

Mitteilung aus der Reichsforschungsanstalt für Lebensmittelriechhaltung, Karlsruhe

Untersuchungen über die Haltbarkeit verschiedener Kartoffelsorten während der Lagerung bei hoher Temperatur und hoher relativer Luftfeuchtigkeit

Von B. Stille

Bei der langfristigen Lagerung von Speisekartoffeln ist es bisweilen nicht möglich, die günstigsten Lagertemperaturen einzuhalten. Ist aber die Lagertemperatur zu hoch, so werden einerseits die Stoffwechselfvorgänge innerhalb der Kartoffelknollen und andererseits die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Virulenz parasitärer Mikroorganismen sehr gesteigert. Die bisher unter praktischen Verhältnissen gewonnenen Erfahrungen sind indessen keineswegs übereinstimmend. Sieht man von der Tatsache ab, daß die Kartoffeln kurz nach der Ernte ihre größte Lagerfähigkeit aufweisen, so läßt sich feststellen, daß bisweilen über befriedigende Haltbarkeit berichtet wird, während häufiger — trotz gleicher Lagerbedingungen — über raschen Verderb geklagt wird. Es war daher naheliegend, den Grund hierfür wenn auch nicht ausschließlich, so doch zu einem großen Teil der Sortenfrage zuzuschreiben und in Lagerversuchen unter ungünstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen zunächst die Verderbgeschwindigkeit verschiedener Kartoffelsorten zu verfolgen. Wenn auch die Versuche vorerst orientierender Art waren, so ergaben sie doch derart auffällige Unterschiede hinsichtlich der Lagerfähigkeit bestimmter Kartoffelsorten, daß eine Mitteilung darüber geboten erscheint.

Die Versuche wurden im Spätherbst 1942 aufgenommen und ausschließlich an einwandfreiem Saatgut 16 verschiedener Kartoffelsorten durchgeführt.

Zu Beginn der Einlagerung wurden die Kartoffeln sorgfältig sortiert und alle Knollen, die geringfügige Schadstellen aufwiesen oder erheblich von der Durchschnittsgröße abwichen, ausgeschieden. Die Lagerungsversuche wurden im Tropenraum unter Einhaltung einer konstanten Temperatur von + 28° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 95 % durchgeführt. Dabei wurde für eine ausreichende und gleichmäßige Luftumwälzung mittels Ventilator gesorgt, um lokale Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede innerhalb des Versuchsraumes auszugleichen. Als unvorteilhaft erwies es sich, die Kartoffeln in Jutesäcken zu lagern, da die Säcke selbst infolge der hohen Luftfeuchtigkeit verschimmeln und dadurch das Lagergut schädigen. Deshalb wurden offene Holzsteigen mit einer Einwaage von je 10 kg Kartoffeln verwendet.

Versuch I

Die erste Versuchreihe wurde am 27. 11. 1942 angesetzt, also zu einem Zeitpunkt im Spätherbst, zu dem die Kartoffeln sich noch in der Ruheperiode befanden und somit aus inneren Gründen noch ihre längste Lagerfähigkeit besaßen. Die Lagerdauer wurde insgesamt auf einen Zeitraum von 90 Tagen ausgedehnt. Dabei erfolgten in Abständen von etwa je 20 Tagen sorgfältige Kontrollen, bei denen die gesamten Schwundverluste (Fluktuat, Atmung, Transpiration) gewichtsmäßig ermittelt und

alle verdorbenen Knollen aussortiert wurden, um eine weitere Infektion gesunder Kartoffeln zu vermeiden. Gleichzeitig wurden Beginn und Verlauf des Auskeimens bei den einzelnen Sorten verfolgt. Im übrigen wurden die Keime während der Lagerzeit nicht von den Knollen entfernt, um keine zusätzlichen Infektionsquellen zu schaffen.

In der Tabelle 1 ist das Gewicht der nach verschiedenen Lagerzeiten noch brauchbaren Kartoffel-

Tabelle 1

Sorte:	Gewicht der gesunden Knollen in kg:					% -Verlust am 27. 11. 17. 12. 6. 1. 25. 1. 16. 2. nach 80 Tg.
	27. 11.	17. 12.	6. 1.	25. 1.	16. 2.	
a) Frühe Sorten:						
Frühbote	10,00	9,38	8,89	8,69	8,27	17,9
Frühe Hörnchen	10,00	9,27	9,03	8,38	7,84	21,6
Frühmölle	10,00	8,33	7,53	6,27	3,71	62,9
Sieglinde	10,00	8,47	8,33	8,05	7,66	23,4
b) Mittelfrühe Sorten:						
Böhms						
Mittelfrühe	10,00	10,00	9,57	9,12	8,52	14,8
Flava	10,00	8,74	8,07	7,18	6,62	33,8
Frühgold	10,00	9,58	9,15	8,55	8,00	20,0
c) Späte Sorten:						
Ackersegen	10,00	10,00	9,52	9,44	8,92	10,8
Edelgard	10,00	8,84	8,22	6,58	4,74	52,8
Erdgold	10,00	9,92	9,36	9,16	8,35	16,5
Glückspilz	10,00	9,37	8,57	7,91	7,08	29,2
Merkur	10,00	6,89	6,11	5,16	4,76	52,4
Ostbote	10,00	9,49	9,09	8,67	7,95	20,5
Prisca	10,00	9,78	9,76	9,56	9,02	9,8
Voran	10,00	9,79	9,16	8,52	8,15	18,5
Wekaragis	10,00	9,09	8,93	8,22	7,16	28,4

knollen wiedergegeben. Da das Anfangsgewicht in jedem Fall 10 kg beträgt, läßt sich die im Verlaufe der Lagerung bei den einzelnen Sorten eingetretene prozentuale Gewichtsabnahme für jeden Zeitpunkt bequem durch Subtraktion der betreffenden Tabellenwerte ermitteln.

Die während einer achtzig-tägigen Lagerung bei + 28° C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit eingetretenen Schwundverluste weisen also beachtliche Unterschiede auf. Die Extreme liegen um mehr als das Sechsfache, nämlich 9,8 % (Prisca) und 62,9 % (Frühmölle) auseinander. Besonders geringe Verluste zeigen die Sorten Ackersegