Insertionshöhe. Wie später gezeigt werden soll, durften wir annehmen, daß inzwischen eintretende Veränderungen der Spaltöffnungen alle Sorten in gleichem Sinne treffen und die relativen Vergleiche keine Störung erfahren. Dann wurden im Raum — bzw. in Kontrollversuchen im Freiland — mit Hilfe eines dünnen Glasstabes 2 Tropfen Xylol auf die Unterseite der Blattoberfläche aufgebracht und ihr Eindringen mit der Stoppuhr gemessen. Nach MOLISCH (1912) sowie PAECH und SIMONIS (1952) entsprechen kürzeren Eindringzeiten größere Spaltöffnungsweiten und längeren Eindringzeiten kleinere.

An dem Material von 1959 bestimmten wir ferner Größe, Zahl und Verteilung der Spaltöffnungsappa-

rate. Alle hier ermittelten Größen stellten Mittelwerte von mindestens 200 Einzelwerten, die wiederum an Blättern verschiedener Pflanzen ermittelt wurden, dar.

Ergebnisse

Vorerst sollte geprüft werden, ob sich das Verhältnis der Eindringzeiten von Xylol in die Spaltöffnungen intakter, an der Pflanze verbliebener Blätter und gepflückter, in den Arbeitsraum transportierter Blätter verändert. Zwei dieser Vergleiche sind in Tab. 1 wiedergegeben.

Tabelle 1. Vergleich der Eindringzeiten von Xylol bei an der Pflanze verbliebenen (im Freiland) und gepflückten Blättern (im Raum).

Sorten	Freiland (an der Pflanze)	im Raum (gepflückt)
Frühnudel	42,7 ± 17,3 sec.	55,6 ± 16,1 sec.
Capella	93,9 ± 59,1 sec.	130,2 ± 43,9 sec.
Verhältnis		
Capella: Frühnudel	2,2	2,3
Mittelfrühe	51,3 ± 22,1 sec.	119,5 ± 46,1 sec.
Capella	65,8 ± 18,1 sec.	150,7 ± 40,9 sec.
Verhältnis		
Capella: Mittelfrühe	1,3	1,3

Das Verhältnis der Eindringzeiten hat sich offenbar nicht geändert. Zu den auffallend kurzen Zeiten im Freiland muß bemerkt werden, daß ihr Zustandekommen nicht nur auf größeren Spaltenweiten beruht, sondern z. T. auch auf der rascheren Verdunstung des Xylols durch Wärme- und besonders Windeinwirkung. Dieser Fehler bleibt nicht konstant, wenn sich während länger dauernder Messungen die bodennahe Windgeschwindigkeit ändert. Wir glauben daher, daß bei Arbeiten im Raum trotz des sicher sehr groben Eingriffs durch das Abpflücken und den anschließenden Transport durchaus repräsentable Relativwerte gewonnen werden können.

Bei der Auswertung der Versuchsreihen interessierte in erster Linie die Unterschiedlichkeit der Spaltöffnungsweiten zwischen den einzelnen Kartoffelsorten. Ferner aber auch das Verhalten der Sorten innerhalb

Tabelle 2. Vergleich der Eindringgeschwindigkeiten der Jahre 1954 und 1959.

Sorten	1954				1959					
	8.00 Uhr \bar{x}	n	15.00 Uhr \bar{x}	n	8.00:15.00 Uhr $P\%$	9.00 Uhr \bar{x}	n	15.00 Uhr \bar{x}	n	9.00:15.00 Uhr $P\%$
Vera	28,0	120	46,4	100	<0,1	26,3	45	37,4	25	<5,0
Erstling	31,9	120	57,4	107	<0,1	34,2	45	42,2	25	>5,0
Sieglinde	37,1	55	—	—	—	—	—	—	—	—
Frühmölle	43,1	118	57,8	101	<1,0	31,9	45	44,8	25	>5,0
Frühbote	47,2	117	66,3	102	<1,0	38,1	45	49,6	25	<5,0
Kl. Wa. 377/45	51,0	113	91,2	102	<0,1	40,8	45	50,0	25	>5,0
Bona	44,2	87	49,0	80	>5,0	61,1	95	81,4	70	>5,0
Mittelfrühe	100,1	121	—	—	—	66,8	95	86,9	70	<1,0
Ackersegen	101,3	160	—	—	—	94,4	140	118,3	115	<0,1
Aquila	119,5	160	—	—	—	106,5	140	127,2	115	<0,1
Voran	134,4	154	—	—	—	122,3	140	137,5	115	<1,0
Capella	138,7	160	—	—	—	133,0	140	152,6	115	<5,0

Tabelle 3. Irrtumswahrscheinlichkeiten P der Differenzen der für 8.00 Uhr bestimmten Mittelwerte aus Tabelle 1.

Sorten	Vera	Erstling	Sieglinde	Frühmölle	Frühbote	Kl. Wa. 377/45	Bona	Mittelfrühe	Ackersegen	Aquila	Voran	Capella
Vera	—	>5,0	0,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Erstling	>5,0	—	>5,0	0,5	<0,1	<0,1	0,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sieglinde	0,8	>5,0	—	>5,0	>5,0	1,8	>5,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Frühmölle	<0,1	0,5	>5,0	—	>5,0	>5,0	>5,0	>5,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Frühbote	<0,1	<0,1	>5,0	>5,0	—	>5,0	>5,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Kl. Wa. 377/45	<0,1	<0,1	1,8	>5,0	>5,0	—	>5,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bona	<0,1	0,8	>5,0	>5,0	>5,0	>0,5	—	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mittelfrühe	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	—	>5,0	1,8	<0,1	<0,1
Ackersegen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	>5,0	—	0,9	<0,1	<0,1
Aquila	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,8	0,9	—	>5,0	1,4
Voran	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	>5,0	—	>5,0
Capella	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,4	>5,0	—

der klimatisch doch recht unterschiedlichen Jahre 1954 und 1959. Während 1954 ein für den Küstenbezirk typisches Durchschnittsjahr darstellt, war 1959 ein ausgesprochen sonnenscheinreicher, warmer, windarmer und trockener Sommer zu verzeichnen. Wie die folgende Tab. 2 zeigt, bleibt die auf Grund der Eindringgeschwindigkeit im Mittel der gesamten Untersuchung aufgestellte Reihenfolge in beiden Jahren erhalten.

Eine Verschiebung in der Reihenfolge gibt es 1959 nur zwischen Frühmölle und Erstling. Im gesamten fällt jedoch auf, daß mit Ausnahme der Sorte Bona alle Werte des Jahres 1959 etwas unter denen von 1954 liegen. Das dürfte an den schon geschilderten Witterungsbedingungen liegen.

Aus den Spalten 6 und 11 ist ferner zu ersehen, daß die Unterschiede zwischen den 8- bzw. 9-Uhr-Werten und den 15-Uhr-Werten in einem Großteil der Fälle gut bis sehr gut gesichert sind.

Aus der Tab. 3 kann man für die 8-Uhr-Werte von 1954 die Überzufälligkeit der Differenzen zwischen den einzelnen Sorten aus den angegebenen Irrtumswahrscheinlichkeiten P ersehen.

Für das Jahr 1959 ist in der Tab. 4 nur die Sicherung der Differenzen zwischen den Reifegruppen angegeben worden.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß frühe Sorten gesichert größere Spaltöffnungen haben als späte. Daneben bestehen jedoch auch innerhalb der Reifegruppen zwischen einzelnen Sorten überzufällige Unterschiede.

Gruppieren wir die Eindringzeiten aller Sorten während der gesamten Meßperiode in Pentaden, so

Tabelle 4. Sicherung der Differenzen der Eindringgeschwindigkeiten zwischen den Reifegruppen (1959 — 9.00 Uhr).

	1959	mittelfrüh	spät
früh	D	29,7	79,8
	t	9,28	10,10
	P%	< 0,1	< 0,1
mittelfrüh	D	—	50,1
	t	—	6,42
	P%	—	< 1,0

ergibt sich der in der Abb. 1 dargestellte Verlauf: Abb. 1a, b.

Wir können wiederum einen in beiden Jahren prinzipiell fast gleichen Verlauf der Eindringzeiten vermerken. Bis zur Pentade 21.—25. 7. nehmen die Eindringzeiten ab, um dann wieder zuzunehmen.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Spaltöffnungsweiten von meteorologischen Faktoren wurden Messungen und Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit in 20 cm über Brache, der Windstärke 20 cm über Brache und der Wolkenbedeckung herangezogen. Da die Ermittlungen durchweg um 8 bzw. 15 Uhr angestellt wurden, kann man annehmen, daß bei den folgenden Vergleichen die Tagesrhythmik weitgehend ausgeschaltet ist.

Aus den Tab. 5 und 6 läßt sich feststellen, daß allem Anschein nach die Abhängigkeit der Eindringzeit von der Luftfeuchtigkeit bei den verschiedenen Kartoffelsorten nicht gleich ist. Allgemein jedoch zeigt sich bei abnehmender Luftfeuchtigkeit die Tendenz zum Schließen der Spaltöffnungen. Die Werte der späten Sorten bei $\leq 85\%$ Luftfeuchte weichen wohl infolge der sehr geringen Wiederholung von der Erwartung

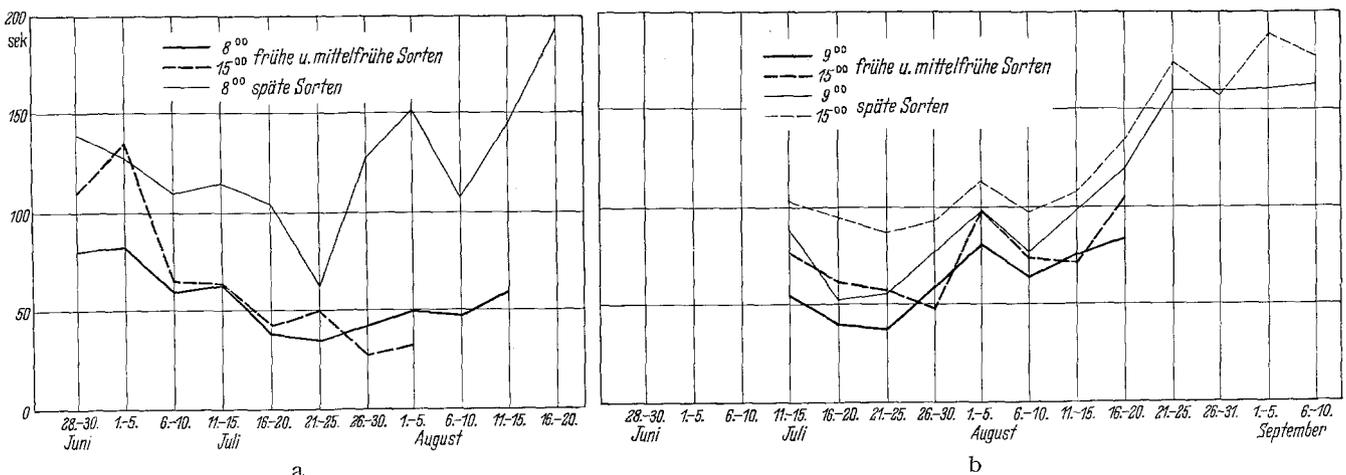


Abb. 1. Eindringzeiten von Xylof. — a) Pentadenmittelwerte der Reifegruppen 1954; b) Pentadenmittelwerte der Reifegruppen 1959.

Tabelle 5. Eindringzeiten (sec.) von Xylol in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit (1954).

