

Die Stoffproduktion verschiedener Maissorten im Zentralalpenraum (Brixen – Innsbruck – Rinn) in Abhängigkeit vom Temperatur- und Niederschlagsfaktor

Von Erich Winkler, Luise Gamper und
Margit Schwienbacher-Mascotti

(mit 15 Tabellen und 6 Abbildungen)

I. Allgemeiner Maisbau

Nach dem Zweiten Weltkrieg nahm der Maisbau auf der ganzen Erde stetig zu, erreichte nach Einführung neuer Hybridzüchtungen auch in Mitteleuropa durch Verwendung frühreiferer lokal angepaßter Körnermais- und Silomaisorten beachtliche Bedeutung. Dabei stieg die Körnermaisernte vom Vorkriegsdurchschnitt von 110 Mill. Tonnen bis 1961 auf 214 Mill. Tonnen und erreichte 1971 bereits 307,8 Mill. Tonnen (1973 sogar bei weltweit günstiger Witterung 313 Mill. Tonnen).

Während in den Tropenländern und teilweise in Süd- und Südosteuropa Körnermais vornehmlich Nahrungsmittel blieb und nur zu rund 40 Prozent verfüttert wurde, stieg in Nordamerika und Mitteleuropa der Futtermaisbedarf auf über 70 Prozent der Erträge an. Gleichzeitig nahm in West- und Zentraleuropa der *Silomaisbedarf* im Zusammenhang mit der forcierten Viehwirtschaft zu. Die zunehmende Verknappung an Arbeitskräften erzwang ökonomischen Einsatz von Erntemaschinen und verbesserte Silierungstechnik, sodaß Tiermast und vermehrte Tierhaltung nicht nur im Flachland, sondern auch in breiten Alpentälern möglich wurde. So stieg z. B. in der BRD die Grünmaisfläche von 46.000 ha (1957/58) bis 1969 auf 150.000 ha, erreichte 1970 190.575 ha, brachte Erträge von 1,7 Mill. t bis 6,1 Mill. t bis 8,5 Mill. t (1970), wobei im Hauptanbaugebiet Bayern 1970 auf 114.000 ha sogar 4,9 Mill. t geerntet wurden.

II. Maisbau in Österreich

In der Nachkriegszeit gelangte amerikanisches Hybridsaatgut mit der UNRRA nach Österreich, die Wisconsin-Universität stellte Ausgangsmaterial zur Verfügung und die Harrachsche Zuchtstation in Bruck an der Leitha und vor allem Gleisdorf (Steiermark) brachte mehrere an die ökologischen Verhältnisse im Alpenraum gut angepaßte Sorten auf den österreichischen Markt. F. Mayerl berichtete von mehrjährigen Versuchen in Kornberg (1952–1958), E. ZWEIFLER veröffentlichte 1962 seine grundsätzliche Arbeit „Der Ertragsmaisbau“.

E. Winkler schilderte 1965 die Maisbauverhältnisse in Tirol und beschäftigte sich in den folgenden zehn Jahren eingehend mit den physiologischen Grundlagen der Stoffproduktion bei verschiedenen in Westösterreich bewährten Maissorten, wobei ihn seit 1971 L. Gamper und M. Schvienbacher im Rahmen ihrer Dissertationen wesentlich unterstützten. Wir befaßten uns hierbei vor allem mit Wirkungen des Temperatur-Niederschlagsfaktors auf Ertragsbildung und Photosynthese.

Körnermaisbau war in Österreich in der Vorkriegszeit und Zwischenkriegszeit vor allem im östlichen Flachland, im steirischen Hügelland, aber auch in Oberösterreich und in den Talräumen Tirols verbreitet. Landsorten lieferten 1938 auf rund 70.000 ha 187.676 t Körnermais (26,9 dz/ha). Der Maisbau ging bis 1964 auf 50.000 ha zurück, lieferte aber schon Ernten von 211.857 t (42,4 dz/ha). Die Anbaufläche betrug 1968 wieder 73.669 ha und erbrachte Erträge von fast 400.000 t, welche den Inlandsbedarf noch nicht deckten und zu Devisen zehrenden Einfuhren von 151.674 t (1967/68) zwangen. Inzwischen hatten sich vor allem die Gleisdorfer frühreiferen Hybridzüchtungen (Austria Hybrid) bewährt und die Hektarerträge stiegen im Mittel auf 52 bis 55 dz an. Tabelle I schildert die Entwicklung von 1938 bis 1973 (nach den Statistischen Jahrbüchern Österreichs). 1972 betrug die Körnermais-Anbaufläche schon 132.472 ha, wurde 1973 nochmals auf 147.028 Hektar erweitert. Die Körnermaisernte nahm von 725.947 t auf 965.974 t zu und der Hektarertrag erreichte 1973 sogar im Landesdurchschnitt 65,7 dz. Damit war auch Bedarfsdeckung erreicht. Die einzelnen Bundesländer hatten an dieser günstigen Entwicklung verschieden starken Anteil, wie Tabelle II näher erläutert.

So sank der Körnermais-Flächenanteil im Burgenland von 16,3 Prozent (1965) auf 7,1 Prozent (1971), in Niederösterreich von 21,5 Prozent (1965) auf 14,9 Prozent (1971), stieg aber im nassen Jahr 1972 auf 22,6 Prozent wieder an. Die Fläche stieg in Oberösterreich von 3,6 Prozent (1965) auf 22,2 Prozent (1971). Auch das Körnermaisland Steiermark konnte den hohen Ertragsanteil von 54,6 Prozent (1965) nicht mehr halten und fiel auf 45,8 Prozent (1971) ab, kam 1972 auf 35,4 Prozent. Die Steiermark stellte aber 1971 mit 331.000 t und 1972 mit 257.000 t die größten Körnermaismengen zur Verfügung*.

Der Grünmais-Silomaisbau nahm seit 1938 von 20.043 ha bis 1965 auf 33.669 ha zu, erreichte 1972 schon 52.387 ha und kulminierte 1973 auf 71.661 ha. Die Silomaiserträge Österreichs stiegen von 1,3 Mill. t (1965) auf 2,6 Mill. t (1972) und erreichten 1973 bei optimaler Witterung 3,71 Mill. t (517,9 dz/ha im Landesmittel).

Tabelle III schildert die Entwicklung beim Silomaisbau von 1965 bis 1972. Niederösterreichs überragender Anteil betrug 1965 noch 44,4 Prozent (= 582.664 t Grünmasse), fiel auf 30,0 Prozent (1971 = 750.506 t) bzw. 28,4 Prozent (1972 =

* Über den „Körnermaisbau in Grenzlagen des Alpenvorlandes“ berichteten neuerdings M. Schachl (bes. die Anbauverhältnisse in Oberösterreich) und J. Gusenleitner über die Mineralstoffversorgung (Land- und forstwirtschaftliche Forschung, Bd. VI, 1974, BVA Linz).

TABELLE I
Anbau und Ernte von Körner-, Grün- und Silomais in Österreich

Jahre	a) <i>Körnermais</i>		
	Anbaufläche in ha	Ernte in t	Hektarertrag in dz/ha
1938	69.837	187.676	26,9
1962	54.159	192.913	35,6
1963	49.758	194.221	39,0
1964	50.015	211.857	42,4
1965	50.001	186.504	37,3
1966	55.366	274.615	49,6
1967	60.158	315.829	52,5
1968	73.669	398.552	54,1
1969	117.164	698.296	59,6
1970	124.050	611.569	49,3
1971	125.043	721.498	57,7
1972	132.472	725.947	54,8
1973	147.028	965.974	65,7
Jahre	b) <i>Grün- und Silomais</i>		
	Anbaufläche in ha	Ernte in t	Hektarertrag in dz/ha
1938	20.043	180.432 (TG)	90,0 (TG)
1962	30.082	1,032.474 (FG)	343,2 (FG)
1963	27.542	1,119.169	406,4
1964	28.736	1,219.489	424,4
1965	33.669	1,310.387	389,2
1966	31.015	1,457.097	469,8
1967	32.224	1,538.061	477,3
1968	34.729	1,725.344	496,8
1969	42.502	2,145.956	504,9
1970	46.531	2,396.822	515,1
1971	53.254	2,493.876	468,3
1972	52.387	2,591.392	494,7
1973	71.661	3,710.992	517,9

736.154 t). Oberösterreich erhöhte die Produktion von 9,0 Prozent (1965 = 118.059 t) auf 24,6 Prozent (1972 = 638.431 t), wogegen das „Körnermaisland“ Steiermark nur 14,8 Prozent (1971) bzw. 13,5 Prozent (1972 = 349.739 t) erreichte und auch Kärnten mit 19,7 Prozent (511.334 t) im Jahre 1972 erheblich zur Silomaisernte beitrug.

Allerdings zeigten Vergleiche der Hektarerträge, daß Grünmais-Massenerträge in den niederschlagsreicheren Bundesländern, wie Oberösterreich, Kärnten, Steiermark und Tirol, stets deutlich mit 30–50 dz/ha über dem österreichischen Durchschnitt lagen.

III. Maisbau in Tirol

a) Allgemeines:

Nach Erhebungen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes (Wien 1972) werden von der Fläche Tirols (1,266.151 ha) 38 Prozent landwirtschaftlich genutzt (481.378 ha); davon entfallen 7,9 Prozent auf Ackerland im weitesten Sinne, 23 Prozent auf Wiesen und Weiden und 68,5 Prozent auf alpines Grünland.

TABELLE II
Der Körnermais in den verschiedenen Anbaugebieten Österreichs

	Anteil in %	Ertrag in t	dz/ha	Anbau- fläche in ha	Anteil in %	Ertrag in t	dz/ha	Anbau- fläche in ha
	1965				1968			
Burgenland	16,3	30.388	28,3	10.748	13,8	55.205	46,4	11.898
Niederösterreich	21,5	40.171	35,6	11.295	15,6	62.569	47,2	13.256
Oberösterreich	3,6	6.891	43,7	1.578	12,3	49.243	64,5	7.634
Steiermark	54,6	101.880	42,2	24.158	48,3	192.686	56,1	34.347
Kärnten	2,8	5.266	32,3	1.632	9,0	36.031	61,2	5.887
Tirol	0,5	1.055	30,7	344	0,2	1.130	48,1	235
ÖSTERREICH	100,0	186.504	37,3	49.981	100,0	398.552	54,1	73.669
	1969				1970			
Burgenland	9,4	66.258	48,0	13.804	11,2	68.887	47,2	14.595
Niederösterreich	19,6	137.329	56,4	24.349	19,3	118.316	45,5	26.003
Oberösterreich	18,1	126.832	64,5	19.664	19,3	118.364	54,7	21.639
Steiermark	42,1	294.235	62,0	47.457	39,1	239.470	48,2	49.682
Kärnten	10,0	70.400	62,5	11.264	10,2	62.875	55,9	11.248
Tirol	0,1	724	44,1	164	0,1	916	55,8	164
ÖSTERREICH	100,0	698.296	59,6	117.164	100,0	611.569	49,3	124.050
	1971				1972			
Burgenland	7,1	51.756	37,7	13.728	9,2	66.858	45,6	14.665
Niederösterreich	14,9	107.838	41,7	25.860	22,6	164.499	55,2	29.783
Oberösterreich	22,2	160.284	68,7	23.331	22,3	161.747	64,8	24.978
Steiermark	45,8	330.778	66,4	49.816	35,4	256.915	51,3	50.043
Kärnten	9,2	67.039	58,3	11.499	9,7	70.779	58,5	12.105
Tirol	0,1	794	49,9	159	0,1	795	43,9	181
ÖSTERREICH	100,0	721.498	57,7	125.043	100,0	725.947	54,8	132.472

TABELLE III
Silo- und Grünmais in den wichtigsten Anbaugebieten Österreichs

	Anteil in %	Ertrag in t	dz/ha	Anbau- fläche in ha	Anteil in %	Ertrag in t	dz/ha	Anbau- fläche in ha
	1965				1968			
Burgenland	10,7	140.436	359,1	3.911	8,0	138.852	456,9	3.039
Niederösterreich	44,4	582.664	358,4	16.257	32,3	557.534	441,9	12.617
Oberösterreich	9,0	118.059	396,2	2.980	16,8	291.262	523,7	5.562
Steiermark	13,6	179.201	429,4	4.173	14,9	257.320	566,3	4.544
Kärnten	17,9	235.836	448,5	5.258	22,5	388.305	524,9	7.398
Tirol	3,6	47.278	510,0	927	4,3	75.821	596,1	1.272
ÖSTERREICH	100,0	1.310.387	389,2	33.665	100,0	1.725.344	496,8	34.729
	1969				1970			
Burgenland	6,9	148.191	436,8	3.392	7,7	184.812	497,3	3.716
Niederösterreich	30,0	644.909	459,5	14.035	29,2	700.748	452,7	15.479
Oberösterreich	21,4	460.561	521,5	8.831	23,4	560.996	553,2	10.141
Steiermark	14,5	312.029	575,0	5.426	14,1	340.256	563,2	6.041
Kärnten	21,1	453.697	530,3	8.555	19,6	470.872	539,3	8.731
Tirol	4,8	103.139	553,0	1.865	4,6	112.130	568,0	1.974
ÖSTERREICH	100,0	2.145.956	504,9	42.502	100,0	2.396.822	515,1	46.531
	1971				1972			
Burgenland	7,8	195.949	383,5	5.109	8,4	218.990	462,3	4.737
Niederösterreich	30,0	750.506	408,2	18.386	28,4	736.154	463,0	15.899
Oberösterreich	23,0	575.677	516,6	11.143	24,6	638.431	517,7	12.331
Steiermark	14,8	371.133	527,8	7.032	13,5	349.739	498,6	7.014
Kärnten	18,1	453.416	504,6	8.986	19,7	511.334	523,0	9.777
Tirol	4,7	119.417	571,6	2.090	4,5	115.363	541,9	2.129
ÖSTERREICH	100,0	2.493.876	468,3	53.254	100,0	2.591.392	494,7	52.387

34 Prozent der Gesamtfläche sind forstwirtschaftlich genutzt und 28 Prozent bleiben agrarisch unproduktiv (aber von der Wasserwirtschaft und vom Fremdenverkehr sehr geschätzt). Ackerland im weitesten Sinne waren 1969 bis 1972 etwa 38.000 ha, 1973 nach einer neuen genaueren Erfassung nur mehr 28.500 ha. Tabelle IV erläutert wie in Nordtirol von 1962 bis 1973 der Weizen- und Roggenbau merklich zurückging und der Gerstenanbau bei steigenden Erträgen zunahm. Der Getreidebau beschränkte sich immer mehr auf die Inntalfurche von Kufstein bis Innsbruck und Prutz, die begleitenden Hochalterrassen und den Lienzer Raum. Auch die Kartoffelerträge fielen von 111.430 t (1964 auf 4391 ha) auf 87.830 t (1972) bzw. 76.551 t (1973 auf 2674 ha), wobei allerdings die Hektarerträge im Mittel von 230 auf 286 bzw. 316 dz (1971) kräftig anstiegen und den heimischen Bedarf ziemlich gut decken.

In Tirol reiften in der warmen Dekade 1930 bis 1940 die Körnermais-Landsorten (Pitztaler, Kematener Landmais) regelmäßig ab. Nach H. Gsteu (1948) betrug die Maisanbaufläche in Tirol 1934 noch 1364 ha, lieferte 3444 t Körnermais (25,3 dz pro Hektar). Die Anbaufläche sank von 1952 bis 1961 auf durchschnittlich 820 ha ab und ging bis 1965 auf 344 ha, bis 1972 auf 181 ha zurück und erreichte 1973 sogar nur mehr 100 ha. Der mittlere Hektarertrag betrug im Landesmittel in den Jahren 1952 bis 1961 rund 26 dz, 1965 30,7 dz/ha. Er stieg 1970 durch Einführung passender Hybridmaissorten auf 55,8 dz und lag 1971/72 bei 49,9 bzw. 43,9 dz, erreichte aber 1973 einen guten Durchschnitt von 56,6 dz/ha.

Die Pflanzenbauabteilung (Dir. Dipl.-Ing. Matt) der Landeslandwirtschaftskammer für Tirol führte seit Jahren ausgedehnte Sortenprüfversuche an Getreide, Mais, Kartoffeln und Grünlandbeständen durch, welche von Ing. Jäger und Mitarbeitern betreut und kontrolliert wurden. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Auswertung stellte uns Ing. Jäger jedes Jahr zur Verfügung, beriet uns und beschaffte Saatgut und Dünger.

Aus den Ergebnissen der landwirtschaftlichen Statistik (Heft 291, 320 und 352) erstellten wir eine Übersicht der bezirksweisen Anbauverteilung für 1971 und 1972 (Tabelle V) und eine Zusammenfassung der wichtigsten Sortenergebnisse in Tirol (1965–1973, Tabelle VI nach Ing. Jäger).

