

4. Quantitative Unterschiede in der Stärke der Reaktion finden sich auf einer Pflanze zwischen den Zellen verschiedener Gewebe; besonders die Zellen des Palisadengewebes und die Schließzellen der Stomata sind weniger reaktionsfähig;

5. Die Abwehrreaktionen der untersuchten *Medicago*-Arten und der durch sie erzielte Abwehrerfolg sind tabellarisch zusammengefaßt worden;

6. Innerhalb einer *Medicago*-Art können Formen mit verschiedener Reaktionsweise gefunden werden (Beispiel: *M. hispida*);

7. Die Folgerungen aus diesen Befunden für die Resistenzzüchtung werden besprochen.

#### Literatur

CUNNINGHAM, H. S.: A study of the histologic changes induced in leaves by certain leaf-spotting fungi. Phyto-

pathology 18, 717—751. (1928). — DAVIS, R. L.: A study of the inheritance of resistance in alfalfa to common leaf spot. Agric. Journ. 43, 331—337 (1951). — GÄUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel, 2. Aufl. (1951). — JONES, F. R.: The leaf-spot diseases of alfalfa and red clover caused by the fungi *Pseudopeziza medicaginis* and *Pseudopeziza trifolii*, respectively. U. S. dep. agr. Bull. 759, 1—38 (1919); Measurement of resistance in alfalfa to common leaf spot. Phytopathology 43, 651—654 (1953); JONES, F. R., ALLISON, J. L. und SMITH, W. K.: Evidence of resistance in alfalfa, red clover and sweetclover to certain fungus parasites. Phytopathology 31, 765—766 (1941). — KLINKOWSKI, M. und H. LEHMANN: Kranke Luzerne. Neudamm (1937). — SCHMIEDEKNECHT, M.: Betrachtungen zur Biologie einiger wichtiger Blattfleckenkrankheiten der Luzerne. Nachr. bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. 11, 66—71 (1957); Untersuchungen zur Spezialisierung von *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) Sacc. Phytopath. Z. 32, 433—450 (1958a); *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) Sacc., ein xerophiler pflanzenpathogener Ascomycet. Naturwissenschaften 45, 525 (1958b).

Aus dem Institut für Acker- und Pflanzenbau in Müncheberg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel

### IV. Weitere Untersuchungen zur Züchtung von Apfelsorten mit spätem Laubaustrieb und Blühbeginn

Von HEINZ MURAWSKI

Mit 5 Abbildungen

#### I. Allgemeines

Große Ernteverluste treten beim Obst häufig durch Blütenfrostschäden auf. Die Anbautechnik hat daher besonders auf die Auswahl eines geeigneten Geländes zu achten und ungünstige Spätfrostlagen vom Anbau auszuschließen. Trotzdem treten in mehr oder weniger großen Abständen Frostschäden an den Blütenorganen auf. Für den Schädigungsgrad sind nicht nur die Frostgrade von Bedeutung, sondern auch das Entwicklungsstadium der Blüten. Es konnte beobachtet werden, daß die Schäden zunehmen, je weiter die Blütenentwicklung fortgeschritten ist. SCHULTZ [zitiert bei KEMMER und SCHULZ (2)] ermittelte, daß von 52 Erntejahren 33 eine Übereinstimmung von Blühewetter und Ertrag zeigten und bei unterdurchschnittlichen Erträgen Blütenfrost eingetreten war. Besonders häufig gefährdet sind solche Apfelsorten, die sehr früh blühen. Die Obstbautechnik ist in der Lage, durch Maßnahmen wie Geländeheizung, Räuchern oder Beregnung in Frostnächten das Ausmaß der Blütenfrostschäden beträchtlich zu mindern. Obwohl diese Maßnahmen zusätzliche Ausgaben bedingen, machen sie sich noch bezahlt.

Wirtschaftlich günstiger wäre es jedoch, wenn Sorten vorhanden wären, welche die auftretenden Blütenfröste dadurch überstehen würden, daß sie während der Blüte einige Grad Frost ohne Schaden vertragen oder die Entwicklung der Blüte noch nicht so weit vorangekommen ist, daß die Blütenorgane geschädigt werden können. Beide Wege können vom Züchter zur Schaffung blütenfrostsicherer Sorten beschritten werden. Hier soll nur über die zweite Möglichkeit berichtet werden.

Es gibt einige Apfelsorten, die bis zu 8 Tagen später blühen als die Masse der vorhandenen Sorten. Solche

Sorten sind z. B. Königlicher Kurzstiel, Jonas Hannes und Spätblühender Taffetapfel. Die Fruchtqualität der letzten beiden Sorten ist nicht befriedigend, so daß sie kaum angebaut werden. Für manche Anbaulagen, und wie die Beobachtungen auch in Jahren mit Spätfrösten zeigen, besitzen Spätblüher eine Bedeutung für den Obstbau. Es muß daher Aufgabe der Züchtung sein, spätblühende Sorten zu schaffen, die in ihrer Fruchtqualität an die anderen im Anbau befindlichen Sorten heranreichen.

Von SCHMIDT (5) ist bereits 1940 darauf hingewiesen worden, daß die Züchtung spätblühender Apfelsorten möglich ist, da die späte Blüte genotypisch bedingt ist und „durchschlagend“ vererbt wird. Er berichtete über dreijährige Beobachtungen des Laubaustriebes und des Blühbeginns an den Nachkommen der spätblühenden Sorten Königlicher Kurzstiel und Spätblühender Taffetapfel. Bis zum Zeitpunkt der Mitteilung von SCHMIDT hatten noch nicht alle Sämlinge der beobachteten Nachkommenschaften geblüht. Um weitere Unterlagen über den züchterischen und praktischen Wert des Merkmals „späte Blüte“ zu bekommen, wurden die Beobachtungen über den Laubaustrieb und Blühbeginn von Spätblühern und deren Nachkommen ab 1951 fortgesetzt. Es liegen z. Z. 7jährige Beobachtungen an den in Tabelle 1 und 3 aufgeführten Sämlingsnachkommenschaften und Sorten vor. Von dem Spätblühenden Taffetapfel können keine Angaben über den Blühbeginn gemacht werden, da die Sorte nicht in unserem Sortiment vorhanden ist.

Um einen weiteren Einblick in die genetisch-physiologischen Beziehungen zwischen Austriebs- und Blütezeit zu bekommen, sollen insbesondere die 30 Sämlinge von Spätblühender Taffetapfel näher untersucht werden, da die anderen Nachkommenschaften zu klein sind.

Tabelle 1. Laubaustrieb bei Sämlingsmischkormensschaften von Spätblühern im Vergleich zu einigen Sorten (Angaben in %).

Bezeichnung	Tage nach Jahresbeginn:												Datum:					6. 5.						
	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120		121	122	123	124	125	126
Königlicher Kurzstiel		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3		8,3
× Geheimrat Dr. Oldenburg																								
Königlicher Kurzstiel			25,0																					
× Muskat-Rtte.																								
Königlicher Kurzstiel																								
× Kanada-Rtte.																								
Königlicher Kurzstiel																								
× Cox'Orangen-Rtte.																								
× Tafetapfel frei abg.																								
Jonas Hannes																								
Königlicher Kurzstiel																								
Danziger Kantapfel																								
Gelber Bellefleur																								
Weißer Astrachan																								
Ernst Bosch																								
Charlamowsky																								
Jonathan																								
Wintergoldparmäne																								
Berlepsch																								

## II. Ergebnisse

### 1. Laubaustrieb

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, erstreckt sich der Laubaustrieb bei den Sämlingen von Spätblühender Taffetapfel frei abg. über eine Gesamtzeit von 12 Tagen und liegt zum Teil später als der Laubaustrieb der Kombinationen mit Königlicher Kurzstiel. 9 Sämlinge beginnen noch später mit dem Laubaustrieb als Jonas Hannes. In Tabelle 2 sind die Sämlinge nach

Tabelle 2. Reihenfolge des Laubaustriebs bei Sämlingen von Spätblühender Taffetapfel im Vergleich zu einigen Sorten.

Bezeichnung	Tage nach Jahresbeginn	Beobachtungsjahre
B IIb, 18,29	126,3	7
B IIb, 19,20	126,1	7
B IIb, 18,10	124,6	7
B IIb, 19,10	123,8	7
B IIb, 19,27	123,4	7
B IIb, 19,33	123,4	7
B IIb, 19,19	123,0	7
B IIb, 19,4	122,8	4
B IIb, 18,31	122,6	7
B IIb, 19,29	121,7	7
B IIb, 19,32	121,7	7
B IIb, 19,21	121,6	7
B IIb, 19,23	121,4	7
B IIb, 19,18	121,1	7
B IIb, 19,28	120,8	5
B IIb, 18,30	120,0	7
B IIb, 19,31	119,7	7
B IIb, 19,17	119,3	7
B IIb, 20,1	118,8	7
B IIb, 19,30	118,8	7
B IIb, 19,13	118,4	7
B IIb, 18,33	117,8	7
B IIb, 19,24	117,6	7
B IIb, 19,16	117,1	7
B IIb, 18,34	116,6	7
B IIb, 19,25	116,6	7
B IIb, 19,7	116,3	7
B IIb, 19,12	116,0	7
B IIb, 19,22	115,3	7
B IIb, 19,5	114,6	7
Danziger Kantapfel	108,3	7
Gelber Bellefleur	107,7	7
Weißer Astrachan	107,3	7
Ernst Bosch	107,8	7
Charlamowsky	106,7	7
Jonathan	107,4	7
Wintergoldparmäne	112,0	7
Berlepsch	109,4	7
Jonas Hannes	122,1	7
Königlicher Kurzstiel	119,0	7

der Rangfolge ihres Laubaustriebs geordnet. Diese Rangfolge ist zweifellos genotypisch bedingt. Wie aus unseren Beobachtungen hervorgeht, schwankt der Laubaustrieb der Sämlinge in den einzelnen Jahren, da die Sämlinge auf die Witterungsverhältnisse unterschiedlich reagieren. Wir haben deshalb auch die mittlere Abweichung vom Mittelwert des Laubaustriebs berechnet und mit einigen Sorten verglichen. Die mittlere Abweichung schwankt von 5,8—9,3 Tagen bei den Sämlingen von Spätblühender Taffetapfel, von 9,3—10,5 Tagen bei den Vergleichssorten (Tabelle 2) außer Jonas Hannes und Königlicher Kurzstiel, deren mittlere Abweichung 7,0 und 7,1 Tage beträgt. Es gibt also Sämlinge, die weniger auf Witterungseinflüsse reagieren und eine geringe durchschnittliche Abweichung haben, und solche, die verhältnismäßig stark auf Witterungsunterschiede ansprechen. Am auffälligsten reagieren die zum Vergleich herange-

Tabelle 3. Blühbeginn bei Sämlingsnachkommenschaften von Spätblühern im Vergleich zu einigen Sorten (Angaben in %).

Bezeichnung	Tage nach Jahresbeginn:																				
	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
Königlicher Kurzstiel		9,1			9,1		27,3	9,1	18,2	18,2	13,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5
× Geheimrat Dr. Oldenburg												9,1									
Königlicher Kurzstiel												25,0									
× Muskat-Rtte.																					
Königlicher Kurzstiel												22,2									
× Kanada-Rtte.																					
Königlicher Kurzstiel												9,1									
× Cox'Orangen-Rtte.																					
Taffetapfel frei abg.												20,0									
Jonas Hannes												9,1									
Königlicher Kurzstiel												20,0									
Danziger Kantapfel																					
Gelber Bellefleur																					
Weißer Astrachan																					
Ernst Bosch																					
Charlamowsky																					
Jonathan																					
Wintergoldparmäne																					
Berlepsch																					

zogenen Sorten außer den Spätblühern Jonas Hannes und Königlicher Kurzstiel. Es ist auch wichtig, zu erfahren, wie häufig die einzelnen Sämlinge früher oder später als Jonas Hannes mit dem Laubaustrieb begonnen haben. Unsere diesbezüglichen Untersuchungen zeigen, daß es Sämlinge gibt, die regelmäßig, und solche, die nur in einzelnen Jahren später mit dem Laubaustrieb als Jonas Hannes beginnen.

2. Blühbeginn

Einen Gesamtüberblick vermittelt hier Tabelle 3. Es kommen in unterschiedlicher Häufigkeit alle Typen

Tabelle 4. Anzahl der Jahre, in denen die Sämlinge von Spätblühender Taffetapfel früher oder später als Jonas Hannes oder zur gleichen Zeit geblüht haben.

Bezeichnung	Blüte früher	Blüte später	Blüte zur gleichen Zeit	Zahl der Beobachtungsjahre
B Iib, 18,29	1	3	1	5
B Iib, 18,30	7			7
B Iib, 18,31	3			3
B Iib, 18,33	6	1		7
B Iib, 18,34	4			4
B Iib, 19,4	2			2
B Iib, 19,5	7			7
B Iib, 19,7	7			7
B Iib, 19,10	5	1		6
B Iib, 19,11	5		1	6
B Iib, 19,12	7			7
B Iib, 19,13	4	3		7
B Iib, 19,16	7			7
B Iib, 19,17	5	1	1	7
B Iib, 19,18	7			7
B Iib, 19,19	5		1	6
B Iib, 19,20		5	2	7
B Iib, 19,21	5	2		7
B Iib, 19,22	6	1		7
B Iib, 19,23	6			6
B Iib, 19,24	7			7
B Iib, 19,25	7			7
B Iib, 19,27	4			4
B Iib, 19,28	1	2	1	4
B Iib, 19,29	5		1	6
B Iib, 19,30	6			6
B Iib, 19,31	6		1	7
B Iib, 19,32	4	2		6
B Iib, 19,33	4	3		7
B Iib, 20,1	7			7
Danziger Kantapfel	7			7
Gelber Bellefleur	7			7
Weißer Astrachan	7			7
Ernst Bosch	6			6
Charlamowsky	7			7
Jonathan	7			7
Wintergoldparmäne	6			6
Berlepsch	7			7
Königlicher Kurzstiel	7			7

vom späten bis sehr späten Blühbeginn vor. Die Kombinationen mit Königlicher Kurzstiel blühen später als die zum Vergleich herangezogenen Sorten, übertreffen aber nicht die Muttersorte. Die Nachkommen von Spätblühender Taffetapfel fallen hinsichtlich ihres Blühtermins ebenso auf, wie dies schon beim Laubaustrieb der Fall war. Während beim Laubaustrieb 9 Sämlinge im Durchschnitt später waren als Jonas Hannes, sind es beim Blühbeginn nur 4 Sämlinge. Am auffälligsten verhält sich der Sämling 19,20, denn er blühte in 5 Jahren später als Jonas Hannes und in 2 Jahren zur gleichen Zeit. Das Verhalten der übrigen Sämlinge geht aus Tabelle 4 hervor. Aus Tabelle 5 ist die Reihenfolge des Blühbeginns zu ersehen. Die

mittlere Abweichung vom Mittelwert liegt in fast der gleichen Größenordnung wie beim Laubaustrieb und beträgt 3,1—9,7 Tage, nur die Rangordnung ist verschoben. Bei den Vergleichssorten fällt jedoch auf, daß die Werte der mittleren Abweichung vom Mittelwert beim Blühbeginn geringer sind als beim Laubaustrieb. Die Abweichung beträgt 7,1—8,3 Tage.

Die Unterschiede in der Häufigkeit des späteren Laubaustriebs und Blühbeginns, bezogen auf die

Tabelle 5. Reihenfolge des Blühbeginns und Differenz Laubaustrieb → Blühbeginn bei Sämlingen von Spätblühender Taffetapfel.

Bezeichnung	Blühbeginn Tage nach Jahres- beginn	Differenz Laubaustrieb-Blüh- beginn, Tage	Beobach- tungsjahre
B I Ib, 19,27	142,8	13,5	4
B I Ib, 19,31	142,6	17,7	3
B I Ib, 19,20	142,3	16,2	7
B I Ib, 19,29	141,6	14,6	5
B I Ib, 19,33	138,8	14,9	7
B I Ib, 19,13	138,3	20,7	7
B I Ib, 19,32	138,3	16,2	6
B I Ib, 18,34	137,8	18,5	4
B I Ib, 19,23	137,7	16,8	6
B I Ib, 19,21	137,4	15,9	7
B I Ib, 19,19	137,3	15,3	6
B I Ib, 19,17	137,0	17,6	7
B I Ib, 19,11	136,8	15,0	6
B I Ib, 19,10	136,7	13,7	6
B I Ib, 19,18	136,7	15,7	7
B I Ib, 19,29	136,2	15,0	6
B I Ib, 19,16	136,1	17,6	7
B I Ib, 19,31	136,1	17,3	7
B I Ib, 18,30	136,0	16,7	7
B I Ib, 18,33	135,7	17,9	7
B I Ib, 19,22	135,7	19,6	7
B I Ib, 19,30	135,0	16,3	6
B I Ib, 19,24	134,7	15,7	7
B I Ib, 19,12	134,4	18,4	7
B I Ib, 19,25	134,4	17,9	7
B I Ib, 20,1	134,4	18,0	7
B I Ib, 19,7	134,1	16,4	7
B I Ib, 19,28	134,0	16,4	4
B I Ib, 19,5	133,9	19,3	7
B I Ib, 19,4	130,0	13,0	2
Danziger Kantapfel	130,6	22,9	7
Gelber Bellefleure	131,7	25,4	7
Weißer Astrachan	127,4	21,7	7
Ernst Bosch	131,8	21,0	7
Charlamowsky	127,0	19,3	7
Jonathan	130,1	21,3	7
Wintergoldparmäne	133,7	21,7	7
Berlepsch	130,1	20,7	7
Jonas Hannes	139,0	16,9	7
Königlicher Kurzstiel	136,3	16,8	7

Sorte Jonas Hannes, deuten darauf hin, daß die Differenz Laubaustrieb-Blühbeginn bei den einzelnen Sämlingen im Vergleich zu den Sorten nicht immer gleich ist. Wie stark die Differenz bei den einzelnen Sämlingen im Durchschnitt ist, zeigt Tabelle 5. Wie die Unterschiede in der Differenz Laubaustrieb-Blühbeginn von Jahr zu Jahr schwanken, geht aus Tabelle 6 hervor. Aus einem Vergleich mit den Witterungsdaten ist ersichtlich, daß es besonders die Temperaturen sind, die diese Unterschiede hervorrufen. Allgemein fällt auf, daß die Differenz Laubaustrieb-Blühbeginn bei den Spätblühern geringer ist als bei den Vergleichssorten. Hier darf angenommen werden, daß die Witterung, die zu den späteren Terminen wesentlich günstiger ist, die Verkürzung der Differenz bewirkt. Auch die Verringerung der mittleren Abweichung vom

Tabelle 6. Mittlere Differenz in Tagen von Laubaustrieb → Blühbeginn von 1951 bis 1957.

1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Spätblühender Taffetapfel frei abg.						
18,9	13,3	16,9	13,9	20,9	15,4	17,1
Vergleichssorten (siehe Tabelle 1)						
24,1	16,9	22,5	16,9	20,4	18,0	31,8
Spätblüher (Jonas Hannes u. Königlicher Kurzstiel)						
18,5	14,0	13,5	15,0	22,5	17,0	17,5

Mittelwert beim Blühbeginn der Vergleichssorten gegenüber dem Laubaustrieb kann auf Witterungseinflüsse zurückgeführt werden.

Um ein Maß für die Abhängigkeit des Blühtermins vom Laubaustrieb zu bekommen, wurde der Regressionskoeffizient (3) berechnet. Er wurde mit  $b = 0,5$  bestimmt. Das heißt, 1 Tag verspäteter Laubaustrieb verändert den Blühtermin um einen halben Tag. In Abbildung 1 sind die Beziehungen zwischen Laubaustrieb und Blühbeginn eingezeichnet. Diese Abhängigkeit gilt nur für die untersuchten Sämlinge von spätblühender Taffetapfel. Es fällt jedoch auf, daß einige Sämlinge von diesem berechneten Wert 0,5 sehr stark abweichen. Es wurde daher auch das Bestimmtheitsmaß berechnet, welches angibt, welcher Anteil der Streuung vom Blühbeginn sich aus der Veränderung des Laubaustriebs erklären läßt. Bei den untersuchten Sämlingen lassen sich 59% der Streuung des Blühbeginns auf Veränderung des Laubaustriebs durch lineare Regression erklären. Die Streuung für die restlichen 41% hat demnach andere Ursachen. Es darf angenommen werden, daß sie vorwiegend genetischer Natur sind. Bei den abweichenden Sämlingen handelt es sich um solche, die sehr spät oder früh blühen. Bedingt durch ihre genetische Konstitution reagieren sie auf die herrschenden Witterungseinflüsse wesentlich anders als die Masse der untersuchten Sämlinge.

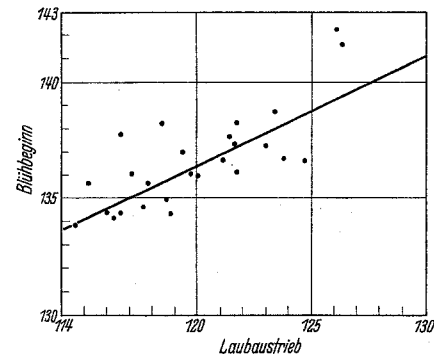


Abb. 1. Beziehungen zwischen Laubaustrieb und Blühbeginn. (Laubaustrieb und Blühbeginn in Tagen nach Jahresbeginn).

trieb und Blühbeginn eingezeichnet. Diese Abhängigkeit gilt nur für die untersuchten Sämlinge von spätblühender Taffetapfel. Es fällt jedoch auf, daß einige Sämlinge von diesem berechneten Wert 0,5 sehr stark abweichen. Es wurde daher auch das Bestimmtheitsmaß berechnet, welches angibt, welcher Anteil der Streuung vom Blühbeginn sich aus der Veränderung des Laubaustriebs erklären läßt. Bei den untersuchten Sämlingen lassen sich 59% der Streuung des Blühbeginns auf Veränderung des Laubaustriebs durch lineare Regression erklären. Die Streuung für die restlichen 41% hat demnach andere Ursachen. Es darf angenommen werden, daß sie vorwiegend genetischer Natur sind. Bei den abweichenden Sämlingen handelt es sich um solche, die sehr spät oder früh blühen. Bedingt durch ihre genetische Konstitution reagieren sie auf die herrschenden Witterungseinflüsse wesentlich anders als die Masse der untersuchten Sämlinge.

### 3. Bedeutung der Spätblüher für den Obstbau

Es ist von verschiedenen Autoren (1, 2) darauf hingewiesen worden, daß spätblühende Apfelsorten für manche Anbaulagen von Bedeutung sind, da die Verzögerung der Blüte die Blütenfrostdgefahr vermindert.

Da in unserem Institut in unmittelbarer Nähe der meteorologischen Station die spätblühende Sorte Jonas Hannes und einige andere Sorten stehen, ist die Möglichkeit gegeben, festzustellen, in welchem Blüh-

stadium die untersuchten Sorten in den Jahren 1952 bis 1955 von den Spätfrösten getroffen wurden (Abbildung 2—5)<sup>1</sup>.

1952 trat am 20. 5. stärkerer Bodenfrost auf und in manchen Lagen sanken die Temperaturen sogar in höheren Luftschichten erheblich unter den Gefrierpunkt. Da die Entwicklung des Fruchtansatzes infolge einer vorangegangenen Schönwetterperiode verhältnis-

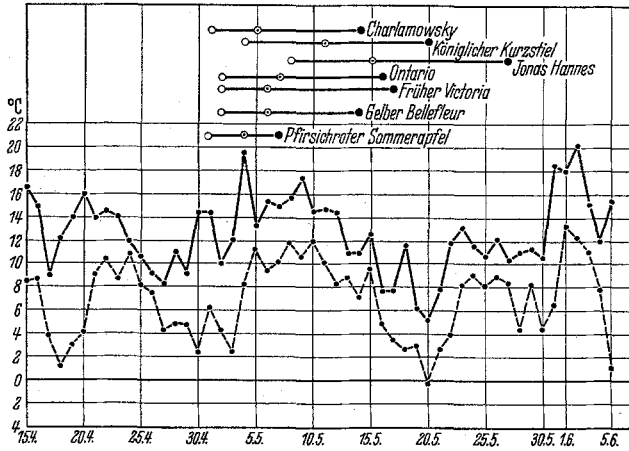


Abb. 2. Temperaturverlauf im Frühjahr 1952 in Müncheberg während der Apfelblüte.

Zeichenerklärung für Abb. 2—5: — = Tagesmittel; - - - = Minimum; ○ = Blühbeginn; ⊙ = Vollblüte; ● = Ende der Blüte.

mäßig weit fortgeschritten war, traten in Obstanlagen verbreitet starke Frostschäden an dem jungen Fruchtansatz bei allen Obstarten auf.

1953 wurden niedrige Temperaturen vom 8. 5. bis 10. 5. beobachtet. Zu dieser Zeit befanden sich die meisten Sorten in Vollblüte oder hatten diese über-

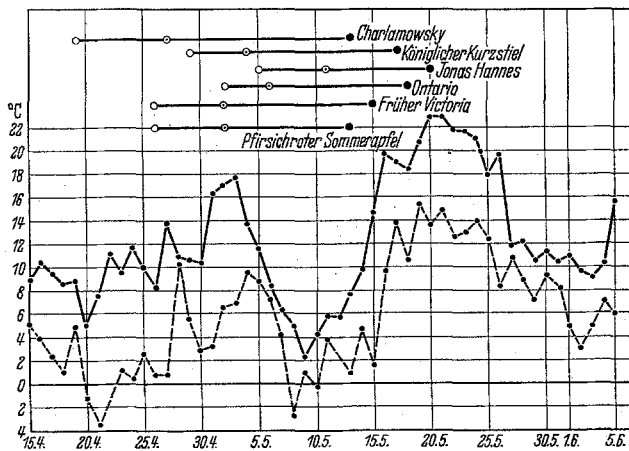


Abb. 3. Temperaturverlauf im Frühjahr 1953 in Müncheberg während der Apfelblüte.

schritten. Die Blüten oder die jungen Fruchtansätze befanden sich in einem empfindlichen Entwicklungsstadium. Eine Ausnahme macht hier die Sorte Jonas Hannes. Sie hatte z. Z. des Frostes noch nicht die Vollblüte erreicht und die Blüten befanden sich zum Teil noch im „Ballonstadium“. In diesem Entwicklungsstadium sind die empfindlichen Blütenorgane durch die Blütenblätter geschützt und können einige Frostgrade überstehen.

1954 waren die frühblühenden Sorten durch die am 14. 5. und 22. 5. eingetretenen Temperaturrückgänge

<sup>1</sup> Die benötigten Temperaturaufzeichnungen wurden uns von Herrn Diplom-Meteorologen Korzsch in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

gefährdet, während Jonas Hannes erst nach Beendigung der nachtfrostgefährdeten Tage mit der Blüte begann.

1955 ist am 22. 5. Nachtfrost aufgetreten, nachdem eine vorangehende Schönwetterperiode die meisten Sorten zur Blüte gebracht hat. Die am 22. 5. bis 29. 5. dauernde kühle Witterung hat das Aufblühen der Sorte Jonas Hannes verzögert, so daß die Blüte nun in eine Schönwetterperiode fällt.

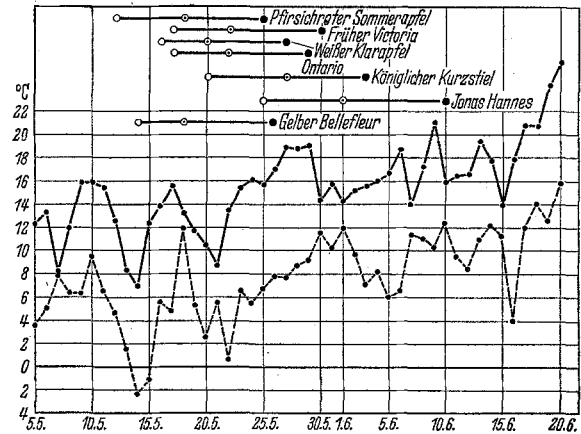


Abb. 4. Temperaturverlauf im Frühjahr 1954 in Müncheberg während der Apfelblüte.