	8.00 Uhr			15.00 Uhr		
	≤85 %	86-95 %	96-100 %	≤75 %	75-85 %	86-100 %
Vera	28,4	27,1	29,2	67,0	40,7	40,3
Erstling	40,5	32,3	25,1	80,5	59,3	37,9
Frühmölle	47,9	43,5	38,8	76,0	55,2	46,6
Kl. Wanzleben	75,1	45,4	43,7	147,8	86,1	53,6
Frühbote	63,3	42,5	44,3	96,6	59,6	54,6
Bona	50,0	42,3	44,4			
Mittelfrühe	110,9	110,1	65,0			
∅	59,4	49,0	41,5	93,5	60,2	46,4
Ackersegen	85,0	114,4	73,8			
Aquila	139,5	123,9	89,8			
Capella	141,7	149,8	98,4			
Voran	112,3	144,3	111,0			
∅	119,6	133,6	93,3			
∅ ∅	81,3	79,5	60,3			

ab. Ein wesentlich klareres Bild ergibt sich bei den 15-Uhr-Werten, da hier größere Feuchteschwankungen zu verzeichnen waren.

Erwartungsgemäß zeigte eine Aufteilung des Kollektivs nach unterschiedlichen Graden der Wolkenbedeckung besonders bei den 15-Uhr-Werten eine mit der Luftfeuchte übereinstimmende Tendenz. Auch hier fanden wir größere Spaltöffnungsweiten bei stärkerer Wolkenbedeckung. Eine merkliche Beeinflussung der Öffnungsweite durch die Windgeschwindigkeit konnte aus dem vorliegenden Material nicht hergeleitet werden.

Die Werte der Tab. 5 und 6 stammen aus etwa 2000 Einzelbestimmungen, wobei die größte Häufigkeit in der mittleren Gruppe (86-95%) zu verzeichnen war. Im Durchschnitt kommen auf jeden hier angegebenen Wert etwa 40 Einzelbestimmungen.

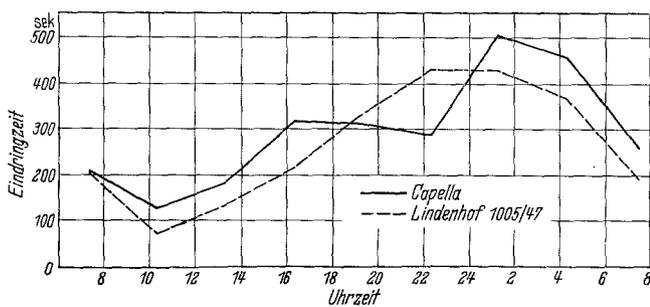


Abb. 2. Eindringzeiten von Xylol im Tagesgang. — 26.—27. August 1954 in Groß-Lüsewitz. — Am 26. 8. von 13⁰⁰ bis 16⁰⁰ Uhr Windgeschwindigkeit 0,8 bis 1,3 m/sec, anschließend Windstille. — Relative Luftfeuchte in 20 cm über Brache zwischen 75 und 100%. — Lufttemperatur in 20 cm über Brache zwischen 22,5° und 7,1° C.

Tabelle 6. Relativwerte zu Tabelle 5.

	8.00 Uhr			15.00 Uhr		
	≤85 %	86-95 %	96-100 %	≤75 %	76-85 %	86-100 %
Vera	104,6	100	107,5	164,6	100	99,0
Erstling	125,3	100	77,7	135,8	100	63,9
Frühmölle	110,1	100	89,2	137,7	100	84,3
Kl. Wanzleben	165,2	100	96,2	171,8	100	62,2
Frühbote	149,0	100	104,7	162,0	100	91,6
Bona	118,0	100	104,9			
Mittelfrühe	100,7	100	59,1			
∅	121,2	100	84,7	155,2	100	77,1
Ackersegen	74,3	100	64,5			
Aquila	112,5	100	72,5			
Capella	94,8	100	65,7			
Voran	78,0	100	77,0			
∅	89,6	100	69,8			
∅ ∅	102,3	100	75,8			

Während der Untersuchungen unternahmen wir auch den Versuch, die Tagesgänge der Spaltöffnungsweiten in dreistündigen Abständen bei verschiedenen Sorten zu erfassen. Abb. 2 stellt die Spaltöffnungsbeziehung zweier Kartoffelsorten an einem fast wolkenlosen und windstillen Augusttag dar.

Die photoaktive Öffnungsreaktion der Schließzellen kommt hier deutlich zum Ausdruck. Eine hydroaktive Schließbewegung jedoch, die mittags an heißen Strahlungstagen auftreten kann, ist nicht feststellbar gewesen. Diese Methode ermöglichte auch keine Entscheidung, ob es nachts zu einem totalen Spaltenverschluß kommt oder nicht.

Mikroskopische Untersuchungen der Zahl, Größe und Verteilung von Spaltöffnungen an Blättern von früh, mittelfrüh und spätreifenden Kartoffelsorten führten zu folgenden Ergebnissen (Tab. 7).

Der Verteilungsmodus der Spaltöffnungen auf Oberseite und Unterseite charakterisiert das Kartoffelblatt als typisch hypo-amphistomatisch. Einer großen Zahl von Spaltöffnungen der Unterseite steht eine relativ geringe Zahl der Oberseite gegenüber. Betrachten wir jedoch die Größe der Schließzellenpaare — deren Länge, Breite und Fläche jeweils ermittelt wurden —, so zeigt sich eine klare, in fast allen Fällen gesicherte Überlegenheit der Blattoberseite.

Unterzieht man die Reihenfolge der Sorten einer genaueren Analyse, so ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Eindringzeiten. An der Spitze stehen wiederum die frühen Sorten mit den größten, jedoch wenigsten Spaltöffnungen, am Ende der Aufstellung rangieren die späten mit den meisten aber kleinsten Stomata. Ein Vergleich der Stomatafläche (gemeint

Tabelle 7. Länge, Breite, Fläche und Zahl der Spaltöffnungsapparate verschiedener Kartoffelsorten 1959.

Sorten	Blattunterseite					Blattoberseite				
	Länge in μ	Breite in μ	Fläche 10^{-3} mm^2	Zahl pro mm^2	Fläche pro mm^2 in %	Länge in μ	Breite in μ	Fläche 10^{-3} mm^2	Zahl pro mm^2	Fläche pro mm^2 in %
Vera	50,8	32,3	1.292	72	9,33	57,6	36,0	1.628	16	2,60
Erstling	52,0	32,1	1.314	61	7,98	66,4	40,0	2.085	11	2,38
Sieglinde	56,7	36,1	1.614	50	8,09	64,0	40,0	2.010	9	1,81
Frühmölle	46,5	26,2	0.958	61	5,82	60,0	32,0	1.507	9	1,31
Frühbote	50,6	35,6	1.414	73	10,32	59,2	40,8	1.896	11	2,10
Kl. Wa. 377/45	51,5	34,7	1.410	72	10,17	64,8	41,6	2.116	20	4,15
Bona	52,7	34,8	1.442	79	11,39	57,6	38,4	1.736	18	3,09
Mittelfrühe	35,7	22,8	0.641	128	8,18	48,8	45,6	1.717	8	1,31
Ackersegen	37,9	24,2	0.722	188	13,54	44,8	26,4	0.928	9	0,84
Aquila	35,9	22,6	0.639	167	10,65	43,2	26,4	0.895	4	0,32
Voran	33,7	22,1	0.589	141	8,29	47,2	23,2	0.860	20	1,71
Capella	32,6	20,4	0.522	175	9,12	33,6	21,6	0.570	19	1,08

ist wiederum die Fläche der beiden Schließzellen) pro mm² in Prozent zeigt aber, daß sich die oben geschilderten Verhältnisse weitgehend ausgleichen und keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Reifegruppen bestehen.