Aus den Tabellen ergibt sich, daß in den vergangenen Jahren Schwerpunkte beim Körnermaisbau nur mehr im Bezirk Innsbruck-Land (105–120 ha) und im Bezirk Imst (um 30 ha) lagen, daß der Silomaisbau in den Bezirken Innsbruck-Land über 800 ha, in den Bezirken Lienz, Schwaz und Kufstein um 300 ha umfaßt und im Raum Reutte – Landeck und um Kitzbühel jeweils um 50 ha mit Silomais bestanden werden. Die Silomaisfläche nahm übrigens von 1972 auf 1973 von 2089 ha auf 3124 ha zu. (Bezirk Innsbruck-Land 1230 ha, Bezirk Schwaz und Kufstein um 500 ha). Harrach Hybrid 470 erreichte dabei Erträge von 756 bis 655 dz/ha, die spätreifere Sorte Harrach Hybrid 660 sogar 886 bis 910 dz/ha (Tabelle VI). Der mittelspäte Austria Hybrid 390 brachte es je nach Witterung auf 711 bis 910 dz/ha

TABELLE IV

Anbau und Ernte von Getreide und Kartoffeln in Tirol 1962 bis 1972

	Weizen			Roggen			Gerste		
	ha	Ernte in t	dz/ha	ha	Ernte in t	dz/ha	ha	Ernte in t	dz/ha
1962	1.105	2.511	22,7	1.467	2.838	19,3	1.217	2.483	20,4
1963	852	1.991	23,4	893	1.814	20,3	1.119	2.677	23,9
1964	843	2.346	27,8	867	1.924	22,2	1.097	2.893	26,4
1965	822	2.108	25,6	730	1.682	23,0	1.093	2.741	25,1
1966	811	2.132	26,3	540	1.356	25,1	1.093	2.712	24,8
1967	795	2.313	29,1	483	1.270	26,3	1.099	3.177	28,9
1968	786	2.540	32,3	459	1.198	26,1	1.121	3.094	27,6
1969	468	1.579	33,7	356	1.041	29,2	1.141	3.457	30,3
1970	448	1.534	34,2	330	867	26,3	1.154	3.347	29,0
1971	430	1.438	33,4	332	849	26,4	1.149	3.494	30,4
1972	418	1.356	32,4	307	853	27,8	1.132	3.515	31,1

	Kartoffeln			Körnermais			Grün- und Silomais		
	ha	Ernte in t	dz/ha	ha	Ernte in t	dz/ha	ha	Ernte in t	dz/ha
1962	4.425	100.664	227,5	533	1.595	29,9	729	34.651	475,3
1963	4.371	109.312	250,1	379	1.258	33,2	893	46.848	550,7
1964	4.391	111.430	253,8	373	1.224	32,8	892	52.991	594,1
1965	4.224	94.031	222,6	344	1.055	30,7	927	47.278	510,0
1966	4.000	97.920	244,8	224	946	42,2	1.264	70.684	559,2
1967	3.779	95.947	253,9	229	1.095	47,8	1.219	73.799	605,4
1968	3.798	110.788	291,7	235	1.130	48,1	1.272	75.821	596,1
1969	3.386	93.757	276,9	164	724	44,1	1.865	103.139	553,0
1970	3.360	88.473	263,3	164	916	55,8	1.974	112.130	568,0
1971	3.311	104.847	316,7	159	794	49,9	2.089	119.417	571,6
1972	3.236	87.830	271,4	181	795	43,9	2.129	115.363	541,9
1973	2.674	76.551	286,3	100	566	56,6	3.124	206.016	659,5

TABELLE V

Maisbau in Tirol 1971/72

Bezirk	Hektar	1971		Hektar	1972	
		Tonnen	dz/ha		Tonnen	dz/ha
a) Körnermais						
Imst	30	131	43,7	30	122	40,7
Innsbruck-Stadt	4	21	51,8	5	21	41,0
Innsbruck-Land	105	561	53,4	120	535	44,6
Kufstein	3	10	34,7	4	16	40,0
Landeck	4	16	38,8	5	23	45,0
Lienz	6	25	42,0	12	57	47,5
Schwaz	7	30	42,7	5	21	42,0
Kitzbühel						
Reutte		kein Körnermais; nur Silo- und Grünmais				
TIROL	159	794	49,9	181	795	43,9
b) Grün- und Silomais						
Imst	195	11.393	584,3	195	11.470	588,2
Innsbruck-Stadt	70	3.796	542,3	70	3.760	537,1
Innsbruck-Land	855	47.989	561,3	859	47.064	547,9
Kitzbühel	52	2.789	536,3	52	2.757	530,2
Kufstein	270	16.496	611,0	280	15.524	554,4
Landeck	48	2.805	584,4	47	2.761	587,4
Lienz	309	16.063	519,8	309	15.036	486,6
Reutte	10	560	560,0	5	280	560,0
Schwaz	280	17.526	625,9	312	16.711	535,6
TIROL	2.089	119.417	571,6	2.129	115.363	541,9

TABELLE VI:

Mittelwerte der Sortenversuche der Landwirtschaftskammer für Tirol
(Telfs, Kundl, Rotholz)

in dz/ha

<i>Silomais</i>	1965	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Harrach Hybrid 660	886,0	719,9	740,1	758,0	715,7	711,5	909,8
Austria Hybrid 290	618,0	667,3	601,9	655,4	660,7	622,2	801,0
Harrach V. Hybrid 61/4	746,0						
Harrach Hybrid 470	721,7	657,1	655,0	756,2			
Harrach Hybrid 355 A	660,0	641,7					
Austria Hybrid 390	788,0	719,9	740,1	758,0	715,7	711,5	909,8
Austria Hybrid 430		778,1	833,2	844,1	832,9	755,2	
Harrach Hybrid 388		748,3	614,4	698,1	607,1	607,0	
Harrach Hybrid 355			604,7	638,3			
Austria V. Hybrid 1005		585,6					
Harrach Hybrid 288			579,7				
Austria V. Hybrid 1151				791,1			
Austria Hybrid 460					794,6	703,2	
Inra 321					676,7		
Austria Hybrid 266					607,9	652,3	742,8
Austria V. Hybrid 1484						620,2	
Inra 258						551,9	629,4
<i>Körnermais</i>	Telfs		Oberhofen		Telfs		Kematen
	1965	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Austria Hybrid 266	54,1	57,6	61,5	(39,8) ¹			
Kemattner	50,6						
Inra 200		64,3		40,1	(35,6)		
Inra 244		61,7	71,7	(39,7)			
Inra 258		63,5	75,9	(38,7)	69,2	(37,6)	84,1
Inra 260		45,5	67,8	(48,9)	84,1	(31,1)	83,6
Austria Hybrid 1056			85,8	(36,2)	59,3	(38,3)	
Austria Hybrid 1007			85,4	(35,8)	76,5	(39,7)	
Austria Hybrid 1155			78,1	(41,9)			
Dingo				85,4	(37,2)	65,6	(36,6)
Austria Hybrid 1006				73,7	(38,1)	37,9	(36,6)
Austria Hybrid 1420				69,8	(36,8)		
Castor				69,7	(37,5)	80,3	(33,0)
Austria Hybrid 234						48,4	(39,1)
Florix							82,6
							104,5

und der frühreife — blattärmere Austria Hybrid 266 auch noch auf 607 bis 742 dz pro Hektar.

Die in Tabelle VI angeführten sehr guten Sortenerträge von gut geführten Betrieben in Kundl, Rotholz und Telfs, aber auch die Landeserträge in den einzelnen Versuchsjahren lagen immer merklich über den ostösterreichischen Spitzen- und *Mittelwerten*, wobei in der Innaltfurche gute ausgewogene Düngung, vermehrter Niederschlag und noch ausreichendes Temperaturangebot den hohen *Silomaisertrag* sicherten.

b) Maisbaufeldversuche in Brixen — Innsbruck — Rinn:

1. Langjährige Klimadaten aus dem Versuchsraum

Die klimatischen Verhältnisse im Innthal und im Brixener Raum wurden bisher von mehreren Autoren untersucht, gut beschrieben und lieferten uns brauchbare Rahmenvorstellungen.

¹ Der Wert in Klammern stellt den Kornwassergehalt bei der Ernte dar.

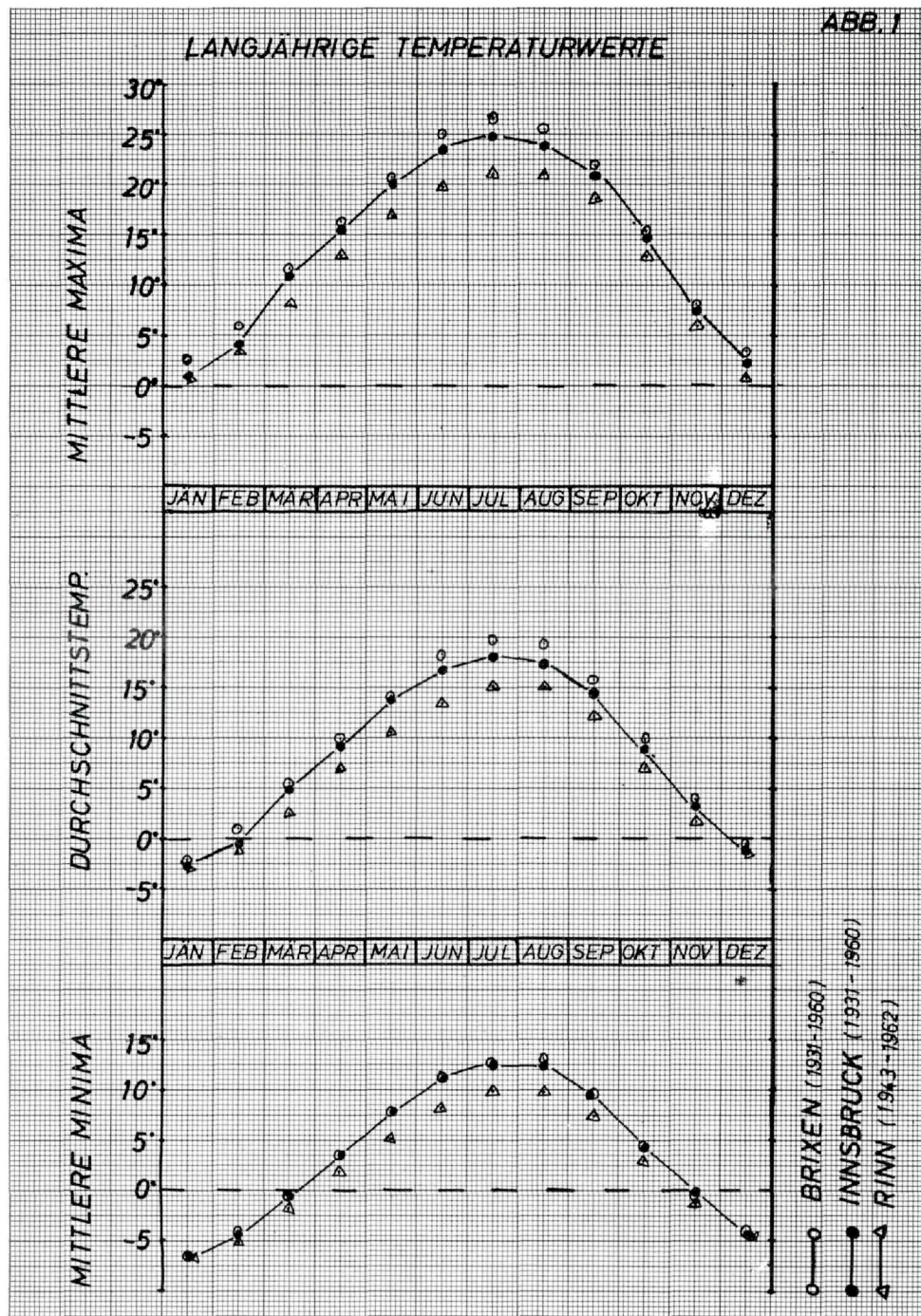


TABELLE VII:

Langjährige Lufttemperaturen	Mittleres Maximum				Monatsmittel				1931–60 Ibk., Bx., Wien, 1943–62 Rinn			
									Mittleres Minimum			
	Wien	Bx.	Ibk.	Rinn	Wien	Bx.	Ibk.	Rinn	Wien	Bx.	Ibk.	Rinn
Jänner	1,1	2,3	1,0	0,9	— 1,4	— 2,1	— 2,8	— 3,3	— 3,8	— 6,5	— 6,5	— 6,4
Februar	3,1	6,1	4,2	3,4	0,4	1,0	— 0,5	— 1,4	— 2,4	— 4,1	— 4,5	— 5,2
März	8,4	11,7	10,7	8,1	4,7	5,6	4,8	2,4	0,5	— 0,5	— 0,1	— 1,9
April	14,3	16,3	15,5	12,8	10,3	9,9	9,3	6,9	5,5	3,6	3,7	1,9
Mai	18,9	20,7	20,2	16,8	14,8	14,2	13,8	10,6	9,9	7,7	7,9	5,1
Juni	22,2	25,1	23,5	19,7	18,1	18,2	16,7	13,4	13,4	11,3	11,1	8,2
Juli	24,6	26,5	24,9	21,2	19,9	19,6	18,1	15,1	15,4	12,8	12,8	9,9
August	23,7	25,5	23,8	21,0	19,3	19,3	17,4	15,1	14,7	13,1	12,4	9,8
Septemb.	20,1	21,8	21,2	18,5	15,6	15,7	14,6	12,2	11,4	9,6	9,6	7,4
Oktober	13,6	15,3	14,7	12,9	9,8	9,9	9,0	7,0	6,5	4,5	4,5	3,1
November	7,4	8,1	7,5	6,0	4,8	3,9	3,4	1,7	2,8	— 0,3	0,1	— 1,1
Dezember	2,8	3,4	2,3	1,9	1,0	— 0,4	— 1,0	— 1,6	— 1,1	— 4,1	— 4,2	— 4,6
Jahr	(1931–60) 1943–62 (Rinn)				9,8	9,6	8,6	6,5				

	Niederschläge				Absolutes Minimum		(Luft, 2 m)
	Wien	Bx.	Ibk.	Rinn	Ibk.	Rinn	
Jänner	40	16	54	47	— 26,6	— 22,0	
Februar	43	22	49	46	— 26,9	— 27,5	
März	45	28	41	36	— 16,9	— 19,0	
April	45	38	52	55	— 4,9	— 9,5	
Mai	70	63	73	82	— 2,0	— 5,5	
Juni	67	85	109	122	0,6	— 1,5	
Juli	83	99	134	143	4,2	1,1	
August	72	95	109	119	3,3	2,1	
September	41	66	79	83	— 0,8	— 2,5	
Oktober	56	54	65	51	— 4,7	— 9,4	
November	53	46	51	46	— 15,2	— 15,5	
Dezember	45	29	46	49	— 24,8	— 21,0	
Jahr	660	641	862	879			
	mm	mm	mm	mm			
	(1931–1960)			(1943–1962)			

Das langjährige Klima von Innsbruck wurde von E. Reiter (1958) für die Periode von 1906 bis 1955 sehr ausführlich behandelt, von Winkler und Moser (1967) für die Periode 1931 bis 1960 und 1951 bis 1960 ergänzt. E. Mayr behandelte das Klima von Rinn (1943–1962), Dipl.-Ing. L. Köck, Direktor der Landesanstalt für Pflanzenzucht in Rinn, stellte uns weitere Wetterdaten und Versuchsflächen in Rinn zur Verfügung. Prof. Dr. F. Fliri, Geographisches Institut der Universität Innsbruck, stellte uns langjährige meteorologische Angaben über Brixen bei, wofür wir beiden herzlich danken. L. Gamper faßte das umfangreiche Zahlenmaterial der meteorologischen Arbeiten in Abbildung 1 zusammen und umriß so den Temperaturrahmen für die Stoffproduktion im Raum Brixen — Innsbruck — Rinn. Die Monatsmitteltemperaturen, mittleren Maxima und mittleren Minima der Lufttemperatur beschreiben das mittlere Wärmeangebot für die 600 und 900 m Stufe, Tabelle VII faßt sie auch zahlenmäßig im Jahresgang zusammen. Die Monatsmittel liegen im Mai um 14 Grad, erreichen Juni bis August 19 bzw. 18 Grad und fallen

im September gegen 15 Grad ab. Man sieht aus Tabelle VII auch, daß die lang-jährigen Monatsmittel und die mittleren Maxima in Brixen im Mai um 0,5 Grad über jenen von Innsbruck liegen. Die Temperaturunterschiede von Innsbruck und Brixen erreichten im Juni im Mittel 1,5 Grad, im Juli 1,6 Grad, im August sogar 1,7 Grad, und auch im September blieb Brixen noch um 0,9 Grad wärmer als Innsbruck.

Rinn und auch Axams, auf den Inntalterrassen in 900 m im Grenzbereich des Getreidebaus und Silomaisbaus gelegen, blieben in allen Monaten der Vegetationszeit um rund 2 Grad kälter als Innsbruck, um 3 bis 4 Grad kälter als Brixen. Auch die mittleren Minima und die Nachttemperaturen lagen im Mai und Juni um 3,3 Grad, später um 3 Grad tiefer als im Innsbrucker Raum und hemmten den Maiswuchs im Jugendstadium anfänglich stark.

In Brixen und Innsbruck kommen im Mai sehr selten schwache Fröste (um $-0,5$ Grad) vor, aber in Rinn noch häufig bis in die ersten Junitage hinein, schaden aber in Rinn — Axams selten, weil der Mais in kalten Perioden nur zögernd aufläuft. Frühfröste mit Temperaturen um $-0,5$ bis $-1,5$ Grad können sowohl in Brixen wie auch in Innsbruck ab 20. September auftreten (so z. B. 1971 und 1972) und schädigen dann die einziehenden Blätter meist nur wenig). Auf den 300 m höher gelegenen Terrassen über dem Inntal (Rinn — Igls — Axams) erreichen die Frühfröste je nach nachtklarer Witterung und Kaltluftstau in Mulden jedes zweite Jahr gegen -1 Grad bis $-2,5$ Grad, sodaß die Vegetationszeit um den 25. September rasch zu Ende geht. Die hier gerade noch angepaßten Silomaisorten werden dann mit teilbeschädigten oder dünnen Blättern, aber sonst unbeschädigt abgeerntet und eventuell mit mehr Zusätzen siliert.

Aus den langjährigen Messungen der Sonnenscheindauer liegen für Brixen — Innsbruck — Rinn gut vergleichbare Angaben aus der Periode 1951 bis 1960 vor. Hierbei zeigte sich Brixen durch höhere Winterwerte gegenüber Innsbruck und Rinn begünstigt. Für Brixen errechnete man im Jahresmittel 1824 Stunden Sonnenscheindauer, für Innsbruck nur 1781 und für Rinn 1702 Stunden (hier winterliche Abschattung durch den Glungezerhang wirksam!).

Im einzelnen fand man:

	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Brixen	102	113	144	171	196	188	214	190	166	141	104	95	= 1824 h
Innsbruck	77	107	164	171	192	171	201	202	186	150	90	70	= 1781 h
Rinn	59	92	152	169	196	175	208	208	180	139	77	47	= 1702 h

Vegetationszeit:

Mai bis September

Mittelwerte
1951—1960

Brixen	954 Stunden
Innsbruck	952 Stunden
Rinn	967 Stunden

Die Sonnenscheindauerwerte in der Vegetationszeit sind also recht ähnlich, sodaß auch auf ähnliche Globalstrahlung an den drei gewählten Versuchsstandorten geschlossen werden kann. Leider wird die Globalstrahlung nur in Innsbruck am Institut für Meteorologie und Geodynamik und in der Anstalt für Pflanzenzucht in Rinn gemessen. Uns standen sowohl die langjährigen Meßwerte aus der Periode 1951 bis 1960 sowie die Ergebnisse der Versuchsjahre zur Verfügung; Mai bis Juli wies mit rund 14.000 cal/cm² kräftige Einstrahlung auf, die im Jahresgang im August und September auf etwa 13.000 bis 10.000 cal/Mon zurückging und insgesamt starke Photosynthese und hohe Stoffproduktion ermöglichte. Tabelle VIII a) zitiert nur Durchschnittswerte aus der Periode 1951 bis 1960.

Tabelle VIII: Globalstrahlung und Niederschlagsverhältnisse

a) Durchschnittliche langjährige Globalstrahlung (1951–1960)

	Innsbruck	Rinn
Jänner	3.089	2.777 cal/cm ²
Februar	4.942	4.732
März	9.202	8.969
April	11.657	11.681
Mai	14.600	13.998
Juni	14.225	14.117
Juli	14.471	14.203
August	12.731	12.166
September	9.896	9.495
Oktober	6.595	6.174
November	3.444	3.042
Dezember	2.397	1.923
Jahr	107.249	103.272 cal/cm ²

b) Langjährige durchschnittliche Niederschlagssummen
(Brixen und Innsbruck: 1931–1960, Rinn: 1943–1962)

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Brixen	16	22	28	38	63	85	99	95	66	54	46	29	641 mm
	= 34,0 ‰			= 69,1 ‰			= 69,2 ‰				= 59,2 ‰		
Innsbruck	54	49	41	52	73	109	134	109	79	65	51	46	862 mm
	= 114,9 ‰			= 94,5 ‰			= 93,7 ‰				= 93,9 ‰		
Rinn	47	46	36	55	82	122	143	119	83	51	46	49	879 mm
	= 100 ‰			= 100 ‰			= 100 ‰				= 100 ‰		

Die Niederschläge von Innsbruck und Rinn (Tabelle VIII b) waren im langjährigen Durchschnitt fast gleich, betrugen rund 860 bis 880 mm, und deckten alle Wasseransprüche auch für massenwüchsigen Silomais optimal, da in der Vegetationszeit 70 bis 140 mm an etwa 10 bis 20 Tagen pro Monat fielen. Die Niederschläge von Brixen fielen etwas spärlicher, betrugen vor allem im Winter etwa 30 bis 60 Prozent der Innsbrucker Werte und erreichten erst im Sommer 70 bis 90 Prozent der Nordtiroler Regenmengen. Die Jahresniederschläge von rund 641 Millimeter reichten auch im Kessel von Brixen für Maisbau aus, nur Trockenjahre wie z. B. 1947 und 1961 führen zu merklichen Ertragseinbußen.

2. Feldversuche im Raum Brixen — Innsbruck — Axams — Rinn

Um genauere Angaben über den Einfluß der Witterung auf die Stoffproduktion verschiedener Sorten machen zu können, führten wir gezielt Feldversuche durch; Winkler von 1963 bis 1970 in Innsbruck, Axams und Rinn, Gamper — Schwienbacher von 1971 bis 1973 in Brixen — Innsbruck — Rinn. Hierbei wurden die Sorten Austria Hybrid 266, 272, 290 und 390, die Harrach Hybride 61/4 und 470 sowie Inra 258 und die italienische Sorte Maya 275 als bewährte Sorten ausgewählt und bis 1970 im Abstand 60×40 cm, ab 1971 in 70×24 cm mit je 200 bis 380 Pflanzen pro Sorte in Langparzellen gebaut. Zur Düngung gaben wir 1970 bis 1973 pro Ar 10 kg Vollkorn Linz (NPK 13/13/19) in 2 Gaben. Die Versuchsböden wiesen ähnliche Struktur auf und blieben vergleichbar.

Brixen

sandig-lehmiger Boden, pH 6,0, 6,1 Prozent organische Substanz, 11,5 Prozent Schluff, 9,6 Prozent Ton, Feinerde mit 0,2 Prozent PO_4^{III}

Saat: 25. 4. 1971	Ernte: 22. 9. 1971
24. 4. 1972	25. 9. 1972

Innsbruck

Botan. Garten: sandig-lehmiger Boden, pH 6,1, 3,0 Prozent organ. Substanz, 4,0 Prozent Schluff, 11 Prozent Ton, Feinerde mit 0,08 Prozent PO_4^{III}

Saat: 28. 4. 1971	Ernte: 30. 9. 1971
27. 4. 1972	2. 10. 1972
3. 5. 1973	3. 10. 1973
30. 4. 1974	3. 10. 1974

Rinn

Landwirtschaftl. Versuchsanstalt: lehmig-toniger Boden, pH 5,1, 7,1 Prozent organische Substanz, 14,7 Prozent Schluff, 10,3 Prozent Ton, Feinerde mit 0,07 Prozent PO_4^{III}

Saat: 30. 4. 1971	Ernte: 25. 9. 1971
3. 5. 1972	26. 9. 1972

Zur Durchführung der Produktionsanalyse konnten wir in den einzelnen Versuchsjahren nur die Werte der Sonnenscheindauer, Strahlung und Niederschläge vom Meteorologischen Institut Innsbruck bzw. der agrarmeteorologischen Station Rinn unmittelbar verwenden und mußten zur ausreichend genauen Erfassung des Temperaturfaktors in den Versuchsparzellen unmittelbar messen und registrieren. In Innsbruck stand eine Wetterhütte mit Thermohygrograph in 2 m Meßhöhe unmittelbar am Feldrand, eine kleinere Bodenwetterhütte (Thermograph 10 cm Meßhöhe) stand von Pflanzen umwachsen im Maisfeld. Die elektrische Temperaturregistrierung erfaßte 1967 bis 1972 in Innsbruck Bodentemperaturen, Luft- und Blattemperaturen mit freien 100-OHM-Glasthermometern. Von Rinn und Axams standen ebenfalls Wetterhüttenwerte aus 2 m und 10 cm Meßhöhe zur Verfügung, die gleichfalls unmittelbar aus dem Pflanzenbestand stammten. In Brixen wartete Herr Gamper interessiert und verlässlich die Feldwetterhütten mit Thermograph, die Bodentemperatur und einen Regenmesser.

Zur Zuwachsbestimmung wurden alle 14 bis 28 Tage 10 bis 20 Pflanzen pro Sorte entnommen, Frischgewicht und Trockengewicht von Blatt, Sproß, Kolben und Wurzeln bestimmt und die Sproßhöhe sowie die Blattfläche ermittelt. Gleichzeitig ent-

nahm M. Schwienbacher mehrere Organproben und bestimmte die Photosynthese bei 10.000 und 30.000 Lux sowie die Respiration im Temperaturbereich von 5 bis 40 Grad. Zur Endertragsbestimmung und statistischen Verrechnung dienten jeweils 20 durchschnittliche Exemplare jeder Sorte.

Da es uns aus Platzmangel nicht möglich ist, alle Einzelergebnisse der umfangreichen Dissertationen von L. Gamper und M. Schwienbacher hier ausführlich darzustellen, wollen wir die wichtigsten Versuchsergebnisse phasenweise gegliedert anführen:

- a) Aufgang und Stoffproduktion in den ersten 28 Tagen im Warmjahr 1971 und im Kaltjahr 1972
- b) Frisch- und Trockengewichtsentwicklung im Juni — Juli — August und Photosynthese in der aktivsten Phase
- c) Endertrag im Frischgewicht — Trockengewicht und Kornertrag

A *Aufgang und Stoffproduktion in den ersten 4 Wochen*

Im günstigen Versuchsjahr 1971 lagen die mittleren Lufttemperaturen in Brixen in der ersten und zweiten Maiwoche um 9 bis 12 Grad und stiegen in der dritten und vierten Woche auf 15 bis 18 Grad; die mittleren Maxima erreichten 20 bis 24 Grad, manchmal auch 28 bis 29 Grad (Einzelwerte siehe Abbildung 2 und 3). Das „Monatsmittel“ der ersten 4 Wochen betrug 14,6 Grad (in 2 m Höhe), schon 15,6 Grad in 10 cm Höhe über dem Boden und in 3 cm Bodentiefe 16,7 Grad. Auch in Innsbruck war die Durchschnittstemperatur der ersten 4 Versuchswochen mit 13,9 Grad günstig. Die einzelnen Tagesmittel lagen in der ersten Woche um 2 bis 4 Grad tiefer als in Brixen, in der zweiten und dritten Woche ähnlich hoch und in der 4. Woche an mehreren Föhntagen sogar um 2 bis 3 Grad höher. Die mittleren (täglichen) Maxima pendelten zwischen 15 und 26 Grad und erreichten einmal 30 Grad. Die mittlere Lufttemperatur in 10 cm Höhe betrug 14,5 Grad, an der Bodenoberfläche 16,9 Grad (mittags sogar um 33 Grad) und in 3 cm Bodentiefe im Monatsmittel 15,6 Grad (= 1,1 Grad kälter als in Brixen!).

Wir hatten also trotz technisch bedingter gestaffelter Saat in Brixen (25. April 1971) und Innsbruck (28. April 1971) mit orographisch gestaffelten Keimtemperaturen zu rechnen, was für uns interessant war. Wir stellten bald fest, daß in Brixen die Sorten A. H. 290 und 390 nach 9 bis 10 Tagen, INRA 258 nach 10 bis 12 Tagen und A. H. 266 sowie Maya 275 nach 11 bis 14 Tagen über dem Boden erschienen. Die erste Zahl besagte, daß 20 bis 30 Prozent aller Jungpflanzen 2 bis 3 cm groß waren, die zweite deutet an, daß nunmehr alle erschienen waren. In Innsbruck liefen alle Sorten um 2 bis 3 Tage später auf, also nach 12 bis 14 bzw. nach 17 Tagen (A. H. 266, 275).

In Höhen um 900 m (Rinn, Axams) ist es üblich, Mais Anfang Mai zu setzen, wir wählten 1971 den 30. April, 1972 den 3. Mai. Auch im günstigen Frühjahr 1971

blieben die Tagesmitteltemperaturen in der ersten Woche zwischen 7 und 10 Grad, stiegen erst in der zweiten Woche auf 14 Grad, in der dritten Woche auf 18 Grad an, fielen nochmals auf 10 bis 11 Grad ab, sodaß im Mittel der 28 Wuchstage die Durchschnittstemperatur der Luft in 2 m Höhe nur 12,8 Grad, in 10 cm Höhe 13,2 Grad betrug. Die Minima der Lufttemperatur lagen allerdings anfangs nahe 5 Grad, später um 10 Grad und hemmten den Keimungsvorgang ziemlich (Einzelwerte siehe Abb. 2 und 3). Die wuchskräftigen Sorten A. H. 290 und 390 brauchten hier in Rinn schon 13 bis 16 Tage zum Auflaufen, A. H. 266 und Maya 275 sogar 16 bis 19 Tage. Die Bodentemperaturen in Rinn wurden mitgemessen und lagen im Maisfeld im Monatsmittel um 13 Grad.

Die Photosynthese und kräftige Trockensubstanzneubildung setzte also überall nach 14 bis 16 Tagen ein, bedingte nach drei Wochen geringe Unterschiede und brachte nach vier Wochen in Brixen merklich bessere Erträge. Nach gasanalytischen Untersuchungen von M. Schwienbacher war die CO₂-Bindung der 2 bis 4 Wochen alten Gesamtpflanzen noch bescheiden, betrug

		Netto-Assimilation (jeweils Mittelwerte!)		
		10.000 Lux	30.000 Lux	Dunkelatmung
bei Typ II				
(2–3	10 °	2,0 mg CO ₂ /G.h	1,5–2,4	1,75 mg/G.tro.h
Wochen	20 °	3,3	4,0	4,81
alt)	30 °	— 2,8	2,8	10,6
bei Typ III				
(3–4	10 °	3,6	2,8	1,5
Wochen	20 °	7,1	7,3	4,2
alt)	30 °	0,3	9,5	9,5
	40 °	— 6,8	— 2,4	17,1 mg/G.h

Nach 4 Wochen Jugendwuchs war die dritte Trockensubstanzbestimmung überall fällig, wobei stets 20 mittlere Gesamtpflanzen pro Sorte sorgfältig ausgegraben, gewaschen, mit Filterpapier getrocknet und nach vorsichtiger Kornablösung gewogen wurden. Die Trocknung bei 105 Grad lieferte das Trockengewicht und die Trockengewichtszunahme nach 28 Tagen. In Brixen erreichten die einzelnen Sorten im Mittel bereits 500 bis 700 mg Trockensubstanz pro Pflanze, in Innsbruck 250 bis 467 mg/Pflanze und in Rinn erst 254 bis 402 mg/Pflanze. Im Sortenmittel lag der Zuwachs in Brixen 20 Prozent über den Werten von Innsbruck und in Rinn um etwa 30 Prozent tiefer als in Innsbruck (Tabelle IX).

Im Gegensatz zum „begünstigten Normaljahr 1971“ war die Witterung 1972 durchwegs ungünstig und bot die gewünschten Kontrastvarianten. Wie aus Abbildung 2 b ersichtlich, lagen die Mitteltemperaturen anfangs im verregneten Brixener Raum zwischen 8 und 10 Grad, wogegen im föhnbestrichenen Innsbrucker Raum schon bald nicht mehr 6 Grad, sondern 12 bis 13 Grad im Mittel und Maxima um 20 Grad registriert wurden. Ende April 1972 und Mitte Mai traten in Rinn und sogar auch in Brixen Fröste um –1 Grad auf. In der Folge blieben die Tagestemperaturen in Brixen und Innsbruck im Mittel um 12 bis 14 Grad, in Rinn zwischen 8 und 10 Grad. Die Tagesmittelwerte stiegen erst gegen Ende Mai

auf 14 bis 16 Grad an. In den ersten 28 Tagen der Vegetationsperiode 1972 errechneten wir

<i>als Temperaturmittelwert:</i>			<i>als mittlere Extreme:</i>	
für Brixen			mittl. Maximum	21,2 °
	(2 m)	11,0 °	(10 cm)	
	(10 cm)	11,5 °	mittl. Minimum	5,8 °
	(Boden)	12,2 °		
	(3 cm)			
für Innsbruck			mittl. Maximum	19,0 °
	(2 m)	11,0 °	(10 cm)	
	(10 cm)	11,4 °	mittl. Minimum	6,0 °
	(Boden)	12,0 °		
für Rinn			mittl. Maximum	16,2 °
	(2 m)	9,8 °	mittl. Minimum	4,2 °
	(10 cm)	10,0 °	(10 cm)	
	Boden um	9,0 °		

Dieses geringe Wärmeangebot verzögerte das Auflaufen aller Sorten um 1 bis 4 Tage gegenüber 1971. Sie erschienen in Brixen nach 11 bis 12 Tagen, in Innsbruck nach 11 bis 13 Tagen bzw. 16 Tagen (A. H. 266, Maya 275) und in Rinn erst nach 17 bis 23 Tagen.

Auch die Trockensubstanzbildung stagnierte, sodaß die einzelnen Pflanzensorten nur zwischen 150 bis 300 mg Zuwachs in 28 Tagen erreichten. Die einzelnen Sortenwerte sind in Abb. 2 b enthalten und in Tabelle IX zahlenmäßig und prozentuell verglichen. Im Zusammenhang mit den Photosyntheseuntersuchungen und Zuwachsmessungen bestimmten wir auch die Flächenentwicklung der Gesamtpflanzen nach 28 Tagen. Die Maispflänzchen hatten 1971 in Brixen im Mittel

155–110 qcm Fläche

(A. H. 390 = 135 qcm,

A. H. 266 = 155 qcm,

A. H. 290 = 130 qcm

INRA 258 115, Maya 110 qcm)

entwickelt, in Innsbruck um 25 bis 45 Prozent weniger (100–60 qcm) und in Rinn nur mehr 45 bis 72 qcm ausgebildet.

Im Kaltjahr 1972 hatten alle Sorten in Innsbruck und Brixen nur Flächenwerte von 30 bis 42 qcm pro Pflanze angelegt und die Pflanzen in Rinn gerade 1 bis 2 Blätter entfaltet. Die wuchskräftigeren Sorten A. 390, 290, INRA 258 brachten es gerade noch auf 13 bis 17 qcm pro Pflanze und Maya 275 und A. H. 266 nur mehr auf 8 bis 13 qcm.

Aus dieser sortentypischen Flächenentwicklung und den Trockensubstanzwerten nach 4 bis 8 Wochen ließ sich schon bald erkennen, daß in mittleren und ungünstigen Jahren in 900 m Höhe eher Austria Hybrid 290 und 390 und INRA 258 für Silomaisbau geeignet sind, als Austria Hybrid 266 und die italienische Sorte Maya 275, weil letztere in der Entwicklung zurückbleiben und trotz gleicher Saatkornbeizung in 20 bis 23 Tagen langer Auflaufperiode öfter Pilzschäden zeigen.

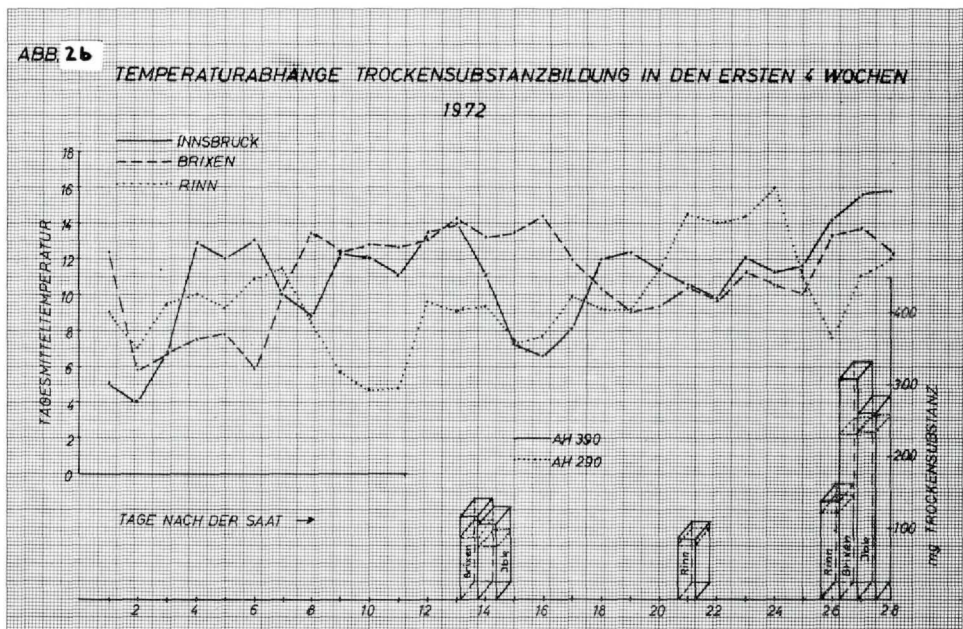
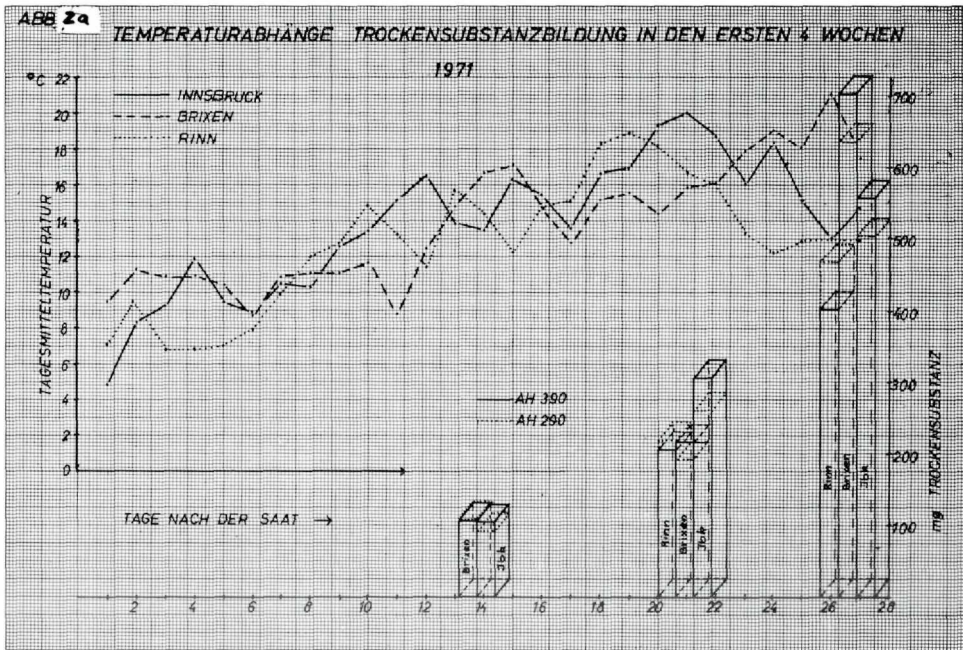


TABELLE IX
 Maisjungwuchs
 Jungmaistrockensubstanzwerte nach 4 Wochen (mg/Pflanze)

	Brixen		Innsbruck		Rinn	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
AH 390						
mg	702	308	556	261	402	138
% ¹	= 100 %	44,9	79,2	37,2	57,3	19,6 %
% ²	126,2	55,4	= 100 %	46,9	72,3	24,8 %
AH 290						
mg	645	230	504	233	467	121
%	= 100 %	35,6	78,1	36,1	72,4	18,7
%	128,0	45,6	= 100 %	46,2	92,6	24,0
INRA 258						
mg	566	204	379	254	384	133
%	= 100 %	36,0	66,9	44,9	67,8	20,0
%	149,3	53,8	= 100 %	67,0	101,3	29,8
MAYA 275						
mg	486	173	423	207	340	82
%	= 100 %	35,6	87,0	42,6	69,9	16,9
%	114,9	40,9	= 100 %	48,9	80,4	19,4
AH 266						
mg	539	199	381	174	254	78
%	= 100 %	36,9	70,7	32,3	47,1	14,5
%	141,5	52,2	= 100 %	45,7	66,6	20,5

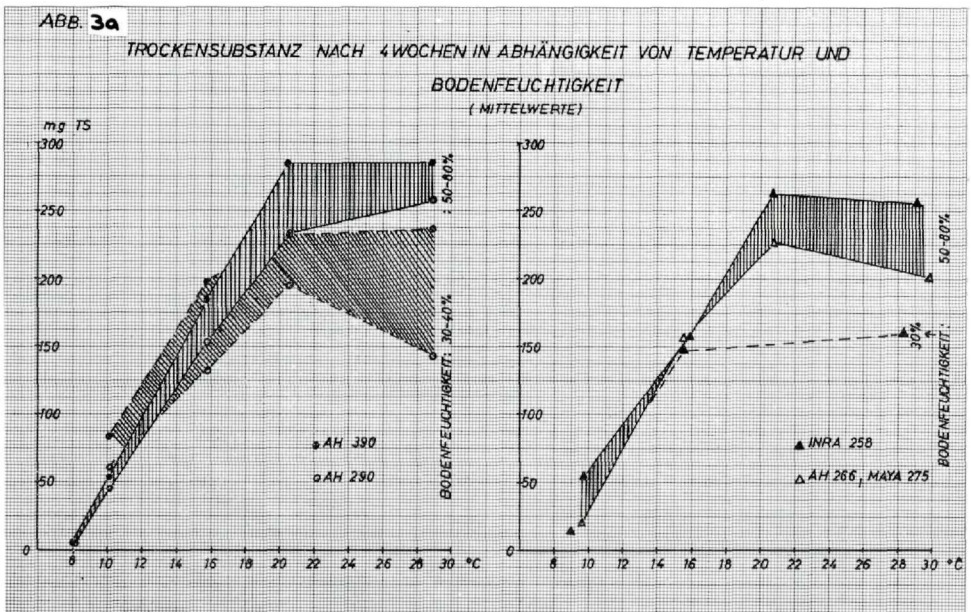
Im Maisbau wird dem sehr temperaturabhängigen Jugendwuchs seit langem große Beachtung geschenkt, G. Crösmann (1967), H. Walther (1972), J. Caputa (1965), R. Koblet (1965), F. Franke (1967), Germ und Kietreiber (1954, 1965) arbeiteten darüber und nannten als Minimum der Keimungstemperatur 5 bis 8 (10) Grad. Auch E. Winkler (1965) fand, daß der Zuwachs nach 4 Wochen bei Bodentemperaturen um 7,8 Grad unbedeutend bleibt und die Jugendentwicklung erst ab 10 Grad (9,6 Grad) sinnvolle Ergebnisse liefert. L. Gamper entschloß sich nach dem Studium der umfangreichen Literatur über „Cold tests“ mit unseren Sorten gezielte Keimversuche in Kühlschränken und Wärmeschränken durchzuführen und richtete Serien für $5,5 \pm 0,3$ Grad, 6, 7, 8, 9, 10, 13,9, 15,5, 16,2, 20,3, 21, 21,8, 28,2, 29,7, $36 \pm 0,5$ Grad in den Jahren 1971 bis 1973 ein. Sie verwendete stets das gleiche Substrat von 50 Prozent Feinerde, 30 Prozent Sand und 20 Prozent Torf (pH 6,5 und konstant 50 ± 2 Prozent kapillarer Wassersättigung) und beleuchtete die Jungpflanzen mit 9.000 bis 11.000 Lux (Philips-140-Watt-Lampen) täglich 10 Stunden lang. Die Thermostaten hielten die Temperatur in der angestrebten Stufe auf $\pm 0,3$ Grad (0,5 Grad). Wir hielten die Pflanzen 1971 bei 50 Prozent der vollen Wasserkapazität und 1972/73 auch bei 30 Prozent und 80 Prozent der vollen WK.

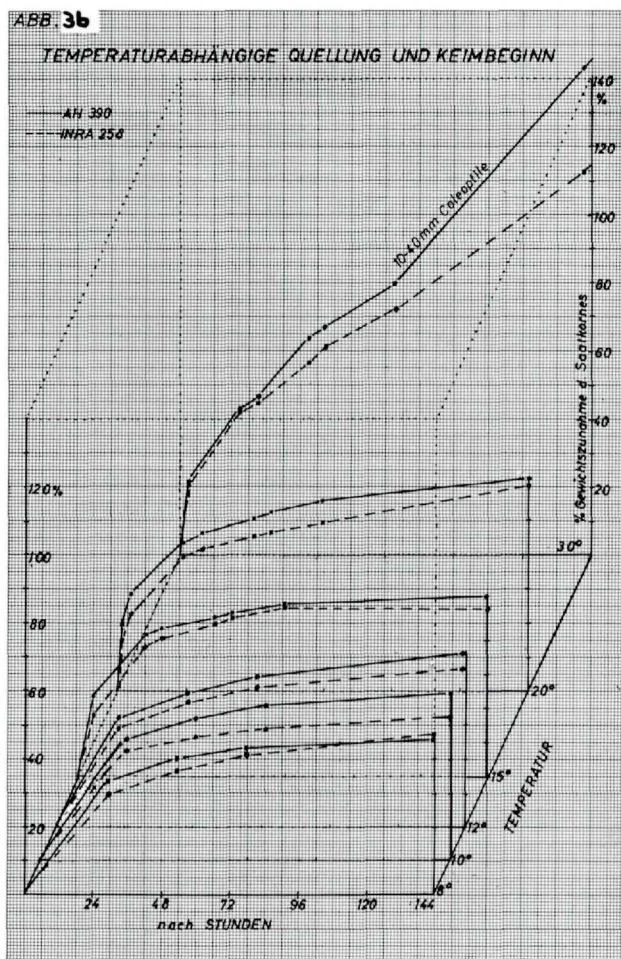
¹ Die Sortenerträge von Brixen 1971 wurden als 100 Prozent gesetzt.

² Die Sortenerträge von Innsbruck 1971 wurden als 100 Prozent gesetzt. Werden die Sortenerträge von Innsbruck² bzw. Brixen¹ jeweils als 100 Prozent gesetzt, so können Ertragsunterschiede der Sorten von Innsbruck, Rinn und Brixen direkt prozentuell herausgelesen werden.

Von allen Sorten keimte bei der Lufttemperatur 5,5 Grad und Bodentemperatur $4,5 \pm 0,5$ Grad nur Austria Hybrid 390. 50 Prozent der Körner hatten nach drei Wochen 0,5 bis 1 mm lange Wurzeln und Koleoptilen, waren aber durch die niedrige Temperaturstufe doch in der Wuchskraft beeinträchtigt; nur 60 Prozent von diesen gekeimten Körnern entwickelten sich bei Überführung in 20 Grad normal weiter, der Rest hatte Pilzbefall. Erst die $7 \pm 0,3$ -Grad-Serie brachte bessere Ergebnisse. Je 20 Körner von A. H. 290 und 390 begannen nach 10 Tagen – in den verwendeten Glasschalen durch randliche Anordnung gut sichtbar – zu keimen, hatten nach 20 Tagen 1,4 mm lange Würzelchen und nach 4 Wochen 5 bis 6 mm lange Wurzeln entwickelt. Bei INRA 258 keimten 70 Prozent ähnlich schwach, bei A. H. 266 nur mehr 40 Prozent, bei der italienischen offenbar warm adaptierten Sorte Maya 275 keine einzige Pflanze. In der 8-Grad-Serie keimten A. H. 290 und 390 nach 7 Tagen sichtbar und bildeten in 4 Wochen 7 bis 10 mm lange Wurzeln aus. Die im Freiland häufige 10-Grad-Temperaturstufe brachte bessere Ergebnisse, nach 20 Tagen fand L. Gamper Wurzeln mit 8 bis 10 mm Länge, nach 28 Tagen hatten die Wurzeln 20 bis 35 mm Länge.

Da neben der enzymatisch gesteuerten Keimlings- und Wurzelentwicklung sicher auch temperaturabhängige Quellungsvorgänge besonders in den ersten Tagen eine Rolle spielten, setzte L. Gamper von jeder Sorte je 20 Körner bei 8 Grad, 10 Grad, $12 \pm 0,2$ Grad, 15, 20, $30 \pm 0,3$ Grad auf feuchtem Filterpapier der Quellung aus und wog sie nach 24, 48, 72, 96 und 120 Stunden (nach sorgfältiger Abtrocknung). Abbildung 3 demonstriert die prozentuelle Gewichtszunahme der Sorten Austria





Hybrid 390 und INRA 258 in Abhängigkeit von der Temperaturstufe. Die Wasseraufnahme betrug bei 8 und 10 Grad nach 72 Stunden erst 44 Prozent (A. H. 390) bzw. 38 Prozent (INRA) des Ausgangsgewichtes, stieg bei 15 Grad auf 50 Prozent und bei 20 Grad auf 57 Prozent des Ausgangswertes an. In der 30-Grad-Serie fanden wir Gewichtszunahmen von 78 Prozent und 72 Prozent, allerdings hatten die Körner hier schon sichtlich gekeimt.

Abbildung 3 zeigt die Trockensubstanzbildung innerhalb 4 Wochen in Abhängigkeit von der Temperatur und vom Bodenwassergehalt, worüber auch schon A. Winkel (1961) berichtet hat. Die Ertragswerte unserer 5 Sorten lagen bis 12 Grad nahe beisammen um 50 bis 100 mg. Der Ertrag stieg bei 16 und 20 Grad Versuchstemperatur steil an, blieb aber dann bis 30 Grad infolge starker assimilationsverbrauchender Atmungstätigkeit etwa gleich hoch. Hierbei waren die Versuchs-

glieder mit 50 bis 80 Prozent Bodenwassergehalt bessergestellt (250 bis 300 mg Endertrag). Bei nur 30 bis 40 Prozent Bodenfeuchte wird ab 16 bis 20 und 30 Grad mehr Wurzelmaterial gebildet, die Blattflächenentwicklung läuft langsamer und geringere Stoffproduktion ist nach 4 Wochen die, vorerst überraschende, Folge (150 bis 220 mg Endertrag).

Bei jedem Feldversuch wirken sich nicht nur Temperaturschwellen aus, sondern auch der Andauer niederer Temperaturwerte kommt hohe Bedeutung zu. Da wir ja in Innsbruck 1971 und 1972 über geschlossene elektrische Registrierungen der Bodentemperatur in 3 cm Tiefe und der Lufttemperatur in 10 cm Höhe verfügten, konnte L. Gamper in mühsamer Ablesearbeit ermitteln, wieviele Stunden Temperaturen unter 10 Grad hemmend wirkten, wie viele Stunden auf den fördernden Bereich von 10,1 bis 20 Grad entfielen und wie wenige Stunden optimaler Wuchs bei 20,1 und mehr Grad möglich war.

Für die ersten 4 Wochen nach der Saat ergaben sich 1971 und 1972 folgende Werte aus der stundenweisen Auszählung in Innsbruck:

	hemmend (unter 10°)		fördernd (10 bis 20°)		optimal (über 20°)	
	Boden 3 cm tief	Luft 10 cm	Boden	Luft	Boden	Luft
1971	153	205	362	311	157	156
Stunden	= 22,7 %	30,5 %	53,9 %	46,3 %	23,4 %	23,2 %
1972	258	309	341	291	73	72
Stunden	= 38,4 %	46,0 %	50,7 %	43,3 %	10,9 %	10,7 %

Demnach waren die Temperaturverhältnisse in Innsbruck im günstigen Jahr 1971 für das Wachstum innerhalb der ersten 4 Wochen nur in 23 Prozent aller Stunden optimal, in 54 bis 46 Prozent (Luft) der Zeit fördernd und in 23 bis 30 Prozent der Zeit hemmend. Im kühlen Jahr 1972 wirkten sich sogar in 38 bis 46 Prozent aller Stunden hemmende Temperatureffekte stark retardierend aus, sodaß Wachstum, Photosynthese und Stoffproduktion bescheiden blieben. Im Innsbrucker Raum bringt auch frühes Setzen wenig ein. Im durchschnittlichen Frühjahr von 1970 ergaben sich folgende Temperaturschwellen vom 22. April bis 19. Mai 1970:

Boden 3 cm tief	hemmend		Boden 3 cm tief	fördernd		Boden 3 cm tief	optimal	
	Luft 10 cm			Luft 10 cm			Luft 10 cm	
unter 8°	8–10°	unter 8°	8–10°	10–15	15–20	10–15	15–20	20–25 über 25°
141 h	77	245	119	200	128	159	90	84 42 54 5 h
21 %	11,5	36,5	17,7	29,8	19,0	23,7	13,4	12,5 6,2 8,0 0,7 %

Die Bodentemperaturen hemmten das Wachstum 1970 also in 32,5 Prozent aller Stunden, die Lufttemperaturen in der 10-cm-Zone sogar in 54,2 Prozent aller Stunden merklich. Abschließend können wir also feststellen, daß die Jungpflanzenentwicklung 1971 in Brixen – wie auch im ähnlich warmen Wiener Raum – optimal war und in Innsbruck noch gut verlief, aber 1970 und 1972 in Brixen und Innsbruck durch geringe Bodentemperaturen im 10-Grad-Bereich behindert wurde. Der

Jungpflanzenaufwuchs wurde in der 900-m-Zone in Rinn schon 1971 behindert und 1972 sehr verlangsamt.

Silomaisbau sollte in kühlen Tallagen und Hochlagen um 900 m nur dann betrieben werden, wenn die Bodentemperaturen in 3 cm Tiefe im Mai mindestens 9 bis 10 Grad beträgt und im Juni 12 Grad und mehr erreicht.

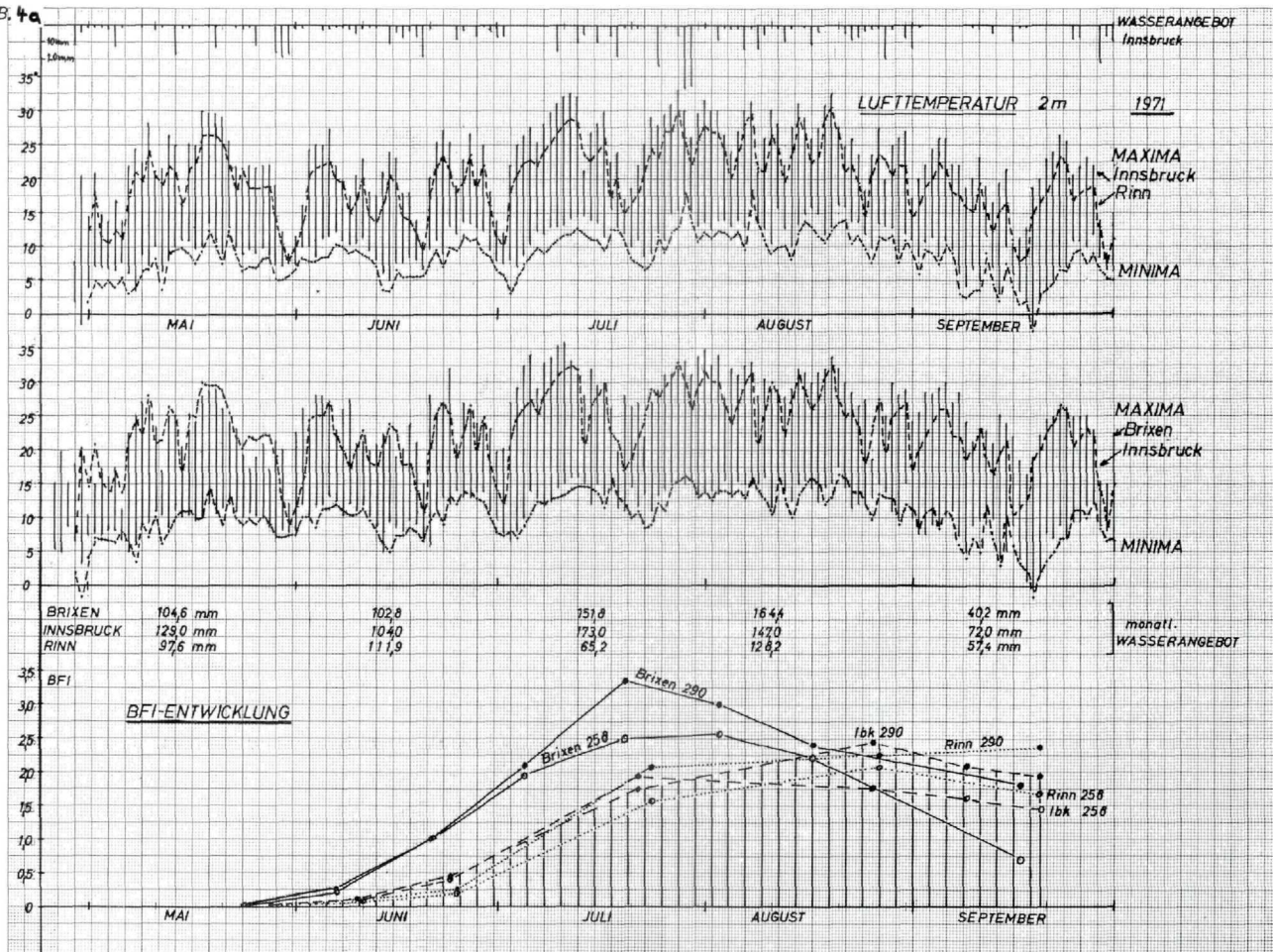
B Stoffproduktion von der 5. bis 17. Woche:

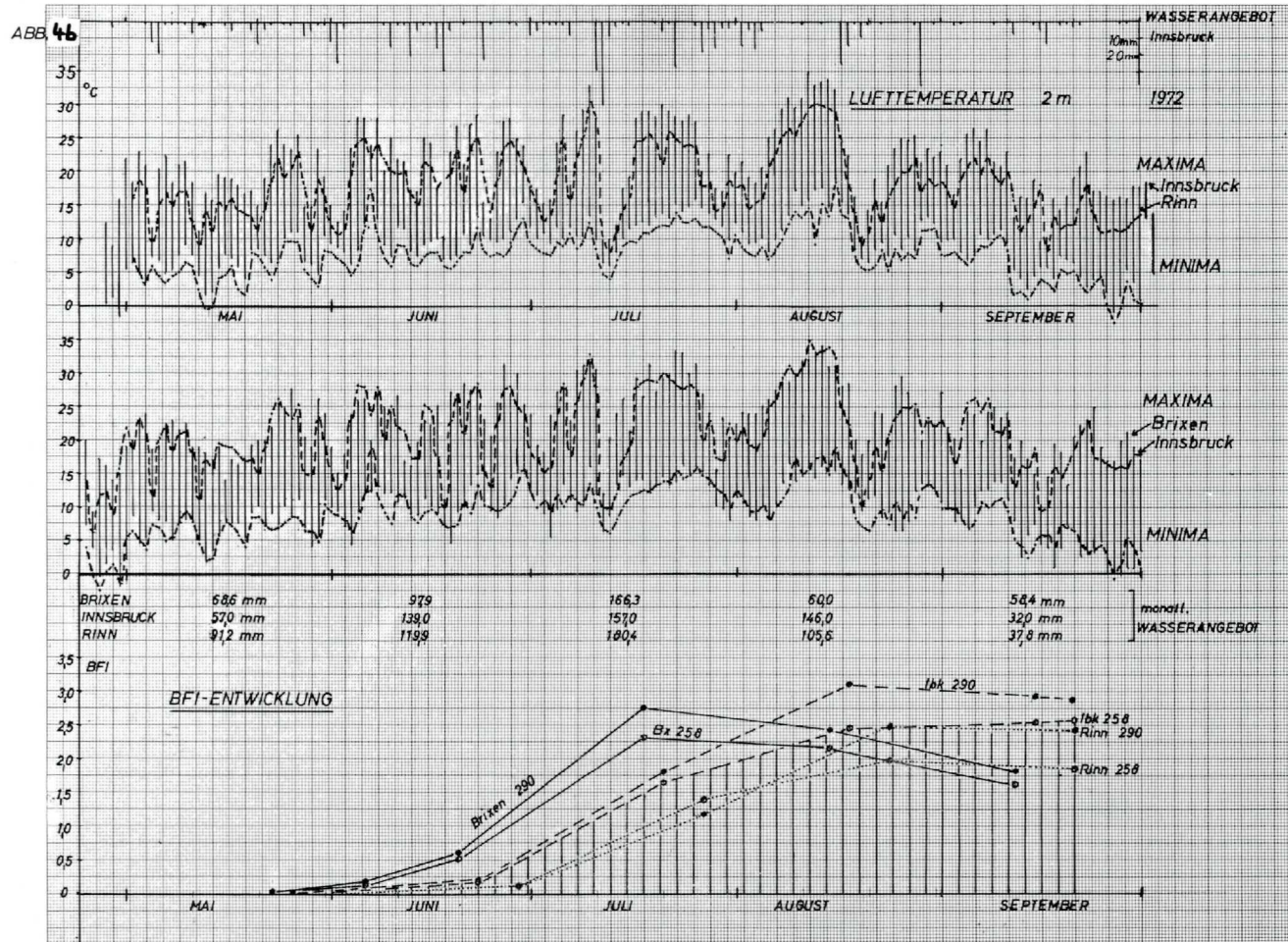
Die Frischgewicht- und Trockengewichtsentwicklung verlief 1971 und 1972 in Brixen — Innsbruck — Rinn unterschiedlich und soll als Beispiel für günstige und ungünstige Jahre dienen. Nach guter Jugendentwicklung im warmen Monat Mai 1971 verlief die weitere Ausdifferenzierung an allen drei Standorten auch im kühleren, wie üblich nassen Juni noch gut weiter, wogegen im nassen Juni 1972 die schon zögernde Jugendentwicklung von Mai 1972 gebremst weiterging und die Pflanzen in Rinn merklich zurückblieben. Abbildung 4 a und 4 b präsentieren die Temperaturverhältnisse in beiden Jahren und zeigten eindeutig, wie die Blattflächenentwicklung im warmen Juli 1971 besonders in Brixen beiden anderen Standorten voraneilte. Die Maispflanzen in Innsbruck und Rinn erreichten erst im August und September das Niveau von Brixen. Die ausreichend großen Blattflächen von 35 bis 45 qdm pro Pflanze sicherten hohe Stoffproduktion in Brixen und Innsbruck und brachten auch gute Erträge in Rinn. 1972 blieb die Stoffproduktion bei um 20 bis 30 Prozent verringerter Blattfläche überall zurück, die einzelnen Maissorten wurden in Innsbruck nur zähreif bis teigreif (Korn-W.G. 48 bis 52 Prozent) und in Rinn sogar teilweise milchig (A. H. 390) bis teigreif (Gesamtpflanzen-W.G. 80 bis 84 Prozent).

Wie aus Tabelle X ersichtlich, waren die Gesamt-Trockengewichte aller Sorten in Brixen bei der Ernte am 22. September 1971 etwas größer als in Innsbruck am 30. September, der Reifezustand deutlich besser. Setzt man das Gesamttrockengewicht der guten Sorten A. H. 390 in Brixen 1971 gleich 100 Prozent, so erzielten wir in Innsbruck 1971 zwischen 64 Prozent und 82 Prozent und in Rinn nur mehr 48 bis 78 Prozent (A. H. 290) als temperatur- und sortenbedingten Minderertrag. Im Kaltjahr 1972 brachte die Ernte in Brixen nur mehr 73 bis 83 Prozent der Vorjahreserträge, in Innsbruck 71 bis 82 Prozent und in Rinn sogar nur mehr 39 bis 50 Prozent (A. H. 290) an Gesamttrockengewicht.

Der mittlere Frischgewichts-Endertrag lag 1971 zwischen 614 und 1081 Gramm pro Pflanze, also zwischen 365 und 643 kg/ar, meist zwischen 400 und 600 kg/ar (etwa auch dz/ha) und blieb in Rinn infolge der Reifeverzögerung bei den Sorten 390/290 relativ hoch. Aus den Frischgewichtswerten und den noch wichtigeren Trockensubstanzwerten konnten wir eindeutig schließen, daß als *Silomais*sorten in der 900-m-Grenzzone von Rinn (Axams, Götzens) in mittleren Jahren nur die Sorten A. H. 290, INRA 258 und eventuell A. H. 390 passend sind — die eventuell in günstigen Jahren wie 1971, 1964 noch bessere Erträge liefern — und A. H. 266

ABB. 4a





und Maya 275 immer merklich geringere Erträge geben. Die Frostgefahr ist in der 900-m-Zone ab Ende September in Tirol oft gegeben. 1971 beendete ein Schwachfrost von $-1,5$ Grad am 18. September die Vegetationszeit, desgleichen am 26. September 1972 mit -2 Grad. Die Blätter froren an, teilweise froren sie am Feldrand ab, Sproß und Kolben wurden nicht beschädigt.

TABELLE X
Frisch- und Trockengewichtsentwicklung 1971 (gr/Pflanze)

Brixen		4 Wochen	8 Wochen	12 Wochen	16 Wochen ¹	Ernte	:	relativ
390	FG	7,69	132,76	603,9	988,5	871,8	=	100 %
	TG	0,702	10,9	80,7	218,5	354,4	=	100 %
290	FG	7,10	153,50	654,2	961,6	839,9	=	96,3 %
	TG	0,645	13,81	88,8	200,8	359,9	=	101,6 %
258	FG	6,14	140,28	673,6	934,0	666,4	=	76,4 %
	TG	0,566	12,69	90,5	214,8	280,3	=	79,1 %
275	FG	5,78	107,46	585,8	1105,4	629,8	=	72,2 %
	TG	0,486	9,43	85,8	261,3	281,7	=	79,5 %
266	FG	5,70	129,04	662,4	1021,3	753,1	=	86,4 %
	TG	0,539	12,13	90,9	246,7	326,8	=	92,2 %
Innsbruck								
390	FG	4,77	45,74	359,7	703,9	851,7	=	97,7 %
	TG	0,556	4,85	39,9	124,6	283,3	=	79,9 %
290	FG	3,90	62,53	343,7	894,6	810,6	=	93 %
	TG	0,504	7,31	40,9	206,5	291,1	=	82,1 %
258	FG	3,35	49,06	476,5	669,8	714,6	=	82 %
	TG	0,379	5,54	59,6	159,0	255,5	=	72,1 %
275	FG	3,54	37,43	443,4	611,7	613,9	=	70,4 %
	TG	0,423	4,22	69,7	152,9	228,0	=	64,3 %
266	FG	2,96	68,4	636,7	952,5	765,6	=	87,8 %
	TG	0,381	4,95	76,0	221,0	256,2	=	72,3 %
Rinn								
390	FG	3,45	28,76	461,3	1140,2	1046,1	=	120,0 %
	TG	0,402	2,87	49,1	189,5	235,7	=	66,5 %
290	FG	3,99	29,18	523,7	1241,4	1081,3	=	124,0 %
	TG	0,467	3,31	59,5	242,5	277,7	=	78,4 %
258	FG	3,40	23,70	456,0	1003,3	767,7	=	88,1 %
	TG	0,384	2,62	52,6	180,3	207,9	=	58,7 %
275	FG	2,80	17,38	241,6	789,0	674,9	=	77,4 %
	TG	0,340	1,99	25,6	120,9	170,9	=	48,2 %
266	FG	2,07	16,48	262,1	1043,2	661,3	=	75,8 %
	TG	0,254	1,85	27,9	176,9	179,5	=	50,6 %

Der für die Landwirtschaft noch wichtigere *Kornertrag* lag 1971 — wie Tabelle XI sortenweise aufgeschlüsselt angibt — sehr hoch, erreichte in Brixen (mit 16 Prozent Wassergehalt berechnet) zwischen 122 und 93 kg/ar, in Innsbruck auch noch zwischen 76 und 86 kg/ar und war auch in Rinn bei INRA 258 mit 50,9 kg/ar, bei A. H. 266 mit 48,6 kg/ar passabel, aber bei A. H. 290 mit rund 36 kg und A. H. 390 mit rund 27 kg/ar zu gering. Die Sorten fielen im kühlen Jahr 1972 in Brixen auf 79 bis 96 Prozent dieser Werte ab und lagen zwischen 77,8 bis 93 kg Korn

¹ Die Werte für Innsbruck und Rinn sind nach 17 Wochen bestimmt worden.

TABELLE X
Frisch- und Trockengewichtsentwicklung 1972 (gr/Pflanze)

Brixen		4 Wochen	8 Wochen	12 Wochen	16 Wochen ¹	Ernte	:	relativ
390	FG	3,47	103,7	637,5	850,7	829,4	=	95,1 %
	TG	0,308	9,16	75,4	171,8	295,7	=	83,4 %
290	FG	2,40	84,2	580,6	933,3	854,8	=	98,1 %
	TG	0,230	8,33	78,2	203,4	295,1	=	83,3 %
258	FG	2,31	70,9	612,2	875,0	647,7	=	74,3 %
	TG	0,204	7,46	75,2	191,0	260,7	=	73,6 %
275	FG	1,91	49,4	603,5	869,2	672,1	=	77,1 %
	TG	0,173	4,67	75,2	173,9	268,1	=	75,6 %
266	FG	2,30	56,4	685,6	1024,2	769,4	=	88,2 %
	TG	0,199	5,65	78,1	206,8	289,5	=	81,7 %
innsbruck								
390	FG	2,58	29,71	285,8	862,2	858,5	=	98,5 %
	TG	0,261	2,93	29,4	139,1	253,1	=	71,4 %
290	FG	2,08	30,62	293,1	983,3	1018,3	=	116,8 %
	TG	0,233	3,32	32,5	166,0	290,7	=	82,0 %
258	FG	2,27	22,30	347,1	916,6	916,2	=	105,1 %
	TG	0,254	2,46	38,9	150,4	259,3	=	73,2 %
275	FG	1,92	21,58	239,9	725,7	879,9	=	100,9 %
	TG	0,207	2,17	24,2	117,0	251,7	=	71,0 %
266	FG	1,71	33,75	341,4	1099,5	1045,3	=	119,9 %
	TG	0,174	3,56	36,0	176,4	279,9	=	79,0 %
Rinn								
390	FG	1,44	13,08	146,8	613,9	883,1	=	101,3 %
	TG	0,137	1,19	13,7	88,3	143,3	=	40,4 %
290	FG	1,19	14,94	214,7	667,9	993,2	=	113,9 %
	TG	0,121	1,42	20,5	109,8	178,7	=	50,4 %
258	FG	1,16	13,36	202,4	665,8	904,8	=	103,8 %
	TG	0,113	1,34	22,9	101,2	172,0	=	48,5 %
275	FG	0,79	11,11	104,9	618,3	815,8	=	93,6 %
	TG	0,082	1,17	11,4	81,5	139,1	=	39,2 %
266	FG	0,75	7,80	161,6	698,0	964,7	=	110,6 %
	TG	0,077	6,87	17,7	92,0	158,7	=	44,8 %

Tabelle XI
Korntrag kg/ar (mit 16 Prozent Wassergehalt) 1971–1974:

Temperatur- summe V–IX	2581° 1971	2383° 1971	2011° 1971	2333° 1972	2177° 1972	2346° 1973	2278° 1974
	Brixen	Innsbruck	Rinn	Brixen	Innsbruck	Innsbruck	Innsbruck
AH 390 relat. kg/ar	113 % 110,3 ± 3,7	89 % 86,7 ± 3,5	27 % 26,7 ± 2,0	96 % 93,5 ± 3,5	73 % 71,6 ± 2,5	100 % 97,9 ± 2,1	73 % 71,8 ± 2,5
W.G. %	34,1	41,2	76,5	39,4	49,9	44,1	48,4
AH 290 kg/ar	125 % 122,3 ± 6,2	86 % 84,2 ± 3,4	37 % 35,8 ± 1,2	80 % 78,3 ± 2,5	64 % 62,3 ± 3,5	116 % 113,8 ± 4,0	79 % 77,9 ± 2,9
W.G. %	33,4	41,8	68,2	36,1	52,2	42,0	46,3
INRA 258 kg/ar	95 % 92,7 ± 2,3	88 % 86,2 ± 4,0	52 % 50,9 ± 2,2	89 % 86,7 ± 3,9	65 % 63,7 ± 3,2	106 % 103,7 ± 3,0	
W.G. %	30,0	31,4	57,9	37,1	48,3	37,1	
Maya 275 kg/ar	102 % 99,7 ± 5,8	77 % 75,8 ± 4,2	35 % 34,1 ± 2,5	79 % 77,8 ± 4,9	59 % 57,4 ± 3,8	92 % 90,3 ± 3,1	
W.G. %	30,5	36,7	67,7	37,4	49,4	39,3	
AH 266 kg/ar	101 % 99,0 ± 2,2	87 % 85,4 ± 1,8	50 % 48,6 ± 2,1	84 % 81,9 ± 2,5	60 % 58,5 ± 2,1	98 % 95,9 ± 3,0	= Relativ- zahl
W.G. % (Wassergehalt)	26,1	37,3	56,4	35,7	50,1	40,4	