Da die Temperaturmessungen in 2 m Höhe vorgenommen wurden, darf man annehmen, daß in den unteren Luftschichten und in Bodensenken die aufgetretenen Minimumtemperaturen noch niedriger waren. Obwohl man bestrebt ist, Flächen, die Kaltluftansammlungen begünstigen, vom Obstbau auszuschalten, lassen sich in einem unebenen Gelände oft nicht ideale Obstflächen finden. Hier sind dann ebenfalls spät-

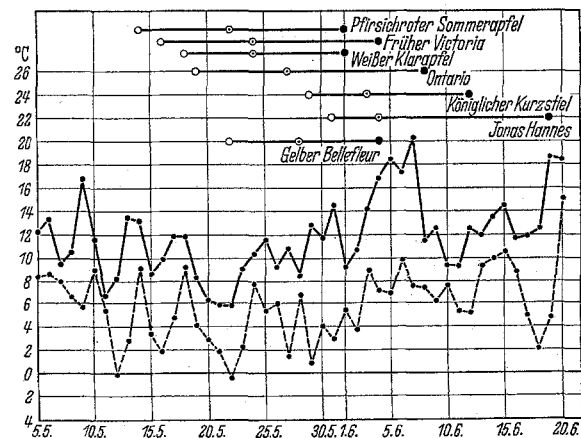


Abb. 5. Temperaturverlauf im Frühjahr 1955 in Müncheberg während der Apfelblüte.

blühende Sorten zum Anbau geeignet. Je später die Obstblüte, um so günstiger ist auch die Aussicht auf günstiges Flugwetter für die Bienen, die eine ausreichende Bestäubung sichern.

Wir haben auf Grund von Temperaturaufzeichnungen und phänologischen Beobachtungen, die uns vom Meteorologisch-Hydrologischen Dienst der DDR zur Verfügung gestellt wurden<sup>1</sup>, die Jahre 1952 bis 1955 in derselben Weise überprüft wie in Müncheberg und fast überall gleiche oder sehr ähnliche Verhältnisse festgestellt. Zwar fehlt diesen Vergleichen

<sup>1</sup> Dem Meteorologisch-Hydrologischen Dienst der DDR sei an dieser Stelle für die Überlassung der benötigten Temperaturaufzeichnungen bestens gedankt.

die Aussagekraft, die unsere Müncheberger Vergleiche besitzen, da die Beobachtungsbäume und die Wetterstationen nicht unmittelbar nebeneinander standen. Sie vermitteln jedoch einen Überblick, der sich mit unseren Müncheberger Beobachtungen sehr gut in Übereinstimmung bringen läßt. Auf Grund dieser Vergleiche wären spätblühende Sorten vielfach den Spätfrösten „entschlüpft“. Von SCHMIDT (6) ist an Hand mehrjähriger phänologischer Beobachtungen festgestellt worden, daß die Sorten Königlicher Kurzstiel etwa 4 bis 6 Tage und Jonas Hannes etwa 7 bis 9 Tage später blühen als die Masse der übrigen im Anbau befindlichen Sorten. Diese relative Blühzeit wird in den meisten Jahren von den Sorten eingehalten, auch wenn unterschiedliche Standortbedingungen vorliegen.

Nach Untersuchungen von ZWINTZSCHER (10) sind Blütenknospen um so frostempfindlicher, je weiter ihre Entwicklung fortgeschritten ist. Die bei Spätblühern im Frühjahr einsetzende späte Entwicklung läßt sie relativ frostresistent erscheinen. Die absolute Frostresistenz der Sämlinge dürfte mit der Entwicklungsverzögerung aber kaum im Zusammenhang stehen und hat andere Ursachen. Von ZELLER (9) liegen genaue Untersuchungen über den Entwicklungsverlauf von Blütenknospen beim Apfel vor. Unter den beobachteten Sorten befindet sich auch der Spätblühende Taffetapfel. Nach diesen Untersuchungen beginnt der Spätblühende Taffetapfel mit der Blütenknospendifferenzierung erst Anfang August, während andere Sorten schon Ende Juni bis Mitte Juli beginnen. Beim Spätblühenden Taffetapfel bleibt diese Entwicklungsverzögerung bis zum Frühjahr bestehen und beträgt gegenüber den Sorten Ernst Bosch, Boiken, Boskoop, Rheinischer Krummstiel, Prinz Albert, Berlepsch und Goldparmäne ungefähr 4 Wochen. Dann erst setzt die Entwicklung beschleunigt ein.

Der späte Eintritt von Spätblühender Taffetapfel in die Blütenphase drängt die Frage auf, inwieweit dadurch die Anlage von Blütenknospen durch Witterungseinflüsse gefördert oder gehemmt werden kann. Über den Witterungseinfluß auf die Blütenknospendifferenzierung liegen widersprechende Untersuchungen vor (4, 8), auf die in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden soll. Bei künftigen Arbeiten über den Einfluß der Witterung auf den Ertrag der Obstgehölze müßte der unterschiedliche Zeitpunkt der Blütenknospendifferenzierung mehr Beachtung finden. Es ist denkbar, daß die spät differenzierenden Sorten anders beeinflußt werden als unsere z. Z. im Anbau befindlichen Sorten. Es wäre sogar möglich, daß sie unter bestimmten klimatischen Verhältnissen Vorteile bringen.

### III. Folgerungen für die Züchtung

Die 7jährigen phänologischen Beobachtungen des Laubaustriebs und Blühbeginns an 30 Sämlingen des Spätblühenden Taffetapfels und an Kreuzungsnachkommen von Königlicher Kurzstiel erlauben ergänzend zu den Ausführungen von SCHMIDT (5) einen weiteren Einblick in die Genetik dieser Merkmale. Die späte Blüte ist genetisch bedingt. Es war jedoch ungeklärt, ob später Laubaustrieb gleichzeitig späte Blüte veranlaßt. Die diesbezüglichen Untersuchungen zeigen, daß die meisten Sämlinge zwischen Laubaustrieb und Blühbeginn eine feste Beziehung erkennen lassen. Die laufende Verkürzung der Differenz Laubaustrieb-Blüh-

beginn kann auf die Zunahme der Tagesmitteltemperatur zurückgeführt werden, welche den Ablauf physiologischer Vorgänge beschleunigt. Eine feste Beziehung zwischen Laubaustrieb und Blühbeginn lassen 59% Sämlinge erkennen, 41% weichen davon ab. Sie blühen entweder früher als Jonas Hannes, wie die Sämlinge 19,10 und 20,1, oder später, wie 18,29, 18,34, 19,13 und 19,20. Es gibt demnach auch Genotypen, die empfindlicher oder träger auf die herrschenden Temperatureinflüsse reagieren.

Wie unsere Beobachtungen an ein- und zweijährigen Sämlingen von Spätblühern zeigen, unterscheiden auch sie sich bereits erheblich im Laubaustrieb. Es besteht somit die Möglichkeit, im Primärstadium die spätreibenden Sämlinge zu erkennen. Wie bereits an den Nachkommenschaften von Königlicher Kurzstiel und Spätblühender Taffetapfel gezeigt wurde, wird die späte Blüte prävalierend vererbt. Im Vergleich mit einer Sämlingspopulation, z. B. Oldenburg frei abg., deren Aufspaltung hinsichtlich Laubaustrieb bekannt ist, lassen sich nun die Spättreiber aus der Nachkommenschaft von Sorten mit spätem Laubaustrieb und später Blüte kennzeichnen. Es besteht z. B. bei Spätblühender Taffetapfel die Möglichkeit, unter den Spättreibern 59% Sämlinge zu finden, die in Verbindung mit spätem Laubaustrieb auch späte Blüte verbinden und je Tag verspäteten Laubaustrieb einen halben Tag später blühen. Der Rest von 41% weicht von dieser Beziehung ab. Sie blühen entweder früher oder später. Es ist nicht bekannt, inwieweit die im Primärstadium gemachten Beobachtungen im Altersstadium noch zutreffen. Künftige Untersuchungen müssen hier Aufklärung bringen. Desgleichen müssen an einem großen Material verschiedener spätblühender Sorten weitere Untersuchungen über die Genetik des späten Laubaustriebes und der späten Blüte sowie über die physiologischen Zusammenhänge durchgeführt werden. Entsprechende Arbeiten sind in Müncheberg eingeleitet worden.

Bei der Züchtung von Spätblühern ist es selbstverständlich, daß neue Sorten allen Anforderungen des Obstbaues entsprechen müssen. Die Verbesserung der Fruchtqualität und der Frostresistenz ist auf dem Wege der Kombinationszüchtung möglich, zu der SCHMIDT (6) die Grundlagen geschaffen hat.

### IV. Zusammenfassung

1. In weiteren Untersuchungen über den Laubaustrieb und den Blühbeginn an Sämlingen von Spätblühern konnte bestätigt werden, daß diese Merkmale genotypisch bedingt sind und prävalierend vererbt werden.

2. An Sämlingen von Spätblühender Taffetapfel ließ sich eine Beziehung zwischen spätem Laubaustrieb und Blühbeginn nachweisen.

3. Der obstbauliche Vorteil spätblühender Sorten wurde durch vergleichende Beobachtungen mit anderen Sorten während einiger Jahre, in denen Spätfröste auftraten, nachgewiesen.

4. Die züchterische Möglichkeit zur Schaffung spätblühender Sorten mit guten Fruchteigenschaften wird besprochen.

Die phänologischen Beobachtungen wurden von der technischen Assistentin Fräulein IRMGARD WEBERS durchgeführt. Für die Hilfe sei ihr herzlichst gedankt.

## Literatur

1. FRIEDRICH, G.: Der Obstbau. Neumann-Verlag 1956. — 2. KEMMER, E. und F. SCHULZ: Das Frostproblem im Obstbau. München: Bayrischer Landwirtschaftsverlag 1955. — 3. LINDNER, A.: Statistische Methoden. Basel: Verlag Birkhäuser 1957. — 4. PEICHL, L.: Die Beziehung zwischen Ertrag und Witterung beim Kernobst. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 95, 233—260 (1952). — 5. SCHMIDT, M.: Später Laubaustrieb und späte Blüte, ein Zuchtziel beim Apfel. Der Züchter 12, 281—289 (1940). — 6. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. I. Phänologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommenschaften von Kultursorten. Der Züchter 17/18, 161—224 (1947). — 7. SCHMIDT, M.: Mehrjährige Beobachtungen über den Blühbeginn von Apfelsorten. Archiv f. Gartenbau II, 355—384 (1954). — 8. STENZ, S.: Über den Einfluß von Witterung und meteorologischen Größen auf die Ertragsleistung von Obstgehölzen. Veröffentlichungen des Instituts für Agrarmeteorologie der Karl-Marx-Universität Leipzig 1, H. 2 (1956). — 9. ZELLER, O.: Entwicklungsverlauf der Infloreszenzknospen einiger Kern- und Steinobstsorten. Angewandte Botanik 29, 69—89 (1955). — 10. ZWINTZSCHER, M.: Experimentelle Untersuchungen zur Züchtung von Obstgehölzen und Blüten. I. Malusformen. Z. f. Pflanzenzüchtung 26, 245—352 (1944).

## Über die Ursachen der Zusammenhänge zwischen Temperaturgestaltung und Aufblühdaten von Obstgehölzen sowie über die Temperaturempfindlichkeit der Pflanzen

Von PÁL TAMÁS, Balsgård, Fjälkestad (Schweden)

Mit 4 Abbildungen

### I. Der Einfluß klimatischer Faktoren auf den Zeitpunkt des Aufblühens. Methodologische Untersuchungen über die Temperatursummenberechnung

#### 1. Einleitung

Betrachtet man die Reaktionsprozesse der lebenden und der leblosen Welt, so ist die grundlegende Bedeutung der Temperaturveränderungen offensichtlich. Die Intensität der Assimilation und der Atmung grüner Pflanzen ist von der Temperatur abhängig. Aus diesem Grunde hat man die Temperatur als einen der wichtigsten Faktoren für Wachstum und Entwicklung der Pflanzen in Betracht zu ziehen.