Einer gesonderten Behandlung müssen die Sorten Bona und Mittelfröhe unterzogen werden. Beide stehen in der sicher sehr heterogenen Gruppe der mittelfrüh reifenden: Bona am Anfang, Mittelfröhe mehr zum Ende hin. Die entsprechende Tendenz zeigen auch die Werte in obiger Tabelle sowie die Eindringzeiten des Jahres 1954. Eine Erklärung dafür möchten wir aus der verschiedenen Abstammung der beiden Sorten herleiten. Während Bona von frühen Formen abstammt, stehen die Ausgangsformen der Sorte Mittelfröhe in der mittelspäten Reifegruppe.

Um die Gruppenunterschiede besser herausarbeiten zu können, sind in der folgenden Tab. 8 die Mittel der Blattunterseite mit den Sicherungen zusammengestellt.

Tabelle 8.

Reife- gruppen	Länge		Breite		Fläche		Zahl	
	\bar{x} [in μ]	P%	\bar{x} [in μ]	P%	\bar{x} [in mm ²]	P%	\bar{x} [je mm ²]	P%
früh	37,4	> 5,0	32,8	> 5,0	1,394	> 5,0	65	> 5,0
mittelfrüh	44,2	< 0,1	28,8	< 0,1	1,042	< 0,1	103	< 0,1
spät	35,0	> 5,0	22,3	> 5,0	0,618	> 5,0	167	> 5,0

Wie in bisher allen Fällen, bleiben auch hier die Unterschiede zwischen früh und spät signifikant.

Die Größenverhältnisse der Stomata früher und später Sorten gaben den Anstoß, auch die Zellen der anderen Blattgewebe zu studieren. Größemessungen ergaben in den meisten Fällen gleichfalls signifikant größere Zellen bei frühen und umgekehrt. Diese Beobachtungen könnten zu dem Schluß führen, daß frühe Formen ein Tendieren zum Gigascharakter zeigen. Nach den in der Literatur vorliegenden Erfahrungen müßten dann auch die Stoffwechselprozesse langsamer und weniger intensiv ablaufen. Laufende Untersuchungen der Atmungsintensität scheinen auch in diese Richtung zu weisen.

Beziehen wir in unsere bisherigen Betrachtungen noch die genaue Vegetationsdauer ein, so ergibt sich für das Jahr 1954 folgendes Bild (Abb. 3):

In der Abb. 4 sind zusätzlich die Anzahl und Fläche der Stomata eingetragen. Auch in diesem Jahr zeigt sich eine relativ enge Korrelation zwischen Vegetationsdauer (vom Zeitpunkt des Auflaufens bis zum

Absterben des Krautes), Eindringgeschwindigkeit und Zahl der Spaltöffnungen. Fast spiegelbildlich dazu liegen die Flächenwerte des einzelnen Spaltöffnungsapparates.

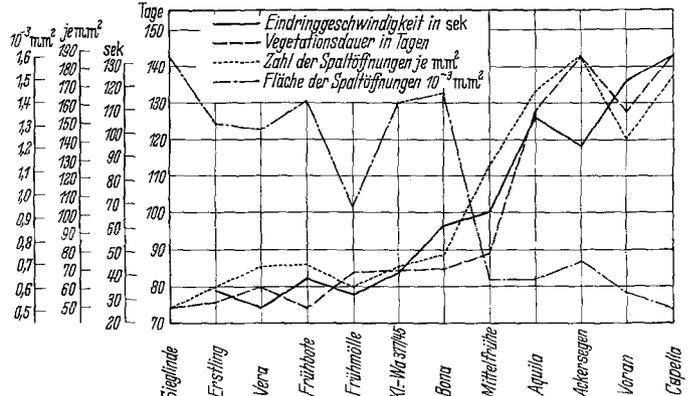


Abb. 4. Vegetationsdauer, Eindringgeschwindigkeit, Zahl und Fläche der Spaltöffnungen 1959.