TABELLE XII:

Produktionsanalyse und Erträge verschiedener Maissorten in Tirol (1964 bis 1974)

Monate	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Su. V–IX
<i>Innsbruck 1964 (600 m):</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	14,9	18,3	18,6	16,7	14,3	<i>optimal</i>
Temperatursumme	471	558	588	523	439	= 2579° = 100 %
Regen mm	55	112	92	138	57	= 454 mm = 100 %
Sonnenscheindauer (Stunden)	213	203	250	212	216	= 1094 h = 100 %
Strahlung (cal/qcm Mon.)	14.784	14.243	14.887	11.759	10.508	= 66.181 cal/qcm = 100 %
<i>Innsbruck 1965:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	12,0	16,9	17,2	16,3	13,7	<i>kalt!</i>
Temperatursumme	378	510	542	515	415	= 2360° = 91,5 %
Regen mm	124	149	119	101	113	= 606 mm = 133 %
Sonnenscheindauer	132	196	194	203	187	= 912 h = 83 %
Strahlung	11.784	14.159	13.764	12.283	10.124	= 62.114 cal/qcm = 93,8 %
<i>Innsbruck 1966:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	13,5	17,4	16,2	14,9	15,4	<i>kühl!</i>
Temperatursumme	418	522	502	462	462	= 2366° = 91,7 %
Regen mm	150	144	243	288	53	= 878 mm = 193 %
Sonnenscheindauer	200	207	176	159	215	= 957 h = 87,5 %
Strahlung	13.245	14.666	12.340	10.316	10.709	= 61.276 cal/qcm = 92,6 %
<i>Innsbruck 1970:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	11,6	18,0	17,8	17,2	15,4	(Mai kalt!)
Temperatursumme	361	540	552	533	462	= 2448° = 94,9 %
Regen mm	37	103	133	246	76	= 595 mm = 131 %
Sonnenscheindauer	150	221	224	182	219	= 996 h = 91 %
Strahlung	12.244	14.986	14.737	11.444	10.702	= 64.113 cal/qcm = 96 %
<i>Innsbruck 1971:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	14,0	14,6	18,4	18,6	12,2	<i>günstig!</i>
Temperatursumme	433	437	571	577	365	= 2383° = 92,4 %
Regen mm	75	93	138	147	72	= 525 mm = 115 %
Sonnenscheindauer	194	175	286	250	216	= 1121 h = 103 %
Strahlung	13.656	13.018	16.282	13.939	10.657	= 67.552 cal/qcm = 102 %
<i>Innsbruck 1973:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	13,2	15,6	16,2	18,0	13,7	<i>günstig!</i>
Temperatursumme	410	468	502	555	411	= 2.346° = 91 %
Regen mm	90	107	120	93	86	= 496 mm = 109 %
Sonnenscheindauer	222	186	166	238	189	= 1.001 h = 91,5 %
Strahlung	14.460	12.854	12.120	13.114	9.524	= 62.072 cal/qcm = 94 %
<i>Innsbruck 1974:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	11,7	14,0	17,0	18,2	13,5	<i>kalt</i>
Temperatursumme	362	420	527	564	405	= 2.278° = 88,3 %
Regen mm	60	95	107	94	136	= 492 mm = 108 %
Sonnenscheindauer	169	170	235	251	197	= 1.022 h = 93,4 %
<i>Axams (870 m) 1964:</i>						
Mon.-Mittel-Temp.	11,9	15,9	16,4	14,6	12,7	<i>günstig!</i>
Temperatursumme	378	489	522	462	390	= 2.241° = 86,9 %
Regen mm	56	124	75	166	62	= 483 mm = 106 %
Sonnenscheindauer (Stunden)	235	231	268	221	228	= 1.183 h = 108 %
Strahlung (Rinn)	13.829	14.140	14.415	10.790	10.574	= 63.748 cal/qcm = 96 %

Ertrag	Sorten:				Pflanzweite	
Innsbruck 1964	Pitztaler	H 272	H 61	H 470	(60 × 40 cm)	
Ges. Frischgewicht	761	1058	1253	1422	g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	338	440	527	578	g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	146,7	148,4	191,6	193,1	g/Pflanze	Sortenmittel
Korn (+ 16 %) kg/ar	72,0	73,0	94,0	94,6	= 83,4 kg/ar = 100 %	
Silomasse kg/ar	379	504	564	564	= 503 kg/ar = 100 %	
Innsbruck 1965	Pitztaler	A 266	A 290	H 470	(60 × 40 cm)	
Ges. Frischgewicht	721	1377	1328	1352	g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	279	436	402	340	g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	129,2	148,4	122,8	82,0	g/Pflanze	Sortenmittel
Korn kg/ar	63,3	72,7	60,2	40,2	= 59,1 kg/ar = 70,9 %	
Silomasse kg/ar	289	507	490	490	= 444 kg/ar = 88,3 %	
Innsbruck 1966	A 390	A 266	A 290	H 470	(60 × 40 cm)	
Ges. Frischgewicht	1268	1138	1189	1248	g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	414	422	438	393	g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	138	157	169	123	g/Pflanze	Sortenmittel
Korn kg/ar	67,6	77,1	82,6	60,5	= 71,9 kg/ar = 86,2 %	
Silomasse kg/ar	467	453	500	469	= 472 kg/ar = 93,9 %	
Innsbruck 1970	INRA 258	A 266	A 290	A 390	(60 × 40 cm)	
Ges. Frischgewicht	615	621	—	869	g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	219	223	—	282	g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	94,3	95,1	—	109,7	g/Pflanze	Sortenmittel
Korn kg/ar	46,2	46,6	—	53,7	= 48,8 kg/ar = 59 %	
Silomasse kg/ar	253	256	—	358	= 289 kg/ar = 57,5 %	
Innsbruck 1971	INRA 258	A 266	A 290	275	A 390	(70 × 24 cm!)
Ges. Frischgewicht	715	766	810	614	852	g/Pflanze
Ges. Trockengewicht	256	256	291	228	283	g/Pflanze
Korn-Trockengewicht	121,7	120,5	118,9	107	122,4	g/Pflanze
Korn kg/ar	86,2	85,4	84,2	75,8	86,7	= 83,7 kg/ar = 100,3 %
Silomasse kg/ar	371	516	494	344	462	= 437 kg/ar = 87 %
Innsbruck 1973	INRA 258	A 266	A 290	275	A 390	(70 × 24 cm)
Ges. Frischgewicht	1158	1031	1229	969	1055	g/Pflanze
Ges. Trockengewicht	395	341	423	332	352	g/Pflanze
Korn-Trockengewicht	146,5	135,4	160,7	127,5	138,2	g/Pflanze
Korn kg/ar	103,7	95,9	113,8	90,3	97,9	= 100,3 kg/ar = 120 %!
Silomasse kg/ar	617	549	662	517	557	= 580 kg/ar = 115 %
Innsbruck 1974			A 290		A 390	(70 × 24 cm)
Ges. Frischgewicht			919		889	g/Pflanze
Ges. Trockengewicht			304,5		274,1	g/Pflanze
Korn-Trockengewicht			109,5		101,4	g/Pflanze
Korn kg/ar (+ 16 % H ₂ O)			77,6		71,8	= 74,7 kg/ar = 89 %
Silomasse kg/ar			464		450	= 457 kg/ar = 91 %
Axams 1964	Pitztaler	H 272	A 290	A 390	H 470	(60 × 40 cm!)
Ges. Frischgewicht	835	1039	1256	1412	1377	g/Pflanze
Ges. Trockengewicht	305	378	436	452	456	g/Pflanze
Korn-Trockengewicht	122,3	131,6	161,1	153,1	147,7	g/Pflanze
Korn kg/ar	59,9	64,5	78,9	75,0	69,5	= 69,6 kg/ar = 83,4 %
Silomasse kg/ar	361	497	540	552	559	= 502 kg/ar = 99 %

Monate	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Su.V–IX	
<i>Axams 1965:</i>						kalt! (V)	
Mon.-Mittel-Temp.	10,2	15,3	15,7	15,4	12,1		
Temperatursumme	317	458	488	478	362	= 2.103°	= 81,5 %
Regen mm	120	175	141	93	142	= 671 mm	= 148 %
Sonnenscheindauer	154	220	208	214	201	= 997 h	= 91 %
Strahlung	12.774	14.867	14.246	12.607	10.494	= 64.988 cal/qcm	= 98 %
<i>Rinn (900 m) 1966:</i>						kühl!	
Mon.-Mittel-Temp.	10,7	14,5	13,5	12,5	12,7		
Temperatursumme	332	435	419	388	381	= 1.955°	= 75,8 %
Regen mm	145	152	248	221	61	= 827 mm	= 182 %
Sonnenscheindauer	221	231	188	169	227	= 1.036 h	= 94,7 %
Strahlung	14.327	15.027	12.198	10.444	10.754	= 62.750 cal/qcm	= 94,8 %
<i>Rinn (900 m) 1971:</i>						gut!	
Mon.-Mittel-Temp.	12,3	12,6	16,4	16,6	9,9		
Temperatursumme	382	377	509	513	295	= 2.076°	= 80,5 %
Regen mm	98	112	65	128	57	= 460 mm	= 101 %
Sonnenscheindauer	225	192	296	257	228	= 1.198 h	= 109 %
(Stunden)						= 67.773 cal/qcm	= 102 %
Strahlung	13.313	13.247	16.817	13.673	10.723	= Su. V–IX	

pro Ar. In Innsbruck erreichten die Sorten 1972 nur Erträge zwischen 57,4 und 71 Kilo pro Ar, in Rinn wurde nur mehr Siloreife erreicht.

Winkler, Schwienbacher und Menneweger hatten die Maisbauversuche in Innsbruck auch im guten Durchschnittsjahr 1973 und im Kaltjahr 1974 fortgeführt. Die Erträge fielen 1973 überraschend hoch aus, lagen zwischen 96 kg/ar (A. H. 266) und 116 kg/ar (A. H. 290) und gingen im Kaltjahr 1974 erwartungsgemäß auf 71,8 bis 77,6 kg Korn pro Ar (A. H. 290) zurück. Die Temperatursumme betrug von Mai bis September 1973 in Innsbruck 2346 Grad, an Niederschlägen fielen in dieser Periode 496 mm und auch die Sonnenscheindauer war mit 1001 Stunden überdurchschnittlich. Rasche Blattflächenentwicklung mit durchschnittlich 43 bis 48 qdm Fläche pro Pflanze ermöglichte hohe Stoffproduktion bis Ende September. 1974 sanken die Monatsmittel der Lufttemperatur im Mai und Juni um 1,5 Grad und 2 Grad unter den Durchschnitt, die Sonnenscheindauer erreichte pro Monat nur 167 und 170 Stunden, sodaß die Jugendentwicklung stark litt.

Die Blattdifferenzierung verlief auch im Juli 1974 zögernd und A. H. 290 und A. H. 390 erreichten im August gerade 36 bis 37 qdm Blattfläche pro Pflanze. Auch die günstige Witterung im Juli und August konnte die zu geringe Flächenentwicklung nicht mehr kompensieren. Trotz ähnlicher Temperatursumme von Mai bis September 1974 (2278 Grad) fiel der Kornertrag gemäß der um rund 22 Prozent geringeren Blattfläche bei A. H. 290 um 25 Prozent, bei A. H. 390 um 17 Prozent gegenüber 1973 ab. Schon Nösberger hatte in seinen Maisarbeiten 1970 und 1971 eindringlich darauf hingewiesen, daß der Endertrag nicht nur von der günstigen Witterung und entsprechend hohen CO₂-Assimilationsraten abhängt, sondern auch sehr von der sortentypischen Blattflächenandauer mitbestimmt wird. Diese L A D (leaf area duration) gibt als Integralgröße an, wie viele Quadratmeter Blattfläche

Ertrag	Sorten:				Pflanzweite	
Axams 1965	Pitztaler	A 266	A 290		H 470	(60 × 40 cm)
Ges. Frischgewicht	738	1320	1276		1236 g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	165	273	259	silo-	236 g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	27,5	27,8	21,9	reif	13,4 g/Pflanze	Sortenmittel
Silomasse kg/ar	276	491	475		449 = 423 kg/ar	= 84 %
Rinn 1966		A 266	A 290		H 470	(60 × 40 cm)
Ges. Frischgewicht		1030	1160		920 g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht		225	246		185 g/Pflanze	Sortenmittel
Korn-Trockengewicht		nur siloreif				
Silomasse kg/ar		383	432		344 = 386 kg/ar	= 76,8 %
Rinn 1971	INRA 258	A 266	A 290	A 390	(Maya 275)	(70 × 24 cm)
Ges. Frischgewicht	768	661	1081	1046	675 g/Pflanze	
Ges. Trockengewicht	208	180	278	236	171 g/Pflanze	
Korn-Trockengewicht	71,9	68,6	50,6	37,7	48,2 g/Pflanze	Sortenmittel
Korn kg/ar	50,9	48,6	35,8	26,7	34,1 = 39,2 kg/ar	= 47 %
Silomasse kg/ar	555	463	615	549	372 = 511 kg/ar	= 102 %

pro Quadratmeter Boden in der Vegetationszeit zur Stoffproduktion zur Verfügung stehen. Frühe Maissorten schnitten dabei bei uns etwas schlechter ab, weil sie bei nicht viel rascherer Blattflächenentwicklung eher abbauten und einzogen. Mittelfrühe Sorten wie A. H. 290 sind optimal, späte Sorten wie A. H. 390 entfalten die volle Blattmasse etwas später, aber assimilieren meist noch bis Ende September, voll grün gefärbt, ertragreich weiter. Die LAD-Werte erreichten 1971 in Brixen um 25 bis 29 qm mal Woche¹⁴ und erreichten 1973 in Innsbruck in 17 Wochen 32 bis 38 qm mal Woche¹⁷.

Winkler untersuchte die Stoffproduktion verschiedener Maissorten auch in den Jahren 1964 bis 1970 in Innsbruck, Axams und Rinn. Allerdings wurden diese Versuche mit den damals üblichen Körnermais-Standweiten von 60 × 40 cm (= 4 Pflanzen/qm) angelegt, statt den ab 1971 bevorzugten Standweiten von 70 × 24 cm (= 6 Pflanzen/qm), wodurch der Hektarertrag bei 59.500 Pflanzen statt 41.168 Pflanzen/ha fast um 25 bis 30 Prozent in der Praxis erhöht werden konnte. Wenn auch die Beleuchtungsstärke der Einzelpflanze dadurch vor allem im August und September etwas herabgesetzt wurde, kann man die Frischgewichtswerte und Trockengewichts-Gesamterträge *pro Ar* in Abhängigkeit von der Witterung annähernd vergleichen.

Tabelle XII kennzeichnet die ertragsbestimmenden wechselnden Temperaturverhältnisse der Versuchsjahre durch Monatsmittel und Temperatursummen, ergänzt durch Niederschläge und inverse Sonnenscheindauer und gibt auch die Einstrahlung als wichtige Produktionsgröße an. Die Monatsmittel der Wetterhütte deckten sich 1971 und 1972 etwa mit den Monatsmitteln der elektrisch registrierten Blatttemperaturen auf ± 0,3 Grad, wobei die mittleren Maxima der Blattemperaturen etwa 1 bis 2 Grad höher und die mittleren Minima um 1 Grad unter der Lufttemperatur lagen. Unterschiede an Schönwettertagen glichen sich durch längeres Wech-

selwetter und Schlechtwetter aus, sodaß uns die Verwendung der Hütten-Monatsmittel für Produktionsvergleiche sinnvoll, arbeitseinsparend und zulässig erschien. Die sortenweise in Tabelle XII mitgeteilten Kornerträge und Silomassenerträge (Frischgewicht — Wurzelgewicht) waren in der Regel klar von der Temperatursumme in der Vegetationszeit abhängig. Die höchsten Kornerträge pro Einzelpflanze fielen in den günstigen Jahren 1964, 1971 und 1973 an, in denen günstige Mai- und Juniwitterung die Blattflächenentwicklung stark beschleunigte. 1966 und 1970 waren ungünstige leicht unterdurchschnittliche Jahre, in denen wir nur mittlere Erträge erzielten, und in den Kaltjahren 1965, 1972 und 1974 (Mai, Juni kalt!) sank der Ertrag um 20 bis 25 Prozent unter das Optimum von 1973 ab.

In den Hochlagen um 900 m (Axams) fiel der Kornertrag schon 1964 und auch 1971 (in Rinn) auf 60 bis 70 Prozent der Innsbrucker Erträge ab und auch das Gesamt-Trockengewicht erreichte 1965, 1966 und 1972 in Rinn etwa zwei Drittel der Innsbrucker Vergleichswerte von 1973.

Subsummierend kann daraus abgeleitet werden, daß der gleichsinnige Temperaturabfall um 1 Grad pro Monat (etwa -150 Grad in der Temperatursumme von Mai bis September) den Kornertrag um etwa 50 bis 60 Gramm pro Pflanze herabsetzt und der Ar-Ertrag um etwa 20 bis 30 kg pro 150 Grad Temperatursummenabfall, und der Hektar-Ertrag um etwa 20 bis 30 dz zurückgeht.

