

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und dem Forschungsinstitut für Agrarmeteorologie Halle, Agrarmeteorologische Forschungsstation Groß-Lüsewitz, Meteorologischer Dienst der DDR

Mehrjährige phänometrische Untersuchungen an einem größeren Maissortiment in Groß-Lüsewitz Ermittlung von Sorten mit bestimmten Umweltreaktionen

Von K. BELLMANN, G. MEINL und A. RAEUBER

Mit 8 Abbildungen

Die in den letzten Jahren bei phänometrischen Arbeiten (PFEIFER 1959, SCHICK et al. 1960, RAEUBER et al. 1961, BELLMANN et al. 1962, MRÁZEK et al. 1964) gewonnenen theoretischen Erkenntnisse haben uns veranlaßt zu prüfen, in welcher Richtung die Phänometrie in der Pflanzenzüchtung angewendet werden kann. Hierbei interessierte vornehmlich, welche Regressionseigenschaften eine Sorte besitzen müßte, die in einem klimatologisch definierten Gebiet angebaut werden soll, und welche Möglichkeiten zum Auffinden einer solchen Sorte in einem größeren Sortiment bestehen. Wir haben deshalb die Wechselwirkungen zwischen Idiotyp und Umwelt an 58 verschiedenen Maisformen 3 Jahre lang in Groß-Lüsewitz untersucht. Das gewonnene Zahlenmaterial wurde weit aus vielseitiger als bei den bisherigen phänometrischen Untersuchungen verarbeitet.

Die Erfahrungen des Züchters sowie die Ergebnisse physiologischer Untersuchungen und die Erkenntnisse aus biometrisch-genetischen Arbeiten am Mais und der Sojabohne (ROBINSON et al. 1951, JOHNSON et al. 1955, GAMBLE 1962a, b) zeigen eindeutig, daß eine Selektion auf den Endertrag weniger effektiv ist als auf Teilkomponenten des Ertrages.

Beim Silomais setzt sich der Grünmasseertrag aus Blatt, Stengel und Kolben zusammen (Abb. 1).

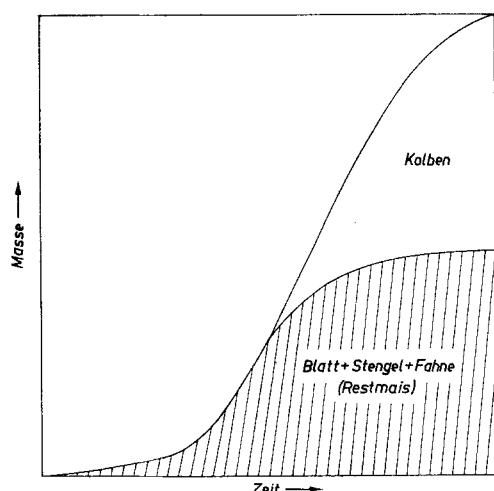


Abb. 1. Verlauf der Ertragsbildung beim Mais (schematisiert).

In vorliegenden Untersuchungen soll zunächst die Abhängigkeit des Wachstums von Blatt und Stengel (d. h. des Restmaises) von Temperatur und Wind untersucht werden. Die Beziehung zwischen Kolbenwachstum und Umwelt wird in einer späteren Publikation dargestellt.

Als Indikator für die Massenzunahme des Restmaises diente das Längenwachstum. Die in Abb. 2

gezeigte Beziehung zwischen Größe und Gewicht läßt erkennen, daß die für die Abhängigkeit des Längenwachstums von der Umwelt möglichen Aussagen in bestimmter Weise auch für die Trockenmassezunahme zutreffen. Bis zu einer Höhe von ca. 80 cm (hauptsächlich Blattwachstum) gilt im allgemeinen, daß je cm Zuwachs der Bestand um ca. 0,1 dt Trockenmasse je ha zunimmt. Nach dieser Zeit beträgt bis zum Erreichen der Endhöhe die Zunahme an Trockenmasse je ha 0,4 dt je cm Zuwachs. Die beiden Beziehungen sind annähernd linear.

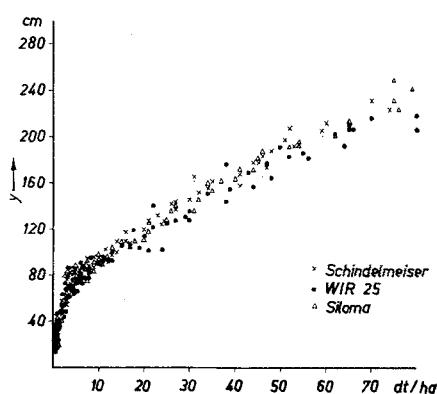


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Pflanzenhöhe (cm) und Trockensubstanzertrag (dt/ha) im Verlauf der Entwicklung des Maises (1959, 1961 Groß-Lüsewitz, 1961 Karow, 1961 Bernburg).

Material

In Tab. 1 sind die geprüften 58 Sorten mit einigen Kennwerten zusammengestellt. Wie ersichtlich, handelt es sich um verschiedene Sortenstrukturen (frei abhängende Populationen, Sortenhybriden, Linienhybriden). Die Formen stammen aus verschiedenen geographischen Bereichen und verteilen sich auf alle Reifegruppen. Wir haben das gesamte Material nach dem Zeitpunkt des Fahnenschiebens (3jähriges Mittel) in 3 Reifegruppen unterteilt: frühe, mittlere und späte Reifegruppe. Die 4 mexikanischen Kulturmäuse sind wegen ihres abweichenden physiologischen Verhaltens aus der späten Reifegruppe herausgenommen worden.

In jedem Jahr wurde das gleiche Saatgut verwendet.

Witterungsbilanz

In Tab. 2 sind für Groß-Lüsewitz die Monatsmitteltemperaturen, die Sonnenscheinstunden, Niederschlagsummen, Windstärken, die Zahl der Sommertage, der Bodenfrosttage und Niederschlagstage der Monate Mai bis August in den Jahren 1960, 1961 und 1962 den 14jährigen Mitteln der Jahre 1950 bis 1963 gegenübergestellt.

Tabelle 1. Übersicht über die 58 verschiedenen Maisformen.

Nr.	Name	Trockenmassenertrag g/Pflanze			Endlänge cm	Zeitraum vom Aufgang bis 50% Fahnenziehen Tage	RM Tro Endlänge g/cm
		RM	Ko	G *			
frühe Reifegruppe							
1	Sundhausen 315	105,6	74,1	179,7	186	54	0,558
2	St. Meißen	73,1	70,0	143,1	150	55	0,476
3	Neuzucht Kaatz	63,6	71,3	134,9	155	55	0,404
4	Bernburg E 1422	111,7	85,0	196,7	196	58	0,565
5	CIV 2	85,8	58,4	144,2	188	58	0,459
6	Bernburg E 11715	94,5	61,6	156,1	190	59	0,495
7	Bündner Herrschaft	100,0	54,4	154,4	185	60	0,531
8	Caldera 131	93,2	67,4	160,6	167	60	0,545
9	Bernburg E 2015	107,1	55,6	162,7	191	60	0,550
10	Caldera 402	117,4	61,7	179,1	205	61	0,553
11	Caldera 501	113,1	72,0	185,1	192	61	0,570
12	Bernburg E 1320	87,7	59,2	146,9	202	61	0,434
13	Goudster	126,0	72,2	198,2	201	62	0,613
14	Dachwiger Hybrid A	107,2	56,3	163,5	188	63	0,571
15	Schindelmeiser	126,4	73,6	200,0	200	63	0,615
16	Strenzfelder	115,5	59,4	174,9	154	63	0,823
mittlere Reifegruppe							
17	Bernburg E 5015	97,4	46,7	144,1	210	64	0,463
18	Galben Timpuriu × Ariesan	120,3	45,0	165,3	199	64	0,593
19	Bernburg E 820	107,3	67,7	175,0	206	64	0,521
20	Lok. Var. aus Liezen	114,0	68,0	182,0	206	65	0,541
21	Kočovska skora	113,9	43,2	157,1	206	65	0,547
22	Untervaz	117,5	49,6	167,1	218	65	0,534
23	Trebišovska Quebeck	98,9	52,3	151,2	186	65	0,529
24	Bukowinski 3	100,6	56,3	156,9	189	66	0,522
25	Inra 200	109,5	46,3	155,8	197	66	0,546
26	Lok. Var. aus Wohlsdorf	93,1	42,6	135,7	210	66	0,441
27	Galben Timp. × Portucaliu	107,0	40,3	147,3	197	67	0,541
28	Bučianska zlta	133,8	57,6	191,4	194	68	0,686
29	Bernburg S 705	101,3	64,7	166,0	218	68	0,454
30	Bernburg S 809	118,7	54,6	173,3	209	68	0,559
31	Wisconsin 255	111,1	49,4	160,5	184	69	0,572
32	Warwick 210	70,0	44,0	114,0	179	70	0,387
33	WH × W 49	77,1	34,1	111,2	167	71	0,463
34	KE 1 8166 — R	97,8	49,0	146,8	181	72	0,537
35	WJ × Schindelmeiser	121,9	48,5	170,4	183	72	0,657
36	Bernburg W 805	135,0	60,6	195,6	209	69	0,626
37	Grushevskaja Odesskaja	94,9	34,9	129,8	179	72	0,524
späte Reifegruppe							
38	Český bílý koňský zub	113,3	51,6	164,9	206	73	0,551
39	Bernburg S 811	94,3	32,2	126,5	205	74	0,447
40	WIR 25	92,7	37,8	130,5	201	74	0,403
41	KE 7 6136-S-F	82,5	34,5	117,0	183	75	0,434
42	Mv 40	124,9	41,1	166,0	195	76	0,619
43	Gelber Dobrudschanska	96,2	28,2	124,4	199	77	0,481
44	Pioneer 395	80,5	40,4	120,9	176	77	0,445
45	Northern King	63,4	36,3	99,7	160	77	0,393
46	Pioneer 383	129,6	34,4	164,0	210	79	0,644
47	Warwick 260	76,3	30,6	106,9	168	82	0,429
48	Pettender Goldflut	131,4	24,9	156,3	214	82	0,601
49	Pioneer 373 A	109,3	28,4	137,7	185	82	0,583
50	Pioneer 388	72,8	24,6	97,4	169	82	0,411
51	Mv 5	118,2	38,4	156,6	210	83	0,564
52	Mv 39	136,6	39,5	176,1	201	86	0,662
53	Rumaer	123,3	32,7	156,0	209	89	0,573
54	Vukovaer	152,6	20,6	173,2	216	91	0,704
Mexik. Kulturmäuse							
55	1180 (Mex.) 1132	97,3	29,6	126,9	206	81	0,469
56	1128 (Mex.) 1183	140,9	19,6	160,5	230	83	0,581
57	1116 (Mex.) 1176	138,7	27,4	166,1	217	89	0,601
58	1104 (Mex.) 1190	165,9	13,4	179,3	221	91	0,724

* RM = Restmais, Ko = Kolben, G = Gesamtpflanze.

Vegetationsjahr 1960:

Nach einem verhältnismäßig milden Winter 1959 bis 1960 — nur der Februar war zu kalt — folgte ein kühler April. Die weiteren Monate Mai bis August waren zyklonal beeinflusst. Nur im Juni gab es einige Unterbrechungen durch Hochdrucklagen. Die Temperaturen waren im Juni etwas übernormal, im Juli um 1 °C und im August um 0,4 °C zu kalt. Die normale Anzahl der Sommer-

tage wurde nicht erreicht. Bodenfrosttage, Sonnenscheinstunden und Windstärken entsprachen dem Durchschnitt. Nur der Niederschlag in den Monaten Juli und August lag erheblich über der Norm.

Der Sommer 1960 war niederschlagsreich und ein wenig zu kühl. Die Windstärken waren normal.

Vegetationsjahr 1961:

Der Winter 1960 bis 1961 verlief im Temperaturregime normal und war zeitweise ausgesprochen mild. Im dauernden Wechsel zwischen zyklonalen und antizyklonalen Wetterlagen erlebte Mecklenburg seit 1849 den zweitwärmlsten April (Monatsmittel Groß-Lüsewitz 9,2 °C; normal 6,5 °C). Das zyklonale Wetter der Monate Mai bis August wurde von Mitte Juni bis in die ersten Julitage durch vorwiegend antizyklonales Wetter unterbrochen. Die Tabellenzahlen spiegeln dies deutlich wider. Auffallend sind die in allen Monaten überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen (besonders im Juli und August). Auch die Windstärke lag in allen Monaten über der Norm.

Der Sommer 1961 war damit zu niederschlagsreich, zu kühl und zu windig.

Vegetationsjahr 1962:

Im Winter 1961 bis 1962 gab es einen kühlen Dezember und nach den milden Temperaturen im Januar und Februar einen recht kühlen März (Monatsmittel —0,3 °C; normal +2,3 °C). Bei wechselhaftem Wetter zeigte der April normale Temperaturen mit 8 Bodenfrosttagen und in geringem Maße übernormale Niederschläge an 18 Niederschlagstagen. Die Monate Mai und Juni waren um 1,5 °C, Juli und August um 2,0 °C zu kalt. Statt 12 gab es nur 2 Sommertage; die Zahl der Bodenfrosttage im Mai und Juni lag erheblich über dem Durchschnitt. In allen Monaten überschritt der Wind die normale Stärke. Der in der Menge ausgewogene Niederschlag fiel an überdurchschnittlich vielen Niederschlagstagen.

Tabelle 2. Monatliche Wetterdaten Groß-Lüsewitz 1960—1962 und langjährige Mittel von Groß-Lüsewitz.

	Lufttemperatur (°C) 2 m Höhe				Anzahl der Sommertage (≥ 25 °C)				Anzahl Bodenfrosttage (5 cm Höhe)				tägliche Sonnenscheindauer (Std.) Mittel			
	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1952—63
Mai	11,8	10,4	9,6	11,2	0	0	0	0,9	2	2	8	3,4	8,3	4,9	5,6	7,4
Juni	15,5	16,1	13,6	15,1	2	4	2	2,9	0	0	5	0,5	8,9	8,4	8,8	8,1
Juli	15,5	15,1	14,2	16,5	2	2	0	4,0	0	0	0	0,0	6,5	4,5	5,7	7,0
August	15,7	15,1	14,3	16,1	3	2	0	4,4	0	0	0	0,0	4,8	6,1	4,6	6,3
	Ø 14,6	14,2	12,9	14,7	S 7	8	2	12,2	S 2	2	13	3,9	Ø 7,1	6,0	6,2	7,2
	Niederschlagsumme (mm)				Zahl Niederschlagstage (≥ 0,1 mm)				Windstärke (Bft.)							
	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1950—63	1960	1961	1962	Norm 1950—63
Mai	50	78	68	58	12	17	20	13,9	2,5	2,7	2,9	2,3				
Juni	64	84	55	68	15	12	13	13,1	2,3	2,6	2,8	2,1				
Juli	130	139	109	88	22	21	18	16,3	2,2	3,0	2,3	2,1				
August	152	113	73	82	23	19	19	16,0	2,0	2,6	2,8	2,0				
	Ø 396	414	305	296	S 72	69	70	59,3	Ø 2,25	2,7	2,7	2,1				

Der Sommer 1962 wird in Mecklenburg als der zweitkühlste seit Beginn der regelmäßigen Messungen im Jahre 1849 bezeichnet. Niederschlag und Windstärke waren überdurchschnittlich.

Methodik

1. Versuchsanlage

Die Parzellen der 58 Maisformen waren in 5 Blöcken zu je 12 Sorten (2 Füllglieder) angeordnet und 5,8 m² groß (62,5 cm × 62,5; 3 Pflanzen je Nest).

2. Meßtechnik

Aus jeder Parzelle wurden 4 Zufallspflanzen ausgewählt. Die täglichen Messungen begannen bei einer Pflanzenhöhe von 25 cm und wurden nach Erreichen der Endhöhe der jeweiligen Pflanze eingestellt. Um einen festen Meßpunkt an der Pflanzenbasis zu haben, wurde dicht neben der Pflanze ein Pflock eingeschlagen, auf dem sich die Meßblätte aufsetzen ließ. Die Pflanzenhöhe wurde durch Hochstreifen der Blätter bestimmt. Die Messungen erfolgten täglich zwischen 7.00 und 9.00 Uhr. Die Sorten wurden stets in derselben Reihenfolge gemessen.

3. Biometrische Analyse

Beziehungen zwischen Zuwachswerten und den meteorologischen Faktoren Lufttemperatur und Windstärke wurden mit Hilfe der Regressions- und Korrelationsrechnung analysiert, wobei wir die Normalkurve als nichtlineares Regressionsmodell benutzten. In früheren Arbeiten (SCHICK et al. 1960, RAEUBER et al. 1961) konnte gezeigt werden, daß die Tagesmitteltemperatur von 22 °C und die Windstärke von 0,7 Beaufort als günstig für das Maiswachstum anzusehen sind. Wird die Normalkurve als Regressionsmodell postuliert, so bestehen lineare Beziehungen zwischen den logarithmierten Zuwachsraten und den quadrierten Temperaturabweichungen von 22 °C bzw. Windstärkeabweichungen von 0,7 Beaufort (Bft.). Es lassen sich die Regressionsgleichungen mit Regressionskoeffizienten und Maximalwert sowie die Gesamtbestimmtheiten und Teilbestimmtheiten für die Einflußgrößen Temperatur und Wind-

Tabelle 3. Gesamt- und Teilbestimmtheiten sowie Temperatur- (b_t) und Windempfindlichkeiten (b_w) , getrennt nach Reifegruppen und Jahren.

Reifegruppe	Jahr	Gesamt-bestimmt-heit B	z	s %	α in %	Temperatur-bestimmt-heit Bt	Wind-bestimmt-heit Bw	Temperatur-empfindlichkeit bt	s %	Wind-empfindlichkeit bw	s %
Frühe Reifegruppe n = 16 Sorten	1960	0,474	0,847	16,3	<0,1	0,350	0,124	-0,0150	33,5	-0,198	83,4
	1961	0,451	0,818	15,5	<0,1	0,352	0,099	-0,0118	16,2	-0,203	50,2
	1962	0,624	1,086	15,4	<0,1	0,419	0,205	-0,0182	16,8	-0,392	36,0
	Gesamtanalyse 60/62	0,488	0,919	9,1	<0,1	0,367	0,121	-0,0162	12,8	-0,272	43,1
mittelfrühe Reifegruppe n = 21 Sorten	1960	0,541	0,946	15,5	<0,1	0,455	0,086	-0,0150	31,0	-0,126	17,5
	1961	0,402	0,754	22,4	<0,1	0,307	0,095	-0,0109	30,2	-0,198	53,5
	1962	0,603	1,046	13,5	<0,1	0,441	0,162	-0,0193	24,5	-0,313	36,7
	Gesamtanalyse 60/62	0,524	0,918	6,9	<0,1	0,418	0,106	-0,0167	13,8	-0,221	36,1
späte Reifegruppe n = 17 Sorten	1960	0,455	0,825	24,5	<0,1	0,438	0,017	-0,0162	16,6	-0,027	221,9
	1961	0,363	0,698	15,1	<0,1	0,256	0,107	-0,0093	22,5	-0,216	36,2
	1962	0,556	0,966	11,0	<0,1	0,470	0,086	-0,0230	14,0	-0,204	60,1
	Gesamtanalyse 60/62	0,487	0,874	21,3	<0,1	0,437	0,050	-0,0195	20,3	-0,130	59,0
Mexikanische Kultur-maisse n = 4 Sorten	1960	0,570	1,005	24,3	<0,1	0,453	0,117	-0,0149	33,4	-0,130	73,2
	1961	0,344	0,698	8,0	<0,1	0,148	0,197	-0,0064	32,0	-0,345	28,3
	1962	0,505	0,901	26,1	<0,1	0,382	0,123	-0,0185	18,8	-0,297	17,5
	Gesamtanalyse 60/62	0,500	0,900	28,4	<0,1	0,398	0,102	-0,0155	5,9	-0,207	16,7

Erklärung: $z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$; $s\% = \text{Variationskoeffizient}$

Tabelle 4. Regressionsbeziehungen zwischen Zuwachsraten und den meteorologischen Faktoren Lufttemperatur und Windstärke ($y = \text{tägl. Zuwachs in cm}, x_t = (t_t - 22)^2, x_{xy} = (w_t - 0.7)^2, t_t = \text{tägl. Temp.; } w_t = \text{tägl. Windstärke.}$).