Der zwischen der Temperaturgestaltung und den Entwicklungsstadien des Pflanzenorganismus bestehende enge Zusammenhang hatte sogar die Entwicklung eines selbständigen Zweiges der Wissenschaft, der Phänologie, zur Folge. Die Phänologie ist das Grenzgebiet zwischen Biologie und Meteorologie und strebt eine Bestimmung der Gesetzmäßigkeiten an, wodurch die auf die pflanzlichen Lebensprozesse ausgeübte Wirkung der Außenfaktoren zum Ausdruck gebracht wird.

Die Phänologie will diese Aufgabe lösen, indem sie innerhalb des pflanzlichen Lebensprozesses charakteristische Stadien feststellt und erforscht, welche Konstellation der Außenfaktoren diese physiologischen Stadien herbeiführt. Von den physiologischen Stadien der Holzpflanzen wurde die Blütezeit der Obstgehölze am eingehendsten studiert. Der Grund hierfür ist die hochgradige Abhängigkeit des Beginns und der Dauer der Blütezeit von der Gestaltung äußerer Verhältnisse, die leicht zu beobachten und mit größter Genauigkeit registrierbar sind. Gleichzeitig steht die Biologie der Blüte mit der Genetik und Physiologie der Fruchtbarkeit im unmittelbarsten Zusammenhang. Deshalb sind die diesbezüglichen Kenntnisse sowohl für diese beiden Zweige der Wissenschaft als auch für die praktische Obstproduktion unentbehrlich.

Der Beginn der Blütezeit von Kernobstsorten kann selbst in dem gleichen Obstgarten allein durch die Einwirkung der Witterungsverhältnisse einzelner Jahre eine dreiwöchentliche Verschiebung erfahren (SISLER und OVERHOLSER 1943, BROWN 1940, SCHMIDT 1954 und andere). Bereits im vorigen Jahrhundert waren zahlreiche Forscher bestrebt, den Zusammenhang zwischen den äußeren Verhältnissen und dem Zeitpunkt der Blüte zu klären. ZIEGLER (1879) führt den Begriff „Temperatursumme“, HOFFMANN (1887) den „Temperaturschwellenwert“, d. h. den „Nullpunkt des Lebens“ ein. BOS (1906) analysiert in seiner großen Studie kritisch Prinzipien und Methoden der Phänologie und bezweifelt auf Grund der bisherigen Erfahrungen, daß es jemals möglich sein werde, die genaue Gesetzmäßigkeit zwischen pflanzlichen Lebensprozessen und Temperaturgestaltungen zu entdecken.

PHILLIPS (1922) fand, indem er sich auf 10jährige Beobachtungsdaten stützte, für das Küstengebiet des Pazifischen Ozeans der USA eine Verschiebung des Blütezeitbeginns von 4,6 Tagen für jeden Breitengrad, die Höhe über dem Meeresspiegel verursacht eine Verschiebung um einen Tag je 33—34 m. Er selbst weist jedoch darauf hin, daß sich aus diesen Durchschnittswerten auch bedeutende räumliche Verschiebungen ergeben. Die Höhe über dem Meeresspiegel oder ein gegebener Breitenkreis wirken also nicht unmittelbar, sondern wegen der abweichenden ökologischen Gegebenheiten mittelbar auf den Zeitpunkt der Blüte bestimmter Sorten.

CRANDALL (1924) und ELLENWOOD (1925) gelangten zu der Schlußfolgerung, daß Veränderungen der Abweichungen der Blütezeit in erster Linie von der Temperaturgestaltung gegebener Jahre abhängen, jedoch müssen notwendigerweise auch sonstige Faktoren dabei im Spiele sein. Es gelang ihnen nicht, auf Grund ihrer angewandten Methoden die Gesetzmäßigkeiten der Zusammenhänge zu klären.

HERBST und WEGER (1939, 1940) führten eine wesentliche Verbesserung der Formel für die Temperatursummenberechnung durch. Auf Grund eingehender Untersuchungen an Birnensorten stellten sie hinsichtlich der Entfaltung der Blütenknospe  $+ 6^{\circ}\text{C}$  ( $43^{\circ}\text{F}$ ) als Temperaturschwellenwert fest. Nach Beendigung der Ruheperiode der Bäume, d. h. ihrer Meinung nach ab 1. Januar, summieren sie die „aktiven“ Temperaturgrade stündlich. Der Durchschnittswert des Temperatursummenbedarfes von 18 Birnensorten variiert, wie 5jährige Untersuchungen zeigten, zwischen  $3013\text{—}3440^{\circ}\text{C}$  auf Grund der „Grad  $\times$  Stunde — Einheit“. Dies spricht also für eine hochgradige Genauigkeit dieser Methode.

Später wurde diese Methode „vereinfacht“. Zu Temperatursummenberechnungen wurden die Daten täglicher Durchschnittstemperaturen benutzt und die sich auf Tage mit Tagesmittel der Lufttemperatur oberhalb des Schwellenwertes beziehenden Daten summiert. SISLER und OVERHOLSER (1943) stellten durch einen Vergleich der im Wenatchee Tal (Staat Washington) in den Jahren 1926—1943 erhaltenen phänologischen und meteorologischen Daten eine sich innerhalb ziemlich weiter Grenzen bewegende Variation (Temperatursumme von  $513\text{—}639^{\circ}\text{C}$ ) des Temperatursummenbedarfes der Apfelsorte *Delicious* vom 1. Februar bis zur Blütezeit fest. SCHMIDT (1954) fand auf Grund seiner Untersuchungsdaten von vier Jahren einen Temperatursummenbedarf für die frühestblühende Apfelsorte eines großen Sortiments innerhalb der Grenzen von  $87$  und  $144^{\circ}\text{C}$ , falls er vom 1. Januar bis zum Zeitpunkt der Blüte lediglich die Temperaturwerte oberhalb  $+ 6^{\circ}\text{C}$  summierte.

Wegen der großen Abweichungen zwischen der auf Grund der mittleren Tagestemperaturen berechneten Temperatursummen und der tatsächlichen Daten der Blüte