C *CO₂-Nettoassimilation und Nettoassimilationsraten (NAR)*

M. Schwienbacher bestimmte 1971 bis 1973 in etwa 300 Tagesversuchsreihen die CO₂-Nettoassimilation und Respiration von Blättern jeder Altersstufe, Sprossen, Stengelstücken, und Kolben im Temperaturbereich von 5 bis 44 Grad in der Ultrarotabsorptionsmeßanlage (Hartmann und Braun, URAS II). Darüber wird 1975 eine ausführliche Dissertation veröffentlicht und vorerst in Abbildung 5 das Assimilationsverhalten jüngerer Blätter in der Aktivphase (21. Mai bis 25. Juni) und bei Vollreife (14. August bis 14. September) gezeigt. Bei jüngeren Blättern ist die CO₂-Bindung (Netto-Photosynthese) auch bei 30.000 Lux ($0,18 \text{ cal.cm}^{-2} \text{ min.}^{-1}$) zwischen 6 und 10 Grad Blattemperatur gering, steigt dann bis 18 Grad steil auf Werte von 70 bis 100 mg/Gramm Trockengewicht und Stunde an. Die Mittelwerte liegen dann zwischen 20 bis 30 Grad bei 82 mg/G.h im Optimalbereich und fallen ab 35 Grad rapid ab. Bei 10.000 Lux ($0,06 \text{ cal}$) werden nur mehr Werte zwischen 55 und 40 mg/G.h im Optimum erreicht und bei 42 bis 43 Grad tritt Kompensation der inzwischen kräftig gestiegenen Atmung ein.

Beleuchtungsstärken um 30.000 Lux herrschen im Mittel aller Blattexpositionen im oberen Kronenraum im durchschnittlichen Wechselwetter vor, während im Feldinnern die mittlere Beleuchtung eher gegen 10.000 Lux absinkt und ein „Lichtfleckenklima“ mit Tagesgang vorliegt. Mit zunehmender Ausdifferenzierung und Sklerotisierung werden die Blätter Ende Juli photosynthetisch inaktiver und erreichen im August und Anfang September optimale Werte von 23 bis 33 mg/G.h (30.000 Lux) bzw. 13 bis 20 mg/G.h (10.000 Lux). Wir haben im Diagramm die

Abb. 5: Assimilation und Respiration

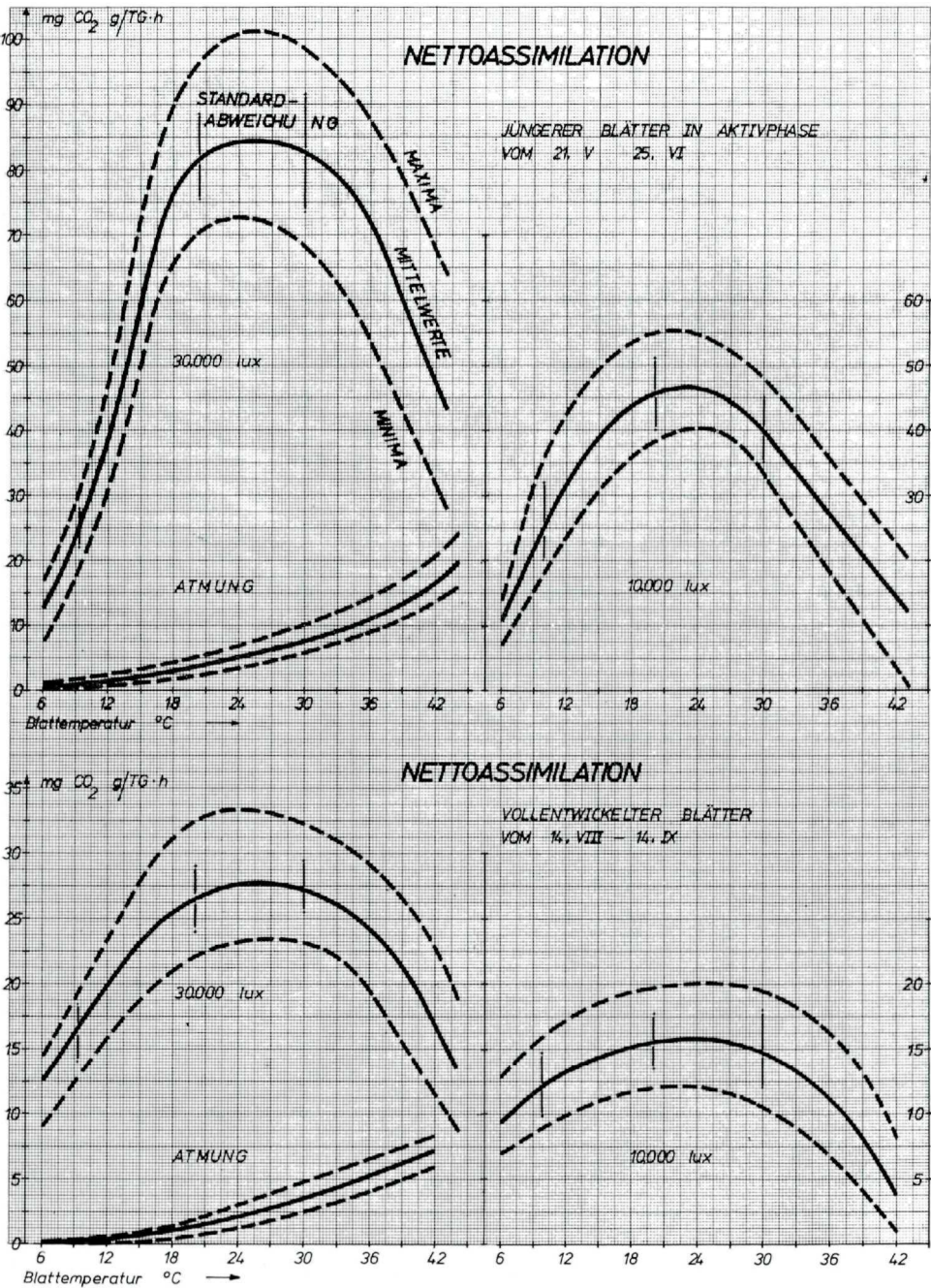


TABELLE XIII

Nettoassimilation und Respiration in mg CO₂/Gramm trocken × Stunde von Maisblättern im Entwicklungsgang (Mittelwerte)

<i>Nettoassimilation bei 10.000 Lux</i>	10°	20°	30°	40°		
jüngere Blätter in Aktivphase vom 21. V. — 25. VI.	25,9 ± 1,4	45,3 ± 1,2	39,4 ± 0,9	18,1	12,1	(43°)
Blätter vom 26. VI. — 28. VII.	25,5	36,5	38,7	32,8	31,2	(42°)
(voll entwickelte Blätter vom 14. VIII. — 14. IX.)	12,6 ± 0,6	15,8 ± 0,5	15,0 ± 0,7	6,6	3,9	(42°)
Abbaublätter 29. IX. — 9. X.	6,6	12,8	11,3	5,1	3,2	(41°)
<i>Nettoassimilation bei 30.000 Lux</i>	9—10°	20°	30°	40°		
jüngere Blätter in Aktivphase vom 21. V. — 25. VI.	24,5 ± 0,7	82,0 ± 1,6	82,2 ± 2,0	53,7	44,2	(43°)
Blätter vom 26. VI. — 28. VII.	23,2	53,0	60,3	52,9	44,7	(43°)
(voll entwickelte Blätter vom 14. VIII. — 14. IX.)	16,6 ± 0,5	26,7 ± 0,6	27,5 ± 0,5	21,3	13,4	(44°)
Abbaublätter 29. IX. — 9. X.	5,2	15,5	18,3	11,8	6,6	(42°)
<i>Respiration (Dunkelatmung)</i>	10°	20°	30°	40°		
jg. Blätter 21. V. — 25. VI.	1,58	4,06	7,72	14,90	20,4	(44°)
Blätter vom 26. VI. — 28. VII.	0,69	2,00	4,37	8,43	9,9	(42°)
Blätter vom 14. VIII. — 14. IX.	0,55	1,87	4,07	6,8	7,3	(42°)

Mittelwerte aller fünf Sorten und ihre extremen Abweichungen zusammengefaßt dargestellt, weil sich die einzelnen Sortenmittel nicht significant voneinander unterschieden haben. Tabelle XIII bringt für die einzelnen Aktivitätsstufen die mittleren Assimilations- und Respirationswerte für 10, 20, 30 und 40 Grad.

Wir fanden nunmehr auch durch die Photosynthesedaten und die Assimilations-Kurvenscharen deutlich bestätigt, daß Maisblätter bei Temperaturen um 10 bis 15 Grad (z. B. oft in Hochlagen um 900 m oder bei Schlechtwetter im Talraum) nur mittleren Stoffgewinn erarbeiten. Warmes Wechselwetter und besonders Serien von heiteren Tagen mit Temperaturen im 20- bis 30-Grad-Bereich, ermöglichen hohen Stoffgewinn, wenn die Blattflächen ausreichend entwickelt sind.

1971 lagen die NAR-Werte zwischen 8 bis 15 g/qm. Tag und sanken 1972 auf 9 bis 12 g/qm.d ab, sodaß als mittlere Nettoassimilationsrate im Juli und August täglich rund 10 g Trockensubstanzzuwachs pro Quadratmeter Blattfläche erzielt wurde.

Zusammenfassung

Nach kurzer Schilderung des Maisbaues in Österreich von 1938 bis 1973 wird auf die speziellen Anbauverhältnisse in Tirol eingegangen (Tab. I—VI).

Die Witterungsabhängigkeit der Stoffproduktion verschiedener Maissorten wurde in Innsbruck, Rinn, Axams und Brixen in den Jahren 1964 bis 1974 untersucht, wobei der Schwerpunkt in den Jahren 1971 bis 1973 lag. Als Sorten dienten H. H. 470, A. H. 390, A. H. 290, INRA 258, A. H. 272, A. H. 266, Maya 275 (italienische Sorte).

Die Keimung verlief ab 7 Grad (A. H. 390 5 Grad) schwach, von 8 bis 10 Grad gehemmt, ab 12 bis 15 Grad gut. Vierwöchige Laboruntersuchungen bei 10.000

Lux ergaben, daß die Trockensubstanzbildung um 10 Grad mäßig blieb, von 15 bis 20 Grad steil anstieg und bis 30 Grad etwa gleich hoch blieb. Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit von 50 bis 80 Prozent der vollen Wasserkapazität brachte nur über 18 Grad Ertragszunahmen.

Das langjährige Klima der drei Versuchsstandorte wurde besprochen (Abb. 1, Tabelle VII) und der Temperaturverlauf in den Versuchsjahren mit Wetterhütten in der 2-m-Zone, in 10 cm Höhe und mittels Glas-Platin-Fühler im Blattbestand und im Boden registriert (Abb. 2, 4).

Der Aufwuchs in den ersten 4 Wochen zeigte in Brixen – Innsbruck – Rinn beachtliche Unterschiede im Warmjahr 1971 und Kaltjahr 1972 (Abb. 2) die Erträge sind

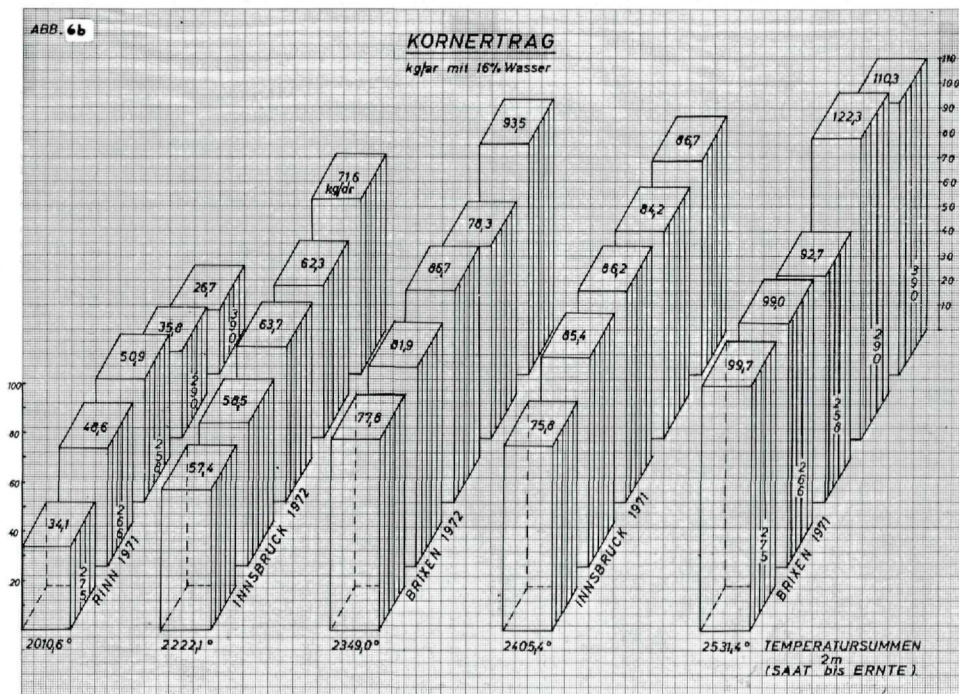
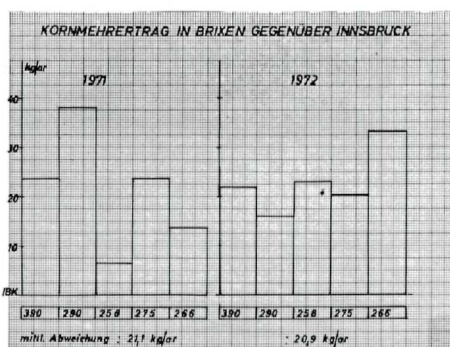
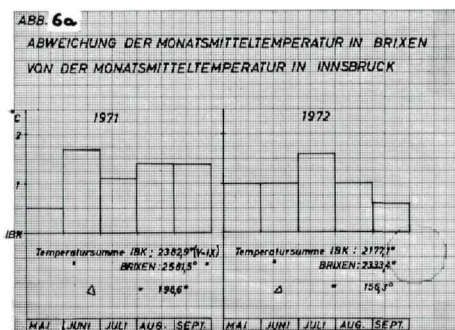


TABELLE XIV

	Klimatologische Meßdaten 1971								
	April			Mai			Juni		
	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn
Langjährige Werte									
absolutes Maximum		28,7	24,0		33,3	27,9		36,1	32,5
mittleres Maximum	16,3	15,5	12,8	20,7	20,2	16,8	25,1	23,5	19,7
Monatsmittel	9,9	9,3	6,9	14,2	13,8	10,6	18,2	16,7	13,4
absolutes Minimum		-4,9	-9,5		-2,0	-5,5		0,6	-1,5
mittleres Minimum	3,6	3,7	1,9	7,7	7,9	5,1	11,3	11,1	8,2
Niederschlag mm	38	52	55	63	73	82	85	109	122
1971 — 2-m-Wetterhaus									
absolutes Maximum		24,0	20,0	28,9	30,0	26,5	32,0	27,2	23,5
mittleres Maximum		18,4	15,4	21,2	21,3	18,4	23,7	20,9	18,0
Monatsmittel alt		11,1	8,3	14,5	14,9	12,5	16,2	14,6	12,2
Monatsmittel neu		10,2	8,3	14,4	13,9	12,3	16,2	14,5	12,6
absolutes Minimum		-0,6	-2,5	4,9	3,5	3,1	4,8	5,0	3,5
mittleres Minimum		3,8	2,6	9,2	8,7	7,1	10,7	9,9	8,0
1971 — 10-cm-Wetterhaus									
absolutes Maximum				31,0	31,2	28,9	34,5	28,5	25,0
mittleres Maximum				23,4	22,5	19,7	26,3	22,3	19,3
Monatsmittel alt					15,1	13,0		15,3	12,8
Monatsmittel neu				16,2	14,6	12,6	17,7	15,4	13,1
absolutes Minimum				4,2	5,4	2,7	2,0	5,0	2,1
mittleres Minimum				8,9	9,1	6,5	9,1	10,4	7,7
Niederschlag mm	51	14,0	24,7	72,1	75,0	97,6	102,8	93,0	111,9
Niederschlagstage	6	6	8	16	15	13	16	20	21
Temperatursumme alt		333,2	250,0	448,5	463,0	388,0	485,9	438,9	365,1
Temperatursumme neu		307,1	248,5	445,5	433,2	381,5	485,8	437,1	377,2
(2 m Höhe)									
Sonnenscheindauer	Stun.	213	218,2		194	224,9		175	192,4
% der mögl.		56	59,9		46	53,2		41	44,5
heitere Tage		4	5		0	1		0	0
trübe Tage		11	6		12	9		13	11
Strahlung (cal/qcm)		12.476	12.411		13.656	13.313		13.018	13.247
Sommertage		0	0	8	7	4	12	5	0
Bewässerung mm	12			32,5	54			11	

Die langjährigen Werte von Brixen und Innsbruck stammen von der Periode 1931–1960, jene von Rinn von der Periode 1943–1962.

in Tabelle IX mitgeteilt und kausal erläutert. Die Blattentwicklung führte bei den mittelfrühen Sorten A. H. 290 und A. H. 390 zu höchsten BFI-Werten in Brixen und Innsbruck und schuf die Grundlage für hohe weitere Stoffproduktion (Abb. 4). Die Nettoassimilationsrate (NAR-Wert) lag 1971 zwischen 8 bis 15 g/qm.d und sank 1972 auf 9 bis 12 g/qm.d ab.

Die CO₂-Bindung wurde mittels URAS im Labor gemessen, die Netto-Photosynthese jüngerer Blätter erreichte in der aktivsten Phase (21. Mai bis 25. Juni) Mittelwerte um 80 mg/G.h bei 20 Grad (30.000 Lux), später um 60 mg/G.h und ging bei voller Blattentwicklung auf 30 mg/G.h (30.000 Lux) zurück. Assimilationskurven und Einzelwerte sind in Abb. 5 und Tabelle XIII enthalten.