Nr.	Name	B*	1960		1961		1962		B*	1960/62	
			ln y	ln y	ln y	ln y	ln y	ln y			
frühe Reifegruppe											
1	Sundhausen 315	0,569	1,86	-0,0197 xt -0,411 xw	0,482	1,61	-0,0124 xt -0,140 xw	0,542	1,69	-0,0164 xt -0,342 xw	0,533
2	St. Meifßen	0,466	1,48	-0,0085 xt -0,380 xw	0,485	1,51	-0,0120 xt -0,319 xw	0,797	1,95	-0,0184 xt -0,624 xw	0,617
3	Neuzucht Kaatz	0,446	1,61	-0,0187 xt **	0,543	1,38	-0,0105 xt -0,211 xw	0,628	1,77	-0,0228 xt -0,058 xw	0,436
4	Bernburg E 1422	0,384	1,84	-0,0188 xt	0,416	1,56	-0,0099 xt -0,167 xw	0,686	1,79	-0,0158 xt -0,375 xw	0,479
5	CIV 2	0,490	1,50	-0,0126 xt -0,169 xw	0,364	1,50	-0,0090 xt -0,196 xw	0,570	1,95	-0,0164 xt -0,497 xw	0,495
6	Bernburg E 11715	0,361	1,39	-0,0075 xt -0,122 xw	0,539	1,77	-0,0157 xt -0,190 xw	0,714	1,85	-0,0157 xt -0,468 xw	0,566
7	Bindner Herrschaft	0,629	1,64	-0,0118 xt -0,413 xw	0,248	1,30	-0,0113 xt -0,121 xw	0,477	1,66	-0,0181 xt -0,330 xw	0,463
8	Caldera 131	0,528	1,61	-0,0165 xt -0,190 xw	0,408	1,50	-0,0090 xt -0,172 xw	0,496	1,53	-0,0143 xt -0,144 xw	0,490
9	Bernburg E 2015	0,376	1,75	-0,0219 xt -0,076 xw	0,507	1,76	-0,0128 xt -0,375 xw	0,492	1,76	-0,0154 xt -0,437 xw	0,443
10	Caldera 402	0,398	1,69	-0,0215 xt	0,370	1,58	-0,0100 xt -0,075 xw	0,673	1,78	-0,0170 xt -0,410 xw	0,482
11	Caldera 591	0,360	1,61	-0,0068 xt -0,399 xw	0,468	1,58	-0,0122 xt -0,139 xw	0,717	2,05	-0,0226 xt -0,368 xw	0,547
12	Bernburg E 1320	0,584	1,83	-0,0135 xt -0,399 xw	0,605	1,82	-0,0123 xt -0,428 xw	0,658	2,24	-0,0228 xt -0,504 xw	0,617
13	Goudster	0,604	2,02	-0,0187 xt -0,171 xw	0,500	1,85	-0,0135 xt -0,263 xw	0,676	2,03	-0,0230 xt -0,493 xw	0,656
14	Dachwiger Hybrid A	0,531	1,76	-0,0176 xt -0,248 xw	0,340	1,54	-0,0138 xt -0,096 xw	0,558	1,83	-0,0163 xt -0,400 xw	0,502
15	Schindelmeiser	0,375	1,80	-0,0211 xt	0,498	1,61	-0,0125 xt -0,153 xw	0,680	1,96	-0,0185 xt -0,437 xw	0,495
16	Strenzfelder	0,469	1,64	-0,0138 xt -0,043 xw	0,398	1,57	-0,0124 xt -0,160 xw	0,593	1,67	-0,0144 xt -0,360 xw	0,515
mittlere Reifegruppe											
17	Bernburg E 5015	0,494	1,67	-0,0129 xt -0,042 xw	0,440	1,60	-0,0098 xt -0,373 xw	0,633	2,00	-0,0207 xt -0,274 xw	0,540
18	Galben Timpurinu × Ariasan	0,410	1,58	-0,0101 xt -0,083 xw	0,412	1,57	-0,0112 xt -0,057 xw	0,667	2,00	-0,0193 xt -0,471 xw	0,525
19	Bernburg E 820	0,515	1,78	-0,0207 xt	0,453	1,51	-0,0081 xt -0,229 xw	0,707	2,01	-0,0171 xt -0,617 xw	0,531
20	Lok. Var. aus Liezen	0,670	1,86	-0,0134 xt -0,445 xw	0,475	1,68	-0,0168 xt -0,255 xw	0,545	1,89	-0,0202 xt -0,200 xw	0,565
21	Kočovska skora	0,538	1,81	-0,0136 xt -0,313 xw	0,394	1,55	-0,0090 xt -0,210 xw	0,540	1,83	-0,0166 xt -0,288 xw	0,518
22	Untervaz	0,626	1,89	-0,0124 xt -0,274 xw	0,446	1,68	-0,0129 xt -0,206 xw	0,470	1,68	-0,0157 xt -0,228 xw	0,517
23	Trebišovska Quebeck	0,547	1,65	-0,0130 xt -0,174 xw	0,266	1,36	-0,0081 xt -0,147 xw	0,741	1,68	-0,0142 xt -0,338 xw	0,570
24	Bukovinski 3	0,377	1,81	-0,0101 xt -0,097 xw	0,401	1,48	-0,0081 xt -0,159 xw	0,594	1,71	-0,0182 xt -0,312 xw	0,482
25	Inra 200	0,657	2,49	-0,0318 xt	0,481	1,67	-0,0134 xt -0,220 xw	0,617	1,76	-0,0143 xt -0,432 xw	0,491
26	Lok. Var. aus Wohlsdorf	0,478	1,89	-0,0172 xt -0,094 xw	0,501	1,68	-0,0150 xt -0,019 xw	0,505	1,97	-0,0217 xt -0,288 xw	0,498
27	Galben Timp. × Portucaliu	0,583	1,87	-0,0157 xt	0,509	1,58	-0,0106 xt -0,237 xw	0,622	1,96	-0,0217 xt -0,139 xw	0,572
28	Bučianska zita	0,380	1,56	-0,0114 xt -0,083 xw	0,242	1,25	-0,0053 xt -0,380 xw	0,728	2,16	-0,0214 xt -0,437 xw	0,491
29	Bernburg S 705	0,521	1,57	-0,0162 xt -0,323 xw	0,593	1,76	-0,0132 xt -0,196 xw	0,659	2,10	-0,0236 xt -0,197 xw	0,590
30	Bernburg S 809	0,705	1,79	-0,0135 xt -0,459 xw	0,737	2,68	-0,0207 xt -0,459 xw	0,478	1,76	-0,0079 xt -0,331 xw	0,612
31	Wisconsin 255	0,699	1,99	-0,0190 xt -0,049 xw	0,243	1,37	-0,0079 xt -0,172 xw	0,546	1,91	-0,0269 xt -0,173 xw	0,486
32	Warwick 210	0,533	1,56	-0,0091 xt -0,354 xw	0,401	1,55	-0,0122 xt -0,140 xw	0,652	1,98	-0,0251 xt -0,069 xw	0,556
33	WH × W 49	0,600	1,69	-0,0163 xt	0,328	1,34	-0,0099 xt -0,132 xw	0,427	1,66	-0,0164 xt -0,341 xw	0,417
34	KE 1 8166-R	0,573	1,74	-0,0160 xt	0,295	1,34	-0,0084 xt -0,137 xw	0,553	2,05	-0,0258 xt -0,120 xw	0,488
35	WH × Schindelmeiser	0,533	1,65	-0,0129 xt -0,261 xw	0,217	1,28	-0,0073 xt -0,139 xw	0,634	2,07	-0,0194 xt -0,074 xw	1,76
36	Bernburg W 805	0,544	1,68	-0,0112 xt -0,098 xw	0,401	1,60	-0,0113 xt -0,166 xw	0,670	1,93	-0,0198 xt -0,348 xw	0,506
37	Grushevskaja Odesskaja	0,455	1,51	-0,0145 xt	0,310	1,61	-0,0142 xt -0,055 xw	0,686	1,93	-0,0211 xt -0,333 xw	0,535
späte Reifegruppe											
38	Český blý koňský zub	0,657	1,94	-0,0164 xt -0,059 xw	0,288	1,51	-0,0085 xt -0,166 xw	0,663	1,92	-0,0190 xt -0,339 xw	0,561
39	Bernburg S 811	0,605	1,74	-0,0142 xt -0,039 xw	0,436	1,61	-0,0101 xt -0,244 xw	0,642	1,97	-0,0234 xt -0,136 xw	0,574
40	WIR 25	0,654	1,89	-0,0175 xt	0,410	1,40	-0,0088 xt -0,121 xw	0,514	1,81	-0,0201 xt -0,096 xw	0,516
41	KE 7 6136-S-F	0,401	1,75	-0,0190 xt	0,345	1,48	-0,0074 xt -0,244 xw	0,605	1,85	-0,0252 xt -0,322 xw	0,474
42	MV 40	0,469	1,88	-0,0193 xt	0,444	1,46	-0,0090 xt -0,189 xw	0,644	1,96	-0,0219 xt -0,364 xw	0,505
43	Geiger Dobrudschanaka	0,385	1,69	-0,0131 xt	0,343	1,44	-0,0109 xt -0,138 xw	0,591	2,00	-0,0226 xt -0,405 xw	0,468
44	Pioneer 395	0,226	1,56	-0,0157 xt	0,332	-0,0075 xt -0,223 xw	0,536	1,53	-0,0190 xt -0,207 xw	0,360	
45	Northern King	0,588	1,89	-0,0197 xt	0,355	1,45	-0,0108 xt -0,156 xw	0,498	1,69	-0,0262 xt -0,041 xw	0,457

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Nr.	Name	B*	1960		1961		1962		B*	1960/62 In y
			ln y	ln y	ln y	ln y	ln y	ln y		
46	Pioneer 383	0,495	1,68	-0,0137 xt	-0,066 xw	0,235	1,43	-0,0101 xt	-0,148 xw	0,492
47	Warwick 260	0,552	1,63	-0,0129 xt	-0,239 xw	0,310	1,40	-0,078 xt	-0,212 xw	0,589
48	Pettender Goldflut	0,377	1,83	-0,0174 xt	-0,174 xw	0,517	1,70	-0,0110 xt	-0,237 xw	0,609
49	Pioneer 377 A	0,283	1,60	-0,0147 xt	-0,054 xw	0,394	1,36	-0,0069 xt	-0,256 xw	0,474
50	Pioneer 388	0,421	1,64	-0,0121 xt	-0,054 xw	0,256	1,21	-0,0063 xt	-0,273 xw	0,337
51	MV 5	0,444	1,78	-0,0144 xt	-0,469	1,79	-0,0147 xt	-0,336 xw	0,584	1,97
52	MV 39	0,677	1,88	-0,0209 xt	-0,415	1,54	-0,0113 xt	-0,066 xw	0,574	1,92
53	Ruunaer	0,335	1,72	-0,0185 xt	-0,395	1,60	-0,0093 xt	-0,350 xw	0,540	1,96
54	Vukovaer	0,296	1,68	-0,0154 xt	-0,261	1,44	-0,0075 xt	-0,317 xw	0,524	1,94
Mexikanische Kulturmäuse										
55	1180 (Mex.) 1132	0,529	1,64	-0,0135 xt	-0,013 xw	0,297	1,48	-0,0080 xt	-0,199 xw	0,586
56	1128 (Mex.) 1183	0,673	1,87	-0,0101 xt	-0,225 xw	0,359	1,65	-0,0055 xt	-0,383 xw	0,560
57	1116 (Mex.) 1176	0,714	1,92	-0,0142 xt	-0,162 xw	0,330	1,62	-0,0039 xt	-0,399 xw	0,623
58	1104 (Mex.) 1190	0,364	2,03	-0,0219 xt	0,394	1,58	-0,0082 xt	-0,398 xw	0,254	1,30

** Überall dort, wo das Glied für die Windregression fehlt, zeigen die betreffenden Sorten keine Wachstumsabhängigkeit vom Wind ($bw = 0$).

* Alle B-Werte sind mit $>99,9\%$ Sicherheit von 0 verschieden. Ausnahme:
Sorte 44 1960 ($>91,0\%$ Sicherheit).

t = Tagesmittel der Temperatur in $^{\circ}\text{C}$
w = Tagesmittel der Windstärke in Beaufortgraden

stärke aufstellen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Parameter aus den Regressionsgleichungen auf ihre Unterschiedlichkeit zu testen.

Über die Methodik der Analyse und ihre Begründung wurde früher berichtet (RAEBUBER et al. 1961, 1963). Die Originalwerte aus den Jahren 1960, 1961 und 1962 haben wir in der beschriebenen Weise nach Jahren getrennt verrechnet. Darüber hinaus erfolgte eine Gesamtanalyse mit den Werten aller 3 Jahre, um eine ausgeglichenen Besetzung der Temperatur- und Windklassen zu erreichen.

Wir hatten in den früheren Darlegungen zur Rechenmethodik der phänometrischen Regressionsbestimmung gezeigt, daß gewöhnlich derjenige Einflußfaktor am stärksten hervortritt, der in seiner Auswirkung auf die Pflanze am weitesten vom Optimum entfernt ist. Dies führt zu einer Abhängigkeit einiger Parameter der Regressionsergebnisse von den jeweils angebotenen Umweltbedingungen. Es war deshalb die Frage zu stellen, ob die verschiedenen Reifegruppen unterschiedlichen Temperatur- bzw. Windverhältnissen ausgesetzt waren. Im folgenden werden die Zeitspannen angegeben, die der statistischen Auswertung zugeführt wurden:

- 1960 frühe Reifegruppe 14. 6. bis 30. 7.
späte Reifegruppe 14. 6. bis 4. 8.
1961 frühe Reifegruppe 17. 6. bis 10. 8.
späte Reifegruppe 17. 6. bis 18. 8.
1962 frühe Reifegruppe 22. 6. bis 20. 8.
späte Reifegruppe 22. 6. bis 26. 8.

Änderungen der Häufigkeitsverteilungen der Temperatur und der Windstärke von der frühen zur späten Reifegruppe sind nicht erkennbar. Die wenigen Werte (5 bis 8), die jeweils zu den vorhandenen 47 bis 60 Werten bei dem Übergang von der frühen zur späten Reifegruppe hinzukommen, zeigen keine extremen Tendenzen; die Lage der Modi ändert sich nicht bemerkenswert. (Im Gegensatz dazu ist die Änderung in den Verteilungen von Jahr zu Jahr auffallend und signifikant.) Es liegt also kein Grund zu dem Verdacht vor, daß eine Verschiedenheit von Parametern der Regressionsrechnung zwischen den Reifegruppen auf unterschiedliche Vegetationslängen mit abweichenden Umweltverhältnissen zurückgeführt werden könnte.

Die numerische Auswertung wurde im Rechenzentrum der Deutschen Akademie der Wissenschaften mit dem elektronischen Rechenautomat Ural 1 vorgenommen¹. Insgesamt wurden ca. 11000 Originaldaten und ca. 9000 statistische Parameter verarbeitet.

Ergebnisse

Im Verlauf der Auswertung gab es keine Anzeichen dafür, daß für verschiedene Sorten und Jahre verschiedene Optimalansprüche vorliegen. Offenbar finden alle Sorten in allen 3 Prüfjahren bei 22°C und 0,7 Bft. Bedingungen für maximale Zuwachsraten vor. Differenzen wurden jedoch in der Sortenreaktion auf Temperatur- und Windänderungen festgestellt. Die relative Streuung (Variationskoeffizient) über das gesamte Sortiment betrug für die

¹ Für die Ausarbeitung des Programms und die Durchführung der Rechenarbeit sei den Herren Dipl.-Math. GRUND und Dr. BACHMANN hiermit recht herzlich gedankt.

Temperaturregression $b_t^2 = 18,1\%$, für die Windregression $b_w = 50,7\%$ und für die Gesamtbestimmtheit $B = 13,3\%$. Im folgenden wird zu zeigen sein, daß die genetische Grundlage dieser Variation jedoch wahrscheinlich nicht sehr groß ist.

In der vorstehenden Tab. 3 haben wir die Vielzahl der Ergebnisse verdichtet. Es zeigt sich, daß es hinsichtlich der Mittelwerte und Streuungen der Bestimmt-

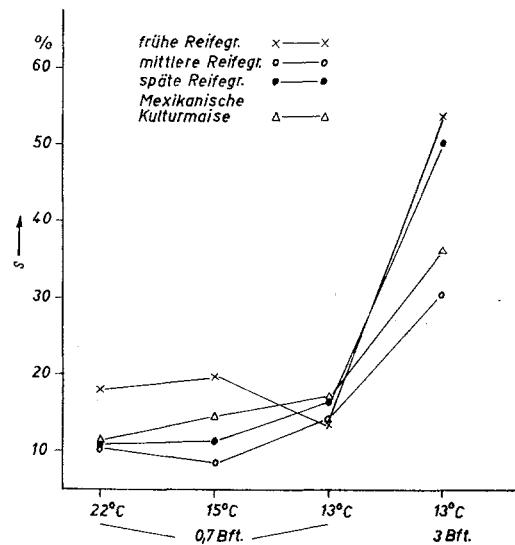


Abb. 3. Sortenvariation der Zuwachsrate innerhalb der Reifegruppen bei verschiedenen Temperaturen und Windstärken.

heiten und Regressionen z. T. relativ große Differenzen zwischen den Reifegruppen und zwischen den Jahren gibt. Ein besonderes Gewicht für die allgemeine Beurteilung kommt der Gesamtanalyse zu (Fettdruck), da hier, bedingt durch die unterschiedlichen Jahreswitterungen, die extremen Temperatur-

² Wir sehen im Regressionskoeffizienten ein Maß der Empfindlichkeit bei der Zuwachs-Umwelt-Beziehung. So ist z. B. die Bezeichnung „Temperaturempfindlichkeit“ mit dem Regressionskoeffizienten b_1 identisch.

klassen ausreichend besetzt sind und somit eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse vermieden wird.

Tab. 4 enthält die Regressionsgleichungen für alle 4 meteorologischen Situationen. Mit Hilfe dieser Gleichungen wurden die wesentlichsten Wachstums-werte bestimmt. Die Sortenvariation (s%) im Ge-samtsortiment betrug für die Zuwachs-raten bei 22 °C, 0,7 Bft. 13,0%, für die bei 15 °C, 0,7 Bft. 14,0%, für die bei 13 °C, 0,7 Bft. 16,8% und für die Zuwachs-raten bei 13 °C, 3 Bft. 40,7%. Im Mittel der Reifegruppen sind die Wachstumswerte in Tab. 5 zusammengestellt. Auch hier wird wiederum deutlich, daß mit zunehmender Ungunst der Wachstumsbe-dingungen (vorwiegend bedingt durch den Wind) die Variation zwischen den Sorten zunimmt. Dies trifft für alle 3 Reifegruppen zu (Abb. 3). Für den ab-weichenden Wert der frühen Reifegruppe bei 13 °C, 0,7 Beaufort kann keine Erklärung gegeben werden.

Setzt man die Zuwachsraten im Optimalbereich (22°C , $0,7 \text{ Bft.}$) gleich 100%, so wird deutlich, daß die Zuwachsraten bei ungünstigen Wachstumsbedingungen (15°C , 13°C bei $0,7 \text{ Bft.}$ und 13°C bei 3 Bft.) stark abfallen. Hierbei gibt es offenbar keine grundsätzlichen Differenzen zwischen den Reife- gruppen, jedoch recht erhebliche zwischen den Jahren. Demnach ist eine Voraussage über das voraussichtliche Maiswachstum in einem klimatologisch definierten Gebiet nur dann möglich, wenn genügend Informationen über Jahresinteraktionen vorliegen.

Am Beispiel von 2 klimatisch sehr verschiedenen Orten sei an dieser Stelle einmal demonstriert, in welcher Weise eine Standortbeurteilung vorgenommen werden kann. Als Vergleichsorte wählen wir Groß-Lüsewitz als nördlichen Standort in der Randzone des Silomaisanbaues und Lednice/Südmähren (ČSSR) in einem typischen Maisanbaugebiet. Lednice gehört zu dem Netz von Versuchsstationen, die an einem gemeinsamen internationalen Phänometrieversuch beteiligt sind.

Die für die Regressionsrechnung benutzten Einflußgrößen Lufttemperatur und Windstärke der für die Vegetation

Tabelle 5. Mittlere tägliche Zuwachsrate und Zuwachsrate bei bestimmten Temperaturen und Windstärken.

Tabelle 6. Häufigkeitscharakteristik von Lufttemperatur und Windstärke in Groß-Lüsewitz (16. 5. bis 15. 8.).
a) Lufttemperatur (Tagesmittel)

	Mitteltemperatur 16. 5. bis 15. 8. °C	Häufigste Temperatur-Klassen		Anteil der häufigsten Temperatur-Klassen		Anteil der günstigen Tage (20–24 °C) %	Anteil der ungünstigen Tage (≤ 14 °C) %	Anteil der sehr ungünstigen Tage (≤ 11 °C) %
		°C	°C	%	%			
1960	15,0	16,0	15,0	21	20	3,3	37,0	12,0
1961	14,6	14,0	15,0	23	15	5,4	51,1	16,3
1962	13,4	14,0	11,0	15	14	1,1	63,0	31,5
1950–1963	15,3	15,0	16,0	14	13	9,5	38,5	13,1
1960–1962	14,3	14,0	15,0	17	16	3,3	50,4	19,9

b) Windstärke (Tagesmittel)

	Mittl. Windstärke 16. 5. bis 15. 8. Bft.	Häufigste Windklassen			Anteil der häufigsten Windklassen			Anteil der günstigen Tage (0–1,3 Bft.) %	Anteil der ungünstigen Tage (≥ 4,0 Bft.) %	Anteil der sehr ungünstigen Tage (≥ 5,3 Bft.) %
		Bft.	Bft.	Bft.	%	%	%			
1960	2,2	2,0	1,7	2,3	19	19	14	19,6	8,7	1,1
1961	2,6	2,3	2,0	2,7	16	14	14	9,8	6,5	0,0
1962	2,6	3,0	2,0	1,7	20	11	11	15,2	13,0	1,1
1950–1963	2,1	1,7	2,0	1,3	14	14	13	30,6	5,9	0,6
1960–1962	2,5	2,0	2,3	1,7	15	13	12	14,9	9,4	0,7

Erklärung: Günstige Tage bringen 90–100% der Zuwachsrate im Temperatur- bzw. Windoptimum
Ungünstige Tage bringen <50% der Zuwachsrate im Temperatur- bzw. Windoptimum
Sehr ungünstige Tage bringen <25% der Zuwachsrate im Temperatur- bzw. Windoptimum

tationszeit des Restmaises in Frage kommenden Zeit von Mitte Mai bis Mitte August wurden in Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Jahre und im Mittel der 14 Jahre 1950 bis 1963 dargestellt. Die Temperaturen erschienen als Tagesmittel in Klassen von Grad zu Grad und die Windstärken als Tagesmittel in Klassen von 0,3 zu 0,3 Beauforteinheiten.

In der Tab. 6 sind hieraus die wichtigsten Angaben für Groß-Lüsewitz zusammengefaßt.

a) *Lufttemperatur* (Tab. 6a): In der Mitteltemperatur des gesamten Zeitraumes vom 16. Mai bis 15. August spiegelt sich bereits der auffallend kühle Sommer 1962 mit 1,9 °C Untertemperatur wider. In der Spalte „Häufigste Temperaturklassen“ sind die beiden dichtesten Temperaturklassen angegeben, deren Häufigkeiten in der Spalte „Anteil der häufigsten Temperaturklassen“ folgen.

Nach unseren bisherigen phänometrischen Ergebnissen und den hier vorliegenden Angaben ist im Bereich der Temperaturniveau von 20 °C bis 24 °C mit 90 bis 100% der im Temperaturoptimum erzielbaren Zuwachsrate zu rechnen. Solche günstigen Fälle sind in den Jahren 1960, 1961 und 1962 nur selten eingetroffen und im 14jährigen Mittel nur zu 9,5% zu erwarten, wie die Spalte „Anzahl der günstigen Tage“ zeigt.

Bei dem Temperaturtagesmittel von 14 °C und darunter ist allgemein weniger als die Hälfte der optimalen Zuwachsrate und bei 11 °C und darunter weniger als ein Viertel zu erwarten. Aus den entsprechenden Spalten „Anteil der ungünstigen bzw. sehr ungünstigen Tage“ ersieht man u. a., daß im Durchschnitt allein auf Grund der Temperatur an 38% aller Tage nicht einmal halbe Zuwachsrate erreicht werden konnten. Im Jahre 1962 trat dieses verminderte Wachstum sogar an 63% der Tage ein, während an 31,5% aller Vegetationstage nicht einmal ein Viertel der im Temperaturoptimum erreichbaren Zuwachsrate erzielt wurde.

b) *Windstärke* (Tab. 6b): Windsituationen, die zu einer Unterschreitung der halben (bei = 4 Bft.) und gevierten Teilen (bei = 5,3 Bft.) optimalen Zuwachsrate führen, sind nicht so häufig wie bei der Lufttemperatur. Das Jahr 1962 hat doppelt soviel „ungünstige“ Tage wie das langjährige Mittel. Tage, an denen 90 bis 100% der Zuwachsrate im Windoptimum erreicht werden kann, sind häufiger als bei der Lufttemperatur, jedoch bleiben die Jahre 1960, 1961 und 1962 weit unter dem langjährigen Durchschnitt von 30,6%.

Tabelle 7. Häufigkeitscharakteristik von Lufttemperatur und Windstärke in Lednice (16. 5. – 15. 8.).

a) Lufttemperatur (Tagesmittel)

	Mitteltemperatur 16. 5. – 15. 8. °C	Häufigste Temperaturklassen		Anteil der häufigsten Temperaturklassen		Anteil der günstigen Tage (20–24 °C) %	Anteil der ungünstigen Tage (≤ 14 °C) %	Anteil der sehr ungünstigen Tage (≤ 11 °C) %
		°C	°C	%	%			
1960	17,3	18	19	17	11	23,9	20,7	2,2
1961	17,5	17	14	21	12	20,7	21,7	5,4
1962	16,8	20	14	10	10	34,8	35,9	13,1
1960–1962	17,2	17	18	12	10	26,5	26,1	6,9

b) Windstärke (Tagesmittel)

	Mittl. Windstärke 16. 5. – 15. 8. Bft.	Häufigste Windklassen			Anteil der häufigsten Windklassen			Anteil der günstigen Tage (0–1,3 Bft.) %	Anteil der ungünstigen Tage (≥ 4,0 Bft.) %	Anteil der sehr ungünstigen Tage (≥ 5,3 Bft.) %
		Bft.	Bft.	Bft.	%	%	%			
1960	1,6	1,3	1,0	1,7	19	17	16	50,0	2,2	0
1961	2,1	2,0	2,3	1,7	19	17	15	20,7	3,3	0
1962	2,3	2,3	2,0	1,3	25	17	12	16,3	3,3	0
1960–1962	2,0	2,0	2,3	1,3	17	16	15	29,0	2,9	0

Tabelle 8. *Verhältnis der Reifegruppen zueinander mit Sicherung der Differenzen zur frühen Reifegruppe für die Schätzwerte der Wachstumsparameter (aus Gesamtanalyse).*

Reifegruppe	B	z	rel.	α in %	b ₆	rel.	α in %	b _W	rel.	α in %	Zuwachsrate in cm bei		
											22 °C; 0,7 Bft.	15 °C; 0,7 Bft.	13 °C; 0,7 Bft.
frühe Reifegruppe	n = 16	0,488	0,919	100	-0,0162	1,00	-0,272	100	5,52	100	2,51	100	1,59
mittlere Reifegruppe	n = 21	0,524	0,918	100	>5,0	>5,0	-0,221	81	5,98	108	>5,0	1,55	97
späte Reifegruppe	n = 17	0,487	0,874	95	>5,0	>5,0	-0,130	48	<0,1	1,05	>5,0	2,31	79
Mexikanische Kultur-	n = 4	0,500	0,900		-0,0155		-0,207		6,58		2,86		1,74
maise													1,47
Gesamtortiment		0,502	0,905		-0,0174		-0,207		5,80		2,50		1,47
													0,535

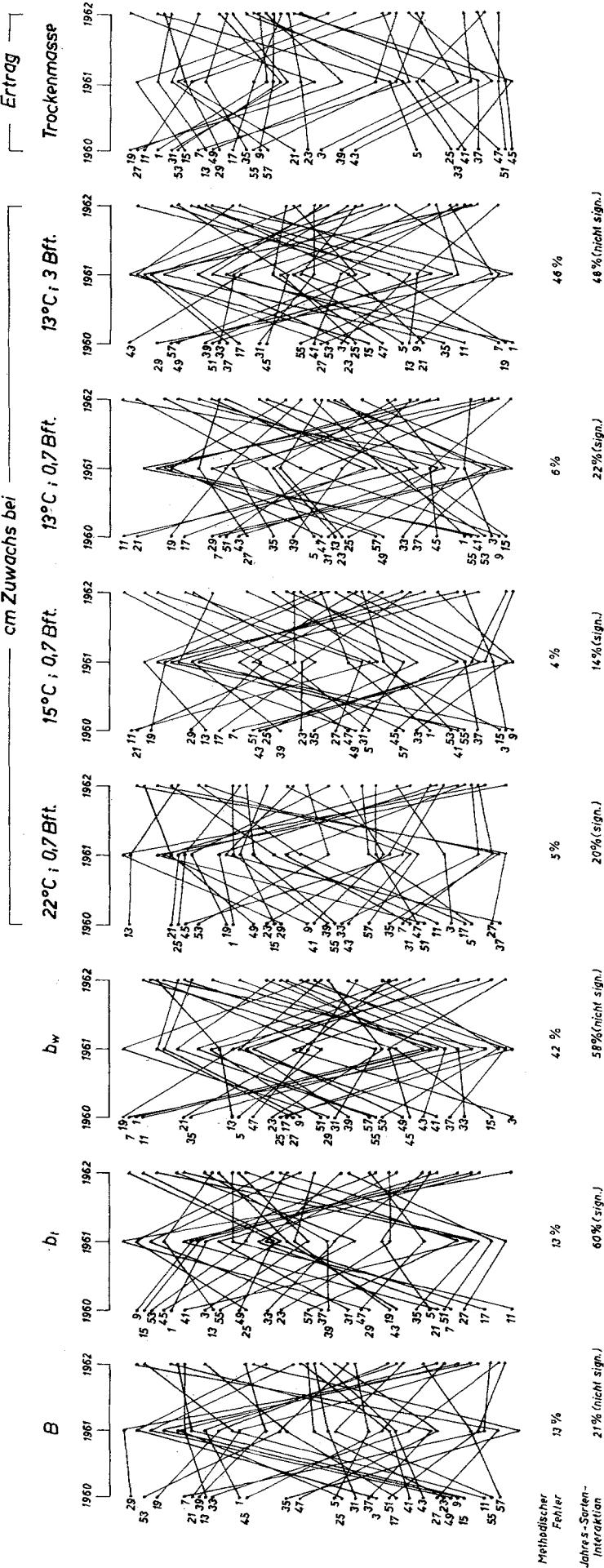


Abb. 4. Sortenrangfolge in den 3 Prüfjahren für die Schätzwerte der Wachstumsparameter (aus techn. Gründen nur jede 2. Sorte gezeichnet; Signifikanz liegt dann vor, wenn die Jahres-Sorten-Interaktion mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 5% vom methodischen Fehler verschieden ist).

In den Spalten „günstige bzw. ungünstige Tage“ der Tab. 6a und 6b geht es um die Reduzierung der Zuwachsrate durch die Temperatur gegenüber dem Zuwachs im Temperaturoptimum und durch die Windstärke gegenüber dem Zuwachs im Windstärkeoptimum. Welche Anteile günstiger und ungünstiger Tage bei der gemeinsamen Einwirkung von Temperatur und Windstärke zustandekommen, wird hier nicht untersucht.

In der Tab. 7 sind die entsprechenden Angaben für Lednice (ČSSR) zusammengestellt.

a) *Lufttemperatur* (Tab. 7a): In den Jahren 1960 bis 1962 lag das allgemeine Temperaturniveau (Mitteltemperatur, häufigste Temperaturklassen) in Lednice um 3 °C höher als in Groß-Lüsewitz. Der Anteil günstiger Tage (mit Zuwachs zwischen 90 und 100% vom optimalen Zuwachs) ist mit 26,5% gegenüber 9,5% in Groß-Lüsewitz wesentlich höher. Ungünstig (Zuwachs weniger als die Hälfte) waren 26,1% aller Vegetationstage (Groß-Lüsewitz 38,5%). Offenbar nimmt von Groß-Lüsewitz nach Lednice die Zahl ungünstiger Tage nicht in dem Maße ab, wie die Zahl günstiger Tage zunimmt. Dies ist offensichtlich auf den zunehmenden kontinentalen Einfluß in der Richtung von Groß-Lüsewitz nach Lednice zurückzuführen.

b) *Windstärke* (Tab. 7b): Die Windstärke im Mittel von 1960 bis 1962 ist in Lednice um einen halben Beaufortgrad geringer als in Groß-Lüsewitz, obwohl der Modus in beiden Fällen mit 2,0 Bft. der gleiche ist. Tage, die vom Wind her günstig anzusprechen sind, waren an 29% aller Vegetationstage vorhanden (Groß-Lüsewitz nur 14,9%). Ungünstige Tage, an denen der Wind den Zuwachs auf weniger als die Hälfte reduzierte, waren in Lednice an 2,9% aller Vegetationstage (Groß-Lüsewitz jedoch 9,4%) aufgetreten. Auch in Lednice ist bei den gegebenen Verhältnissen die Windeinwirkung nicht so schwerwiegend wie die Wachstumshemmung durch ungünstige Temperaturen.

Besonders interessierte uns bei vorliegenden Untersuchungen, ob es reifegruppenspezifische und damit weitgehend konvarietätspezifische Unterschiede im vorliegenden Material gibt. Die Ergebnisse der Tab. 8 zeigen, daß dies der Fall ist.

So nimmt mit Verspätung der Reifezeit die Temperaturrempfindlichkeit zu, die Windempfindlichkeit sehr stark ab. Zwischen früher und später Reifegruppe gibt es in beiden Fällen signifikante Differenzen (t-Test). Die frühen Hartmaise sind demnach im allgemeinen temperaturunempfindlicher als die späten Zahnmaise. Weiterhin zeigt sich, daß die Zuwachsrate bei 13 °C und optimalem Wind bei der späten Reifegruppe gegenüber der frühen signifikant niedriger sind. Entsprechend der gefundenen relativ geringen Windempfindlichkeit der späten Zahnmaisformen ist ihre Zuwachsrate bei 13 °C

und 3 Bft. Wind signifikant höher als die der frühen Sorten. Bei Temperaturen und Windstärken nahe dem oder im Optimalbereich verschwinden diese Differenzen.

Aus den Ergebnissen der Tab. 9 wird deutlich, daß die Schätzwerte der Wachstumswerte außerordentlich stark von der allgemeinen meteorologischen Situation und den übrigen Umweltbedingungen in dem betreffenden Jahr beeinflußt werden. Jede mögliche Differenz in dieser Tabelle ist mit mehr als 99,9%iger Sicherheit von 0 verschieden.

Bei diesen Untersuchungen zeichnen sich nicht nur reifegruppen- und jahresspezifische Effekte ab, sondern es gibt darüber hinaus auch außerordentlich starke Interaktionen zwischen Sorten und Jahren (Abb. 4). Um festzustellen, ob der auffällige Wechsel der Sortenrangfolge in den einzelnen Jahren evtl. auf relativ große methodische Fehler im Gesamtablauf der phänometrischen Untersuchungen oder aber auf echte Sorten-Jahres-Interaktionen zurückzuführen ist, haben wir empirisch relative Fehlergrößen für die einzelnen Wachstumswerte bestimmt. Hierbei zeigte sich, daß der methodische Fehler bei denjenigen Kenngrößen sehr niedrig war (4–13%), die nicht mit dem Wind im Zusammenhang stehen. Die Bestimmung der Windregression und damit auch des Wachstumswertes für 13 °C und 3 Bft. ist wegen eines sehr großen methodischen Fehlers (42 bzw. 46%) sehr unsicher. Ein statistischer Vergleich zwischen methodischem Fehler und Interaktionsvarianz ergab, daß hinsichtlich der Temperaturregression sowie der Leistung bei 22 °C, 15 °C und 13 °C jeweils bei 0,7 Bft. die Interaktionsvarianz signifikant größer als der methodische Fehler war. Wir dürfen also annehmen, daß in diesen Fällen die Verschiebungen in der Sortenrangfolge auf spezifische Reaktionen der verschiedenen Idiotypen auf die jeweiligen Jahresbedingungen zurückzuführen sind. Hinsichtlich der Gesamtbestimmtheit B, der Windregression b_w sowie der Zuwachsrate bei 13 °C und 3 Bft. kann dies nicht gesagt werden. Hier ist der Wechsel in der Sortenrangfolge in den einzelnen Jahren offenbar sehr stark durch den methodischen Fehler bedingt. Da wir auch bei der Rangfolge der Erträge in den einzelnen Versuchsjahren einen ähnlichen, wenn auch nicht so stark ausgeprägten Wechsel in der Sortenrangfolge wie bei den Schätzwerten der Wachstumswerte feststellen konnten, scheint erwiesen, daß die Bestimmung eines großen Teils phänometrischer Kenngrößen nicht wesentlich unsicherer als die Beurteilung des Ertrages durch ein einjähriges Experiment ist.

Unter den o. g. Aspekten erscheint es uns unwahrscheinlich, daß die zu Beginn genannten und in Tab. 3 und Abb. 3 gezeigten Sortenvariationen innerhalb des Gesamtbestimments und der einzelnen Reifegruppen vorwiegend Ausdruck einer genetischen

Tabelle 9. Einfluß der verschiedenen Jahre auf Parameter und Wachstumswerte.

	B	b _t	b _w	cm Zuwachs bei			
				22 °C; 0,7 Bft.	15 °C; 0,7 Bft.	13 °C; 0,7 Bft.	13 °C; 3 Bft.
1960	0,50	0,0154	0,115	5,83	2,70	1,70	1,07
1961	0,41	0,0106	0,205	4,73	2,78	1,98	0,73
1962	0,77	0,0202	0,301	6,68	2,48	1,32	0,31
Ges. Analyse 1960–62	0,51	0,0174	0,207	5,80	2,50	1,47	0,54

und damit züchterisch nutzbaren Variation sind. Den schlüssigen Beweis hierfür können aber erst Vererbungsanalysen liefern, die gegenwärtig durchgeführt werden.

Beurteilung der Ergebnisse

Den Kernpunkt dieses Abschnittes bilden folgende 2 Fragen: 1. Gibt es im phänometrischen Sinn „reaktionstreue Sorten“? 2. Gibt es im phänometrischen Sinn „grundsätzlich beste“ Sorten?

Tabelle 10. Reaktionstreue Sorten des untersuchten Maissortimentes.

	Einzelrang			mittl. Rang 1960/62	maximale Einzelrang- Differenz
	1960	1961	1962		
Temperaturempfindlich (großes b_t)					
‘Goudster’ (Holland)*	14	7	14	6	7
‘MV 39’ (Ungarn)	5	19	27	15	22
Temperaturunempfindlich (kleines b_t)					
‘Trebišovska Quebeck’ (ČSSR)	42	45	56	58	12
‘CIV 2’ (Holland)	46	37	45	56	9
‘Kočovska skora’ (ČSSR)	36	39	44	51	8
‘Caldera 402’ (Holland)	50	31	43	49	19
Mexikan. Kulturmais Nr. 1180 (Mex.)	38	47	37	42	10
‘Pioneer 388’ (USA)	48	55	34	31	21
Windempfindlich (großes b_w)					
Bernburg E 1320 (DDR)	5	2	4	2	3
Windunempfindlich (kleines b_w)					
‘MV 39’ (Ungarn)	53	56	39	48	17
Starke Reaktion auf Temperatur und Wind gleichzeitig (großes B)					
—	—	—	—	—	—
Gerige Reaktion auf Temperatur und Wind gleichzeitig (kleines B)					
‘Pioneer 395’ (USA)	58	48	43	56	15
‘Vukovaer’ (Jugoslawien)	56	52	45	54	15
‘Pioneer’ 388’ (USA)	42	57	51	52	17

* Fettdruck: Sorten mit max. Einzelrangdifferenz ≤ 10

Zu Frage 1

Unter einer reaktionstreuen Sorte sei jene verstanden, die in allen 3 Jahren und in der Gesamtanalyse signifikant größere bzw. kleinere Werte als das Mittel der 3 jeweilig letzten bzw. ersten Sorten besitzt und die in ihrer Rangfolge in der oberen bzw. unteren Hälfte der möglichen Ränge (Rang 1—29 bzw. Rang 30—58) in allen 3 Jahren verbleibt.

Die Prüfung der Signifikanz der Differenzen zwischen 2 partiellen Regressionskoeffizienten haben wir nach einer Rechenvorschchrift von Dr. H. AHRENS (briefliche Mitteilung 1963) vorgenommen. Diese Rechenvorschrift berücksichtigt die Anwesenheit eines 2. Einflußfaktors (z. B. der Windstärke, wenn die Regressionskoeffizienten der Temperatur geprüft werden sollen). Die Einzelwerte der Parameter waren normal verteilt (z. B. Abb. 5).

In der Tab. 10 sind die reaktionstreuen Sorten aufgeführt.

Es sind ihrer Anzahl nach 17% aller geprüften Sorten. Die eindeutig reagierenden Formen verteilen sich etwa gleichmäßig auf alle Reifegruppen, Konvarietäten und Sortenstrukturen. Bemerkenswert scheint vielleicht die Tatsache, daß sich 3 holländische Sorten (‘Goudster’, ‘CIV 2’, ‘Caldera 402’) unter den auf die Temperatur eindeutig reagierenden Formen befinden und Typen mit eindeutig großer Gesamtbestimmtheit (B) nicht gefunden wurden, während die 3 Sorten mit eindeutig geringer Ge-

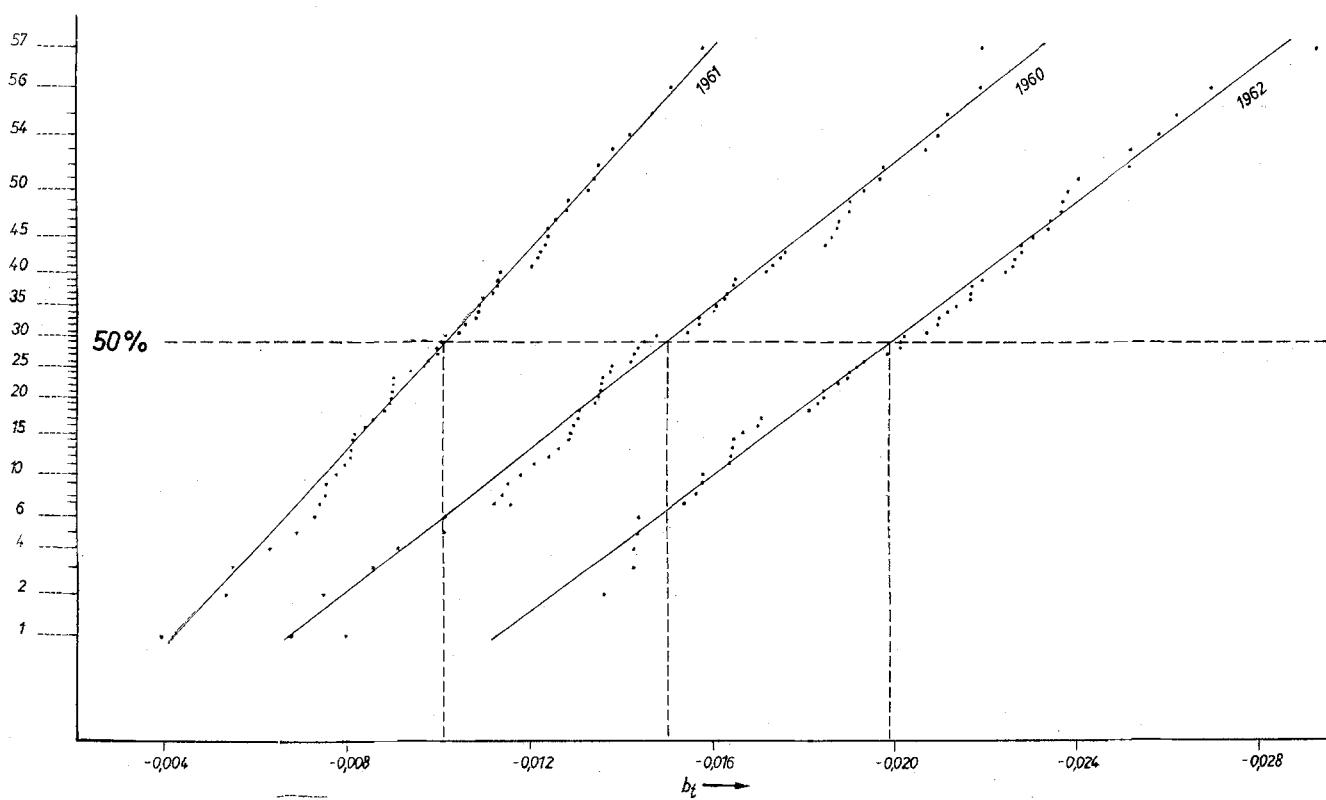


Abb. 5. Verteilung der Temperaturregressions (b_t).

samtbestimmtheit ausschließlich späte Zahnmaise sind.

Zu Frage 2

Auf die Frage nach der Existenz einer im phänometrischen Sinn „grundsätzlich besten“ Sorte kann auf Grund folgender Überlegungen nur eine negative Antwort gegeben werden.

Eine Beurteilung eines Regressionskoeffizienten in den Regressionsbeziehungen Zuwachs — meteorologischer Faktor hängt von der Häufigkeitsverteilung der meteorologischen Elemente ab, d. h. die Größe des Regressionskoeffizienten kann für das Wachstum der Pflanze in verschiedenen Klimagebieten eine unterschiedliche Bewertung erfahren.

Wir haben daher der Diskussion über die Regressionskoeffizienten die Häufigkeitscharakteristik von Lufttemperatur und Windstärke der Stationen Groß-Lüsewitz und Lednice noch einmal in einer Abbildung vorangestellt (Abb. 6).

Schon früher hatten wir uns mit der Frage beschäftigt, ob Sorten mit einem hohen Regressionskoeffizienten (empfindlich) oder Sorten mit einem niedrigen Regressionskoeffizienten (weniger empfindlich) zu bevorzugen sind.

Aus den Abb. 7a und 7b kann man erscheinen, daß bei optimalen Temperaturen (22°C) große Zuwachsraten mit hohen Regressionskoeffizienten gekoppelt und

kleinere Zuwachsraten mit niedrigen Koeffizienten verbunden sind.

Dagegen sind bei 13°C größere Zuwachsraten mit niedrigen Regressionskoeffizienten und kleinere Zuwachsraten mit hohen Koeffizienten (Abb. 7b) korreliert. Dies spricht dafür, daß die Regressionslinien sich vorwiegend zwischen 13°C und 22°C schneiden.

Geht man von optimalen Verhältnissen aus, ist ein niedriger Koeffizient erstrebenswert, weil eine durch zunehmende Temperaturungunst verursachte Wachstumsminderung durch niedrige Koeffizienten abgefangen wird. Vom Ausgangspunkt ungünstiger Bedingungen gesehen, ist dagegen ein hoher Regressionskoeffizient günstig, weil jede Besserung der Situation gut genutzt wird (Abb. 8).

Die Bevorzugung niedriger oder hoher Regressionskoeffizienten ist daher von der Temperatur- und Windsituation an einem bestimmten Standort abhängig zu

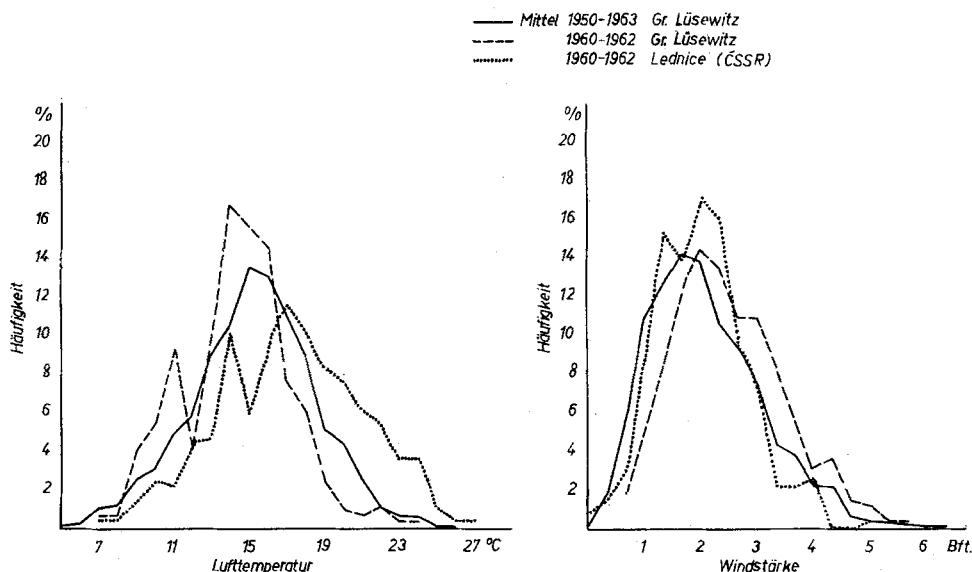


Abb. 6. Häufigkeitsverteilung der Temperatur und Windstärke vom 16. 5. bis 15. 8. (langjährig) und für die Zeit der Versuche in Groß-Lüsewitz und Lednice (ÖSSR).

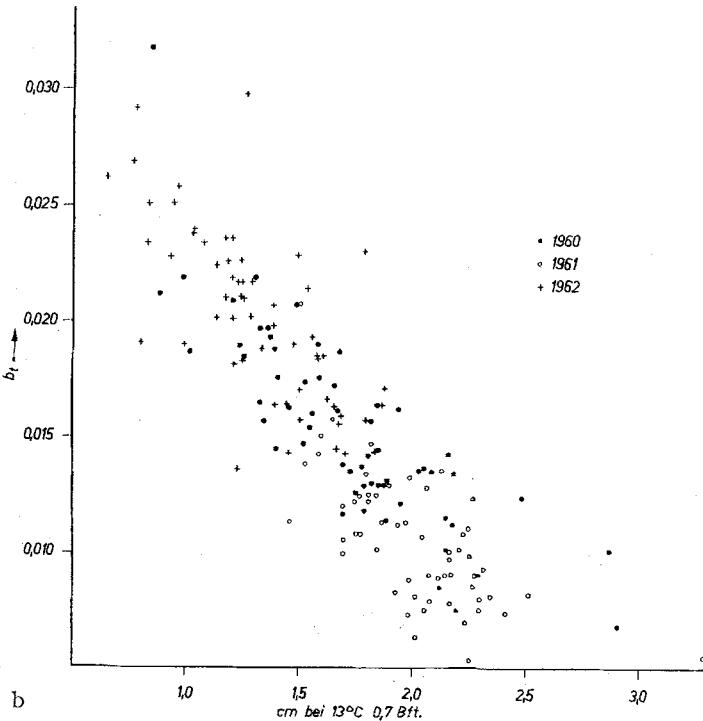
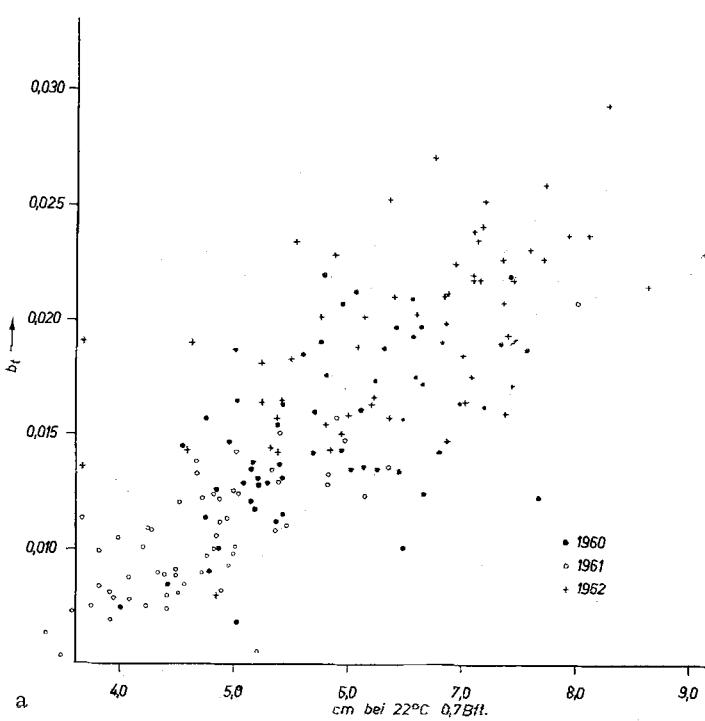


Abb. 7. Abhängigkeit der Temperaturregression von der Zuwachsrate 22°C und $0,7$ Bft. (a) bzw. bei 13°C und $0,7$ Bft. (b).

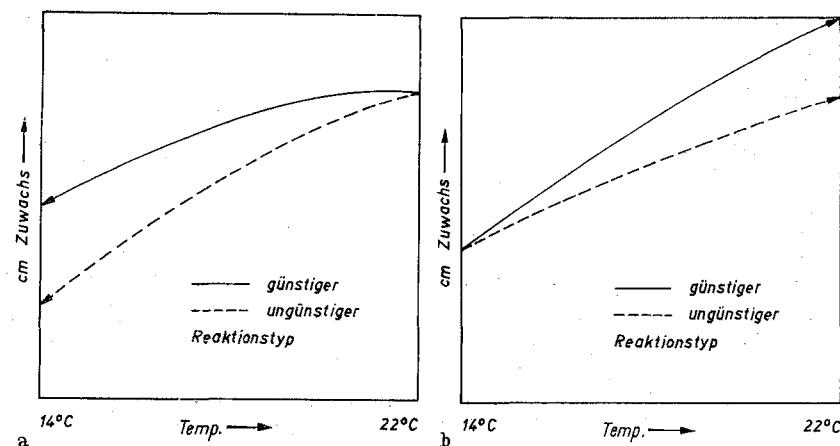


Abb. 8. Schema zur Beurteilung des Regressionskoeffizienten in Abhängigkeit von geeigneten (a) und weniger geeigneten (b) Maisstandorten.

machen. So z. B. kann man sich aus möglichst vielen Jahren eine mittlere Häufigkeitsverteilung der Temperatur in der Vegetationszeit herstellen und zunächst ohne Rücksicht auf den Regressionskoeffizienten alle die Sorten heraussuchen, die nach der Regressionsformel im Bereich der am häufigsten besetzten Temperaturklassen größte Zuwachsrate besitzen. Nun kommt es auf die Feststellung an, ob — ausgehend von der häufigsten Temperaturklasse — die günstigeren oder die ungünstigeren Temperaturklassen überwiegen. Gibt es überwiegend günstigere Temperaturklassen, dann ist die Sorte mit dem höheren Regressionskoeffizienten zu empfehlen, da eine bessere Situation als die des Dichtemittels häufiger vorkommt als eine schlechtere Situation. Analog wird bei Überwiegen ungünstigerer Temperaturklassen ein niedriger Regressionskoeffizient vorteilhaft sein.

Die früher von SCHICK, ENGEL und RAEUBER (1960) ausgesprochene Forderung, nach solchen Sorten zu suchen, die unter optimalen Bedingungen höchste Leistungsfähigkeit aufweisen und auf Abweichungen von den optimalen Bedingungen mit einem möglichst geringen Leistungsabfall reagieren, gilt nur für Gebiete, in denen die optimalen Bedingungen auch mit ausreichender Häufigkeit vorkommen.

Diese Gedankengänge sollen nun auf die Häufigkeitsverteilungen in Groß-Lüsewitz (16. Mai bis 15. August) angewendet werden (vgl. Tab. 11).

a) *Lufttemperatur* (Tab. 11a): Die Verteilungen der Tagesmitteltemperaturen vom 16. Mai bis 15. August sind in den einzelnen Jahren verschieden. So lag im Jahre 1952 der Modus bei 12 °C, im Jahre 1959 bei 18 °C und im Mittel der 14 Jahre 1950 bis 1963 bei 15 °C. Liegen die Modi bei tieferen Temperaturen (≤ 14 °C), so überwiegen die Häufigkeiten günstigerer Temperaturen, bei höherliegenden Modi (≥ 17 °C) gibt es mehr ungünstige als günstige Ab-

weichungen von den Dichtemitteln. Auf der Grundlage der Dichtemittel sind im ersten Fall höhere und im zweiten Fall niedrige Regressionskoeffizienten für den Mais empfehlenswert. Wie die Tab. 11 zeigt, übertreffen im Mittel von 14 Jahren günstigere Situationen die ungünstigeren (48,0% gegen 38,5%). Im dreijährigen Mittel ergeben sich die Werte 43,7% gegen 33,7%.

Dies würde ohne sonderlichen Zwang für die Empfehlung höherer Regressionskoeffizienten für Groß-Lüsewitz sprechen.

Zum Vergleich führen wir die entsprechenden Werte von Lednice an.

Dort liegt der Modus 1960 bis 1962 bei 17 °C (in Groß-Lüsewitz 14 °C), und die günstigeren Temperaturbereiche halten sich mit ungünstigeren Bereichen fast das Gleichgewicht, so daß in Lednice die Frage nach dem Regressionskoeffizienten belanglos wird (s. Tab. 7 und Abb. 6).

Für Groß-Lüsewitz ist demnach ein großer Regressionskoeffizient der Temperatur (b_t) bei guten Wachstumsraten im Häufigkeitszentrum von 15 °C positiv zu bewerten.

b) *Windstärke* (Tab. 12): In Einz尔jahren mit einem Modus bei höheren (ungünstigen) Windstärken, ab 2 Bft. im Mittel, sind — vom Dichtemittel ausgehend — die niedrigen (günstigen) Windstärken häufiger. In diesen Jahren sind deshalb bei gleichen Leistungen im Häufigkeitszentrum niedrige Regressionskoeffizienten günstiger. Umgekehrt kann man geringere Windstärken bis 1,7—2,0 Bft. mit einer größeren Häufung ungünstiger Windstärken verknüpft sehen. — Im 14jährigen Mittel liegt in Groß-Lüsewitz das Dichtemittel bei 1,7 Bft. Ungünstigere Windklassen sind eindeutig vorherrschend (55,2% gegen 30,7%); ähnlich zeigt sich das Verhältnis im Mittel der 3 Jahre 1960 bis 1962 mit 58,4% gegen 27,2% (Tab. 12).

In Lednice gibt es im Mittel der 3 Jahre keine Bevorzugung günstigerer oder ungünstigerer Windklassen (Tab. 7).

Für Groß-Lüsewitz ist demnach ein kleiner Regressionskoeffizient des Windes (b_w) bei guten Wachstumsraten im Häufigkeitszentrum von 1,7 Bft. positiv zu bewerten.

Zusammenfassend können für Groß-Lüsewitz Sorten mit hohen Zuwachsrate bei 15 °C und bei 1,7 Bft. mit großen Regressionskoeffizienten der Temperatur und kleinen Regressionskoeffizienten der Windstärke empfohlen werden. In Lednice sind nach den 3jährigen meteorologischen Werten Sorten mit

Tabelle 11. Häufigkeitscharakteristik der Lufttemperatur zur Beurteilung des Regressionskoeffizienten.

	Modus bei	Häufigkeit ungünstigerer Temperaturen	Häufigkeit des Dichtemittels	Häufigkeit günstigerer Temperaturen
Groß-Lüsewitz				
1950—1963	15 °C	38,5%	13,5%	48,0%
1960—1962	14 °C	33,7%	16,6%	49,7%
Lednice				
1960—1962	17 °C	41,7%	11,6%	46,7%

Tabelle 12. Häufigkeitscharakteristik der Windstärke zur Beurteilung des Regressionskoeffizienten.

	Modus bei	Häufigkeit ungünstigerer Windstärken	Häufigkeit des Dichtemittels	Häufigkeit günstigerer Windstärken
Groß-Lüsewitz				
1950—1963	1,7 Bft.	55,2%	14,1%	30,7%
1960—1962	2,0 Bft.	58,4%	14,4%	27,2%
Lednice				
1960—1962	2,0 Bft.	40,2%	17,1%	42,7%

hoher Zuwachsrate bei 17 °C vorzuziehen. Die Regressionskoeffizienten der Temperatur und der Windstärke scheinen für Lednice von untergeordneter Bedeutung zu sein. Sie sind auch für Groß-Lüsewitz von geringerer Bedeutung als die Zuwachswerte in den Häufigkeitszentren.

Nach diesen Überlegungen erhebt sich nun für Groß-Lüsewitz die Frage, welche Sorten signifikant höhere Zuwachsrate bei 15 °C besitzen und ob diese dann auch die gewünschten Regressionseigenschaften aufweisen.

Für die Beurteilung der 15 °C-Zuwachswerte in Groß-Lüsewitz wurden die Zuwachswerte der ermittelten Regressionsgleichungen herangezogen. Herrn Dipl.-Math. B. FALKENTHAL verdanken wir eine Rechenvorschrift für die Beurteilung einer Differenz zwischen Werten der unabhängigen Variablen zweier linearer Regressionsgleichungen vom Typ $Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$ in einem bestimmten Punkt x . Geprüft wurden die 15 °C-Zuwachswerte aller 58 Sorten aus den Regressionszusammenhängen der einzelnen Jahre 1960, 1961 und 1962 und der Zusammenfassung der Jahre 1960–1962 (Irrtumswahrscheinlichkeit = 5%).

In dem untersuchten Sortiment gab es nur zwei Formen mit deutlich hohen Zuwachsrate bei 15 °C. Es waren dies die 2 mexikanischen Kulturmais Nr. 1176 und Nr. 1183. Sie hatten in den Jahren 1960, 1961 und 1962 und im Mittel der Jahre 1960–1962 (Gesamtanalyse), jedoch nicht in dem sehr kühlen und für das Maiswachstum ungünstigen Sommer 1962 signifikant höhere Zuwachsrate als der Durchschnitt der Werte der 3 schlechtesten Sorten. Leider zeigen nun diese beiden Formen keine in allen Jahren positiv zu beurteilenden Regressionseigenschaften (vgl. Tab. 8) und entsprechen auch sonst nur teilweise den Vorstellungen über einen brauchbaren Silomais.

Gegenüber dem Mittel der Werte der 3 besten Sorten signifikant kleinere Zuwachsrate bei 15 °C zeigten in allen untersuchten Jahren und in der Gesamtanalyse 1960–1962 eine Neuzucht von KAATZ und die amerikanische Doppelhybride 'Pioneer 395'. Auch diese beiden Formen besitzen keine in allen Jahren wiederkehrende extrem hohe oder niedrige Temperatur- und Windregressionen.

Nach dem bisher Gesagten besitzt nur die Sorte 'MV 39' (ungarische Doppelhybride aus Martonvásár) beide positiven Regressionseigenschaften in allen Jahren (vgl. Tab. 10): signifikant hohe Temperaturregression (empfindlich) und signifikant niedrige Windregression (wenig empfindlich). Die holländische Sorte 'Goudster' hat in allen Jahren nur eine signifikant hohe Temperaturregression. Sie zeigt kein spezifisches Windverhalten.

Negative Regressionseigenschaften im oben genannten Sinn haben in allen Jahren bezüglich der Temperatur die holländischen Sorten 'CIV 2' und 'Caldera 402', die beiden tschechoslowakischen Sorten 'Kočovská skora' und 'Trebišovská Quebec', der mexikanische Kulturmais Nr. 1180 sowie die amerikanische Doppelhybride 'Pioneer 388'.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß es im vorliegenden Material keine Sorte gibt, bei der ein auffallender 15 °C-Zuwachs mit einem besonderen Empfindlichkeitsindex gekoppelt ist.

Schlußfolgerungen für die Züchtung

Für die Selektion auf Maisformen mit Widerstandsfähigkeit gegenüber ungünstigen Witterungsbedin-

gungen ergeben sich aus den Ergebnissen vorliegender Untersuchungen zusammenfassend folgende Hinweise.

Das Zuchtziel sollte wie folgt formuliert werden: Wünschenswert sind für ein bestimmtes Gebiet Typen, die bei der dort im langjährigen Mittel vorkommenden Durchschnittstemperatur während des betreffenden Vegetationsabschnittes maximale Leistungen (Zuwachsrate) zeigen und je nach der Häufigkeitsverteilung der Temperatur- und Winddaten (vgl. S. 284, Absatz 1) eindeutig hohe oder aber niedrige Regressionskoeffizienten besitzen. Für Groß-Lüsewitz würde das bedeuten, daß auf einen Mais ausgelesen werden müßte, der bei 15 °C und bei 1,7 Bft. maximale Zuwachsrate besitzt, temperaturempfindlich ist und eine geringe Empfindlichkeit gegenüber dem Wind zeigt.

Die Aussichten, in dem untersuchten Sortiment Typen mit maximalen Leistungen bei 15 °C zu finden, sind in allen Reifegruppen gleich. Im Gegensatz dazu wird man temperaturunempfindliche Formen vorwiegend in den frühen Hartmaisen, temperaturempfindliche Formen meist in den späten Zahnmaisen finden können. Windunempfindliche Typen treten unter den späten temperatursensiblen Zahnmaisen mit größerer Wahrscheinlichkeit als unter den temperaturunempfindlichen frühen Hartmaisen auf.

Im Einzeljahr sind die Parameter und Wachstumsraten hinsichtlich der Temperaturreaktion ziemlich sicher zu bestimmen, hinsichtlich der Windreaktion jedoch nicht (hier besonders großer Versuchsfehler).

Die nachgewiesenen großen Sorten-Jahres-Interaktionen zeigen, daß eine einjährige Beurteilung, ebenso wie bei Ertragsfeststellungen, zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Daraus folgt, daß mindestens 3jährige Untersuchungen vorgenommen werden müssen. Allerdings wird man nur selten Formen finden, die in mehreren Jahren einheitlich auf die Umwelt reagieren.

Trotz Zuordnung zu einer bestimmten Reifegruppe scheint es Idiotypen zu geben, die sich anders verhalten, als es für die bestimmte Reifegruppe typisch ist (vgl. mexikanische Kulturmais).

Für die mühevolle Auswertungsarbeit sei Frau IRMGARD GRIESS und Herrn ERNST HIELSCHER recht herzlich gedankt.

Zusammenfassung

Bei 58 Maisformen verschiedener geographischer Herkunft und Reifezeit wurde 3 Jahre lang in Groß-Lüsewitz die Abhängigkeit des Längenwachstums von Temperatur und Wind mit Hilfe phänometrischer Untersuchungsmethoden geprüft.

Der methodische Fehler betrug bei Schätzwerten, die keine Beziehung zum Wind haben, 4% bis max. 13%. Bei den beiden Kenngrößen, in die Windreaktionen eingehen (b_w , Zuwachsrate bei 13 °C, 3 Bft.), betrug der methodische Fehler mehr als 40%.

Die größten Zuwachsrate zeigten alljährlich alle Sorten im Bereich von 22 °C und 0,7 Bft. Es liegen keine Anzeichen dafür vor, daß die hier geprüften Maisformen unterschiedliche Optimalansprüche an Temperatur und Windstärke besitzen.

Größere Differenzen wurden in der Sortenreaktion auf Temperatur- und Windänderungen festgestellt.

Die Variation im Gesamtortiment für den Regressionskoeffizienten der Temperatur (b_t) und des Windes (b_w) betrug 18% bzw. 50%, für die Gesamtbestimmtheit (B) 13%, für die Zuwachsraten bei 22 °C und 0,7 Bft.: 13%, bei 15 °C und 0,7 Bft.: 14%, bei 13 °C und 0,7 Bft.: 17% sowie bei 13 °C und 3 Bft.: 41%.

Die frühen Hartmaise waren signifikant temperaturunempfindlicher als die späten Zahnmaise. Für die Windempfindlichkeit gilt das Gegenteil. Bei 13 °C und 0,7 Bft. zeigten die frühen Hartmaise signifikant höhere Zuwachsraten als die späten Zahnmaise. Für die Wachstumsbedingungen bei 13 °C und 3 Bft. lagen umgekehrte Verhältnisse vor. Nahe dem Optimalbereich sind diese reifegruppenspezifischen Differenzen nicht mehr nachweisbar.

Es wurden relativ große Sorten-Jahres-Interaktionen für die untersuchten Parameter und Wachstumswerte nachgewiesen. Nur 17% aller untersuchten Formen zeigten in allen 3 Jahren gleichartige Reaktionen.

Untersuchungen von Temperatur- und Windverteilungen an einem für das Maiswachstum günstigen (Lednice, ČSSR) und ungünstigen Standort (Groß-Lüsewitz, DDR) führten zusammen mit den bisher vorliegenden Ergebnissen der Maisphänometrie zu folgenden Vorstellungen über das Zuchziel bei der Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegenüber ungünstigen Witterungsbedingungen für das Maislängenwachstum:

Formen, die bei der in dem betreffenden Gebiet im langjährigen Mittel vorkommenden Durchschnittstemperaturen und durchschnittlichen Windstärken höchste Zuwachsraten zeigen und je nach der Häufigkeitsverteilung der Temperatur- und Winddaten eindeutig hohe oder aber niedrige Regressionskoeffizienten für die Temperatur bzw. den Wind besitzen.

Für Groß-Lüsewitz müßte danach auf einen Mais ausgelesen werden, der bei 15 °C und bei 1,7 Bft. max. Zuwachsraten besitzt, temperaturempfindlich ist und eine geringe Reaktion gegenüber dem Wind zeigt.

Im untersuchten Sortiment gab es nur 2 Formen, die signifikant hohe Zuwachsraten bei 15 °C zeigten: mexikanischer Kulturmais Nr. 1176 und Nr. 1183. Leider besaßen diese beiden Formen keine positiv zu beurteilenden Regressionseigenschaften.

Die Sorten 'Goudster' und 'MV 39' hatten eindeutig große Regressionskoeffizienten für die Temperatur (temperaturempfindlich), die Sorten 'Trebíšovska Quebeck', 'Kočovska skora', 'CIV 2', 'Caldera 402', 'Pioneer 388' und der mexikanische Kulturmais 1180 eindeutig niedrige (temperaturenunempfindlich). Der Stamm Bernburg E 1320 war als einzige Form eindeutig windempfindlich, die Doppelhybride 'MV 39' eindeutig windunempfindlich.

Literatur

1. BELLMANN, K., A. RAEUBER, G. MEINL, E. ÅBERG, CHR. PFEFFER, A. WINKEL, O. MRÁZEK und A. CSETNEKI: Phänometrische Untersuchungen am Mais. Tagungsberichte d. DAL 48, 131–139 (1962). — 2. GAMBLE, E. E.: Gene effects in corn (*Zea mays* L.) II. Relative importance of gene effects for plant height and certain components attributes of yield. Canad. Journ. Plant Sci. 42, 349–358 (1962a). — 3. GAMBLE, E. E.: Gene effects in corn (*Zea mays* L.) III. Relative stability of gene effects in different environments. Canad. Journ. Plant Sci. 42, 628–634 (1962b). — 4. JOHNSON, H. W., H. F. ROBINSON and R. E. COMSTOCK: Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. Agron. J. 47, 477–483 (1955). — 5. MRÁZEK, O., A. RAEUBER, K. BELLMANN, G. MEINL, CHR. PFEFFER, A. WINKEL, A. KOVÁČS, A. CSETNEKI, a V. TĂRĂU: Mezinárodní fenometrické vyšetřování kukuřice. Sborník ČAV, im Druck (1964). — 6. PFEIFER, F.: Untersuchungen über den Wärmehaushalt von Pflanzen in Verbindung mit phänometrischen Messungen. Veröff. Inst. f. Agrarmet. Karl-Marx-Univ. Leipzig 1, 179–244 (1959). — 7. RAEUBER A., K. BELLMANN, G. MEINL, O. MRÁZEK, CHR. PFEFFER und A. WINKEL: Anwendung nicht-linearer Korrelationen bei phänometrischen Arbeiten bei Mais. Z. f. Pflanzenz. 46, 433–442 (1961). — 8. RAEUBER, A., und K.-H. ENGEL: Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (*Sol. tuberosum*) in Abhängigkeit von Umwelt- und Erbguteinflüssen. Habil. Schr. Universität Rostock (1963). — 9. ROBINSON, H. F., R. E. COMSTOCK and P. H. HARVEY: Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agron. J. 43, 281–287 (1951). — 10. SCHICK, R., K.-H. ENGEL und A. RAEUBER: Über die Phänometrie des Maises. Der Züchter 30, 97–101 (1960).

Aus dem Institut für Forstpflanzenzüchtung Graupa der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Abteilung Pappelforschung

Fortschritte in der Bestimmbarkeit von Pappelarten

Von WOLFGANG BORSDORF

Mit 5 Abbildungen

Einführung

Die technologische Erforschung des Pappelholzes hat in den letzten Jahren immer deutlicher gezeigt, daß sich die einzelnen Pappelarten und -sorten in ihren technischen Eigenschaften z. T. beträchtlich unterscheiden können (vgl. z. B. MAYER-WEGELIN 1958 — dort die ältere Literatur — und SACHSSE 1961). Auch in der Resistenz gegen bakterielle und pilzliche Krankheitserreger sowie gegen klimatische Einflüsse bestehen erhebliche Unterschiede. Noch umstritten und vorrangig zu klären ist die Frage, inwieweit die Sorten spezifische Ansprüche an den Standort stellen. Sortenforschung und Sortenkennt-

nis sind deshalb für einen gesicherten Pappelanbau unerlässlich.

Die verdienstvollen Untersuchungen von MÜLLER u. SAUER (1957/58, 1961) brachten hierin für die Schwarzpappelhybriden einen entscheidenden Fortschritt. Im wesentlichen fußt die Bestimmung auf Merkmalen des Blattes (Gesamtform, Spreitenspitze und -grund, Hauptnerv- und Blattstielfarbe, relative Blattstiellänge, Verhältnis Spreitenbreite zu -länge, Randwelle) und Merkmalen der Sproßachse (im forstlichen Sprachgebrauch — „Schaft“), d. h. deren Leisten bzw. Kanten, Behaarung und Farbe. Unlängst haben FRÖHLICH u. BAUMEISTER (1963) die