Zusammenfassung

Mit Hilfe der Eindringgeschwindigkeit von Xylol wurden 1954 und 1959 die relativen Spaltöffnungsweiten früher, mittelfrüher und später Kartoffelsorten bestimmt.

Für beide Jahre ergab sich eine Übereinstimmung in der Sortenfolge; frühe Sorten hatten kurze, spätere Sorten signifikant längere Eindringzeiten. Die Öffnungsweite korreliert mit der Wolkenbedeckung und Luftfeuchte. Die Zusammenfassung der Eindringzeiten aller Sorten in Pentaden zeigt ein deutliches Maximum der Öffnungsweite vom 21. 7.—25. 7.

Zahl und Größe der Stomata früher und später Sorten sind signifikant unterschiedlich. Frühe Sorten haben wenige, aber große, späte Sorten mehr, aber kleine Spaltöffnungsapparate.

Vegetationsdauer, Spaltöffnungszahl und Eindringgeschwindigkeit sind eng miteinander korreliert.

Literatur

- HARMS, H.: Beziehungen zwischen Stomataweite, Lichtstärke und Lichtfarbe. *Planta* (Berlin) 25, 155—193 (1936).
- FRIEDRICH, H.: Über die Spaltöffnungsweite blattrollkranker Kartoffelblätter. *Angew. Bot.* 20, 129 bis 155 (1932).
- LOTFIELD, G.: The behaviour of stomata. *Carnegie Instn. Publ.* 314 (1921).
- LUNDEGÅRDH, H.: Klima und Boden. 4. Aufl. Fischer-Verl. Jena (1954).
- MOLISCH, H.: Das Offen- und Geschlossenein der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode. *Z. f. Bot.* 4, 106—112 (1912).
- PAECH, K., und W. SIMONIS: Übungen zur Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer (1952).
- PISEK, A., und E. WINKLER: Die Schließbewegung der Stomata bei ökologisch verschiedenen Pflanzentypen in Abhängigkeit vom Wassersättigungszustand der Blätter und vom Licht. *Planta* (Berlin) 42, 253—278 (1953).
- RYWOSCH, S.: Über die Beziehungen zwischen der Zahl der Spaltöffnungen und dem Bau des Blattes. *Ber. dtsch. bot. Ges.* 43, 67—82 (1925).
- SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. IV. Zum Wasserhaushalt diploider und polyploider Pflanzen. *Züchter* 19, 221—232 (1949).
- STÄLFELT, M. G.: Der stomatare Regulator in der pflanzlichen Transpiration. *Planta* (Berlin) 17, 22—85 (1932).
- STÄLFELT, M. G.: Die stomatare Transpiration und die Physiologie der Spaltöffnungen. Aus: *Handbuch d. Pflanzenphysiologie III*, S. 351—426, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer (1956).
- STOCKER, O.: Die Abhängigkeit der Transpiration von den Umweltfaktoren. *Handbuch der Pflanzenphysiologie III*, S. 436—488. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer (1956).

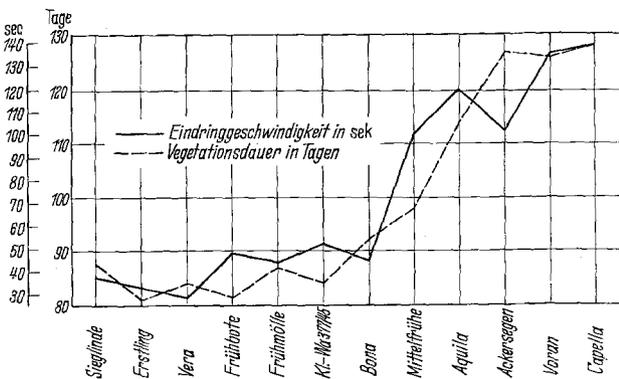


Abb. 3. Vegetationsdauer und Eindringgeschwindigkeit 1954.