Die Kornerträge (mit 16 Prozent Wasser) lagen in günstigen Jahren (1964, 1971, 1973) zwischen 80 und 122 kg/ar in Brixen und 90 und 116 kg/ar in Innsbruck

	Juli			August			September		
	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn
Langjährige Werte									
absolutes Maximum		36,9	33,4		34,5	31,0		31,7	29,5
mittleres Maximum	26,5	24,9	21,2	25,5	23,8	21,0	21,8	21,2	18,5
Monatsmittel	19,6	18,1	15,1	19,3	17,4	15,1	15,7	14,6	12,2
absolutes Minimum		4,2	1,1		3,3	2,1		-0,8	-2,5
mittleres Minimum	12,8	12,8	9,9	13,1	12,4	9,8	9,6	9,6	7,4
Niederschlag mm	99	134	144	95	109	119	66	79	83
1971 — 2-m-Wetterhaus									
absolutes Maximum	35,9	33,0	30,0	34,0	32,5	30,4	30,1	26,5	23,3
mittleres Maximum	29,8	27,4	23,0	29,4	26,3	23,5	23,6	19,9	16,3
Monatsmittel alt	20,5	19,7	16,4	20,4	18,9	16,3	14,1	12,6	9,8
neue	20,1	19,0	16,4	20,0	18,6	16,6	13,6	12,2	9,9
absolutes Minimum	6,6	7,0	3,0	9,6	9,0	7,5	-0,7	-1,6	-2,5
mittleres Minimum	13,1	12,6	10,2	13,8	13,2	11,3	7,4	7,1	6,0
1971 — 10-cm-Wetterhaus									
absolutes Maximum	37,5	32,9	33,0	35,0	31,0	30,9	32,5	28,1	24,3
mittleres Maximum	30,7	27,1	25,1	31,1	25,5	23,4	25,7	20,6	16,8
Monatsmittel alt		19,5	17,4		19,1	17,0		13,2	10,3
neue	21,7	19,0	17,2	22,4	18,8	16,9	16,5	12,9	10,2
absolutes Minimum	5,0	7,4	3,0	9,5	10,5	7,9	0,0	0,4	-2,1
mittleres Minimum	12,6	13,2	9,9	13,6	14,1	11,6	7,3	8,1	5,5
Niederschlag mm	91,3	138,0	65,2	149,4	147,0	128,2	32,2	72,0	57,4
Niederschlagstage	8	11	11	15	20	19	5	12	11
Temperatursumme alt	637,2	590,3	507,0	623,9	585,3	506,0	422,2	379,1	296,6
(2 m Höhe) neue	622,9	571,0	508,6	619,4	576,5	513,2	407,9	365,1	295,4
Stun.		286	296,5		250	257,4		216	227,6
Sonnenscheindauer % der mögl.		67	66,9		64	63,0		64	69,4
heitere Tage		3	5		3	4		6	7
trübe Tage		7	5		7	6		6	8
Strahlung (cal/qcm)		16.282	16.817		13.939	13.673		10.657	10.723
Sommertage	28	22	11	29	18	10	12	3	0
Bewässerung mm	60,5	35		15			8		

und fielen in Rinn (900 m) auch 1971 auf 51 bis 34 kg/ar ab. Höhen um 900 m sind in Nordtirol fast nur für Silomaisbau gut geeignet. Abb. 6 b zeigt den Korn-ertrag der einzelnen Sorten in kg/ar für die Jahre 1971 und 1972 in Abhängigkeit von der Temperatursumme in Brixen — Innsbruck — Rinn. Der Ertrag nahm mit um 150 Grad bis 200 Grad absinkender Temperatursumme etwa um 20 kg/ar ab. Austria Hybrid 290 und 390 erwiesen sich als ertragsstarke Körnermaissorten in Tallagen (Brixen — Innsbruck), sind aber in Hochlagen um 900 m besonders in Schlechtwetterjahren nur als Silomais zu verwenden. Hier bewährten sich INRA 258 und A. H. 266 gerade noch.

Die monatlichen klimatologischen Meßdaten von 1971 und 1972 sind in den Tabellen XIV und XV für Brixen — Innsbruck — Rinn vom Mai bis September angegeben.

TABELLE XV

Klimatologische Meßdaten 1972 (kaltes Jahr)									
	April			Mai			Juni		
	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn
1972 — 2-m-Wetterhaus									
absolutes Maximum	24,7	22,1	19,8	27,6	26,2	23,0	31,3	28,5	25,0
mittleres Maximum	15,6	12,8	10,7	20,6	19,1	15,4	23,6	21,9	19,7
Monatsmittel alt	9,6	7,7	5,6	13,2	12,2	9,6	16,6	15,7	13,2
Monatsmittel neu	9,1	7,2	5,6	13,0	12,0	9,9	16,3	15,3	13,6
absolutes Minimum	−2,1	−2,6	−5,0	2,0	1,7	−0,4	4,3	6,2	4,4
mittleres Minimum	4,5	3,2	1,7	7,4	6,8	5,1	10,6	10,2	8,4
1972 — 10-cm-Wetterhaus									
absolutes Maximum				30,0	26,9	24,2	34,0	29,4	27,6
mittleres Maximum				23,3	19,6	16,4	26,1	22,2	19,9
Monatsmittel alt					12,6	9,9		16,1	13,6
Monatsmittel neu				13,4	12,4	10,0	16,9	15,8	13,4
absolutes Minimum				1,0	2,1	−1,1	4,0	6,9	4,0
mittleres Minimum				7,4	7,2	4,4	10,8	10,7	7,5
Temperatursumme alt	287,7	231,2	166,8	410,7	379,3	298,4	496,6	470,3	396,5
Temperatursumme (2 m Höhe) neu	273,9	217,6	163,6	401,7	372,0	307,7	489,1	460,3	407,9
Niederschlagsmenge	57,3	110	129,7	68,6	71	91,2	97,9	124	119,9
Niederschlagstage	12	19	18	13	18	17	13	17	17
Sonnenscheindauer (Stunden)		100	97,7		157	192,4		185	202,8
heitere Tage		0	0		1	0		0	0
trübe Tage		21	18		16	15		13	10
Sommertage	0	0	0	3	2	0	15	10	2
Strahlung (cal/qcm)		8.956	9.156		13.179	13.600		13.079	14.073
Bewässerung								15	

Nach Beratung durch Dr. Schwendimann konnten wir die Ertragsdaten und Klimadaten von 1964/1974 in Mehrfachregressionsrechnung am Computer auswerten. Es ergaben sich folgende Korrelationskoeffizienten zwischen Umweltfaktoren und Ertragsgrößen (natürl. Logarithmus des Ertrages):

	Mehrfache Korrelationskoeffizienten (M), einfache (1)				
	Temperatur (Mon.Mittel)	Temperatur- summe	Nieder- schläge	Sonnen- schein- dauer	Einstrahlung
Frischgewicht	—	0,522 (M)	—	0,492 (M)	0,44 (M)
Trockenmasse	0,173 (M)	0,763 (M)	—	0,435 (M)	0,40 (M)
Korn-Trockenmasse	0,831 (M)	0,594 (M)	− 0,491 (1)	—	—
Kornertrag pro Ar	0,840 (M)	0,653 (M)	− 0,507 (1)	—	—

Die einzelnen Regressionsformeln und die Zusammenhänge zwischen den Witterungsparametern der einzelnen Monate und den Ertragsgrößen werden als Anhang auf Tabelle XVI und Tabelle XVII angegeben.

	Juli			August			September		
	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn	Brixen	Innsbr.	Rinn
1972 – 2-m-Wetterhaus									
absolutes Maximum	33,3	32,8	30,5	34,0	34,9	30,0	25,0	26,3	22,1
mittleres Maximum	25,8	22,8	19,7	26,3	24,2	20,4	19,6	18,5	15,0
Monatsmittel alt	17,8	16,7	14,3	17,9	17,2	14,6	11,7	11,2	8,4
neue	18,0	16,4	14,5	17,6	16,6	14,5	11,3	10,7	8,5
absolutes Minimum	5,5	6,1	4,0	6,5	6,6	5,2	0,0	−0,7	−2,5
mittleres Minimum	12,2	11,7	9,9	11,7	11,7	9,8	6,0	5,9	4,3
1972 – 10-cm-Wetterhaus									
absolutes Maximum	34,5	32,8	32,2	37,0	30,9	29,0	26,5	24,6	22,0
mittleres Maximum	27,2	22,8	21,6	28,1	23,0	20,5	21,1	17,9	15,2
Monatsmittel alt		17,0	14,8		17,2	14,7		11,8	8,5
neue	18,6	16,8	15,0	18,1	16,8	14,4	11,8	11,5	8,4
absolutes Minimum	6,0	7,5	4,5	6,5	8,1	5,0	0,0	1,8	−1,8
mittleres Minimum	13,0	12,6	9,7	12,1	12,8	9,6	6,5	7,6	4,0
Temperatursumme alt	552,9	517,9	444,3	556,1	532,6	453,9	349,6	335,0	250,6
(2 m Höhe) neu	556,9	507,3	449,5	547,1	515,4	448,6	338,6	322,1	254,2
Niederschlagsmenge	166,3	157	180,4	44,0	121	105,6	58,4	32	37,8
Niederschlagstage	19	16	18	8	12	13	10	9	8
Sonnenscheindauer		170	186,5		226	231,2		171	191,5
(Stunden)									
heitere Tage		2	1		0	0		2	3
trübe Tage		15	15		10	11		9	6
Sommertage	18	15	6	18	12	8	1	3	0
Strahlung (cal/qcm)		11.902	12.188		12.728	13.056		9.347	10.095
Bewässerung				16	25				

Tabelle XVII

Regressionsformeln:

Natürlicher Logarithmus

$$\ln (\text{Frischgewicht}) = -0,1368 \cdot \text{BFL} + 0,6066 \cdot \text{TM} - 0,1884 \cdot \text{TM}^2 - 0,2823 \cdot \text{ES} + 0,02250 \cdot \text{ES}^2 + 0,0377 \cdot \text{TS} - 0,0124 \cdot \text{NS} + 0,00004 \cdot \text{NS}^2 + 0,0452 \cdot \text{SD} - 0,0001 \cdot \text{SD}^2 - 47,9592$$

$$\ln (\text{Trockenmasse/Pflanze}) = -0,1445 \cdot \text{BFL} - 0,0950 \cdot \text{TM} - 0,1650 \cdot \text{TM}^2 - 0,2219 \cdot \text{ES} + 0,0178 \cdot \text{ES}^2 + 0,0388 \cdot \text{TS} - 0,0118 \cdot \text{NS} + 0,00004 \cdot \text{NS}^2 + 0,0394 \cdot \text{SD} - 0,00011 \cdot \text{SD}^2 - 44,8918$$

$$\ln (\text{Korn} - \text{Trockengewicht/Pfl.}) = -2,4069 \cdot \text{BFL} + 193,5417 \cdot \text{TM} - 9,7506 \cdot \text{TM}^2 - 8,1828 \cdot \text{ES} + 0,6500 \cdot \text{ES}^2 + 0,5598 \cdot \text{TS} - 0,4487 \cdot \text{NS} + 0,0014 \cdot \text{NS}^2 + 0,9804 \cdot \text{SD} - 0,0030 \cdot \text{SD}^2 - 2157,7028$$

$$\ln (\text{Kornertrag pro Ar}) = -2,3836 \cdot \text{BFL} + 183,5567 \cdot \text{TM} - 9,3008 \cdot \text{TM}^2 - 7,8313 \cdot \text{ES} + 0,6221 \cdot \text{ES}^2 + 0,5477 \cdot \text{TS} - 0,4344 \cdot \text{NS} + 0,0013 \cdot \text{NS}^2 + 0,9161 \cdot \text{SD} - 0,0028 \cdot \text{SD}^2 - 2051,5401$$

$$\ln (\text{Silomasse}/\text{Ar}) = -0,1858 \cdot \text{BFL} - 1,2094 \cdot \text{TM} - 0,1335 \cdot \text{TM}^2 - 0,3027 \cdot \text{ES} + 0,0241 \cdot \text{ES}^2 + 0,0455 \cdot \text{TS} - 0,0148 \cdot \text{NS} + 0,00005 \cdot \text{NS}^2 + 0,0341 \cdot \text{SD} - 0,00011 \text{SD}^2 - 36,3788$$

Bezeichnungen und mehrfaches Bestimmtheitsmaß für ganze Gleichung:

BFL = pro Pflanze verfügbare Bodenfläche in Quadratdezimeter

TM = Durchschnittswert der Monatsmitteltemperaturen in Grad Celsius

ES = Summe der Einstrahlung in kcal/cm² vom Mai bis September

TS = Temperatursumme über ganze Periode

NS = Regen in mm vom Mai bis September

SD = Sonnenscheindauer in Stunden vom Mai bis September

Bestimmtheitsmaß

$\ln$ (Frischgewicht) in Gramm/Pflanze : B = 0,5900

$\ln$ (Trockenmasse/Pfl.) in g/Pflanze : B = 0,8049

$\ln$ (Korn – Trockengewicht/Pfl.) in g/Pflanze : B = 0,9971

$\ln$ (Kornerntrag/Ar)

in kg/Ar mit 16% H₂O : B = 0,9994

$\ln$ (Silomasse) in kg/Ar : B = 0,5634

Tabelle XVI

Zusammenhänge zwischen den *Witterungsparametern* der einzelnen Monate und den *Ertragsgrößen* (*Bestimmtheitsmaße*)

		Temperatur- mittel °C	Temperatur- summe °C	Niederschläge mm	Sonnenschein- dauer (Stunden)
Frisch- gewicht pro Pflanze	Mai	—	—	0,142	—
	Juni	—	—	0,369	0,162
	Juli	0,118	—	—	0,164
	Aug.	0,182 (—)	0,268	—	0,160
	Sept.	—	—	—	—
Trocken- masse pro Pflanze	Mai	0,225	0,268	—	—
	Juni	0,375	0,392	0,206	—
	Juli	—	0,100	—	—
	Aug.	—	—	—	—
	Sept.	0,251	0,314	—	—
Korn- trocken- gewicht pro Pflz.	Mai	0,163	0,171	0,251	—
	Juni	—	—	0,115	0,253
	Juli	0,493	0,488	0,410 (—)	—
	Aug.	0,392	0,885	0,139 (—)	0,194
	Sept.	—	—	—	—

		Temperatur- mittel ° C	Temperatur- summe ° C	Niederschläge mm	Sonnenschein- dauer (Stunden)
Kornertrag kg/Ar mit 16‰ H ₂ O	Mai	0,180	0,188	0,265	—
	Juni	—	—	0,136 (—)	0,268
	Juli	0,506	0,497	0,414 (—)	—
	Aug.	0,856	0,888	0,136 (—)	0,202
	Sept.	—	—	—	—
Silo- masse kg/Ar	Mai	0,099	0,103	—	0,228
	Juni	—	—	—	0,090
	Juli	—	—	0,144 (—)	—
	Aug.	—	—	0,111 (—)	0,143
	Sept.	—	—	—	—

Literaturverzeichnis (kurze Auswahl von 90 Zitaten aus der Dissertation von L. Gamper)

Bellmann, K., Meinel, G., und Raeuber, A.: Mehrjährige phänometrische Untersuchungen an einem größeren Maissortiment in Groß-Lüsewitz. Der Züchter, 34. Bd., Heft 6/7, 1964

Caputa, J.: Mais hybrides en Suisse romande. Resultats d'essais agricoles Lausanne, Publication N. 562, 1958

Crössmann, G.: Über den Einfluß bestandesklimatischer Faktoren auf die Stoffproduktion von Mais. Wirtsch. Futter 4, 1966. Standraum und Stoffproduktion bei Mais. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Bd. 125, 1967

Fliri, F.: Das Klima der Alpen im Raum von Tirol. Österr. Alpenverein, 1974

Germ, H., und Kietreiber, M.: Die praktische Bedeutung der Kaltprüfung des Maissaatgutes. Die Bodenkultur, 17. Sonderheft, 1965

Gamper, L.: Die witterungsabhängige Stoffproduktion verschiedener Maissorten in Brixen, Innsbruck und Rinn. Dissertation Univ. Innsbruck, 1974

Koblet, R.: Der landwirtschaftliche Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse. Birkhäuser Verlag, 1965

Mayerl, F.: Versuchsergebnisse 1952 bis 1956 und Kulturprobleme des Mais. Saatgut- und Versuchsanstalt Kornberg, Heft 2, 1957

Mayr, E.: 25 Jahre Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn. Schlern-Schriften 236, 1964

Österreichisches Statistisches Zentralamt: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1968 bis 1973

Österreichisches Statistisches Handbuch für die Republik Österreich, 1965 bis 1974

Nösberger, J.: Einfluß der Heterosis auf die Ertragsbildung bei Mais. „Schweizerische landwirtschaftliche Forschung, Bd. IX, 3/4, 1970

Nösberger, J.: Einfluß der Bestandesdichte auf die Ertragsbildung bei Mais. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 133, 1971

Pflanzenbauabteilung der Landeslandwirtschaftskammer für Tirol, Versuchsreferat. Ergebnisse der Sorten- und Düngungsversuche, 1965–1974

Schütt, P.: Weltwirtschaftspflanzen. Verlag Paul Parey, 1972

Winkler, E.: Keimung und Ertrag von verschiedenen Maissorten in mittleren Höhenlagen Tirols. Veröffentlichungen des Museum Ferdinandeum, Innsbruck 1965

Winkler, E., und Moser, W.: Die Vegetationszeit in zentralalpinen Lagen Tirols in Abhängigkeit von den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen. Veröffentlichungen des Museum Ferdinandeum, Innsbruck, Bd. 47, 1967

Zweifler, E.: Der Ertragsmaissbau. Österr. Agrarverlag Wien, 1962

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Erich Winkler, Institut für Allgemeine Botanik der Universität Innsbruck, Sternwartestraße 15

Dr. Luise Gamper, Hartmannweg 100, Brixen

cand. phil. Margit Schwienbacher-Mascotti, Bozen, Talfergries 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Winkler Erich, Gamper Luise, Schwienbacher-Mascotti Margit

Artikel/Article: [Die Stoffproduktion verschiedener Maissorten im Zentralalpenraum \(Brixen - Innsbruck - Rinn\) in Abhängigkeit vom Temperatur- und Niederschlagsfaktor. 253-292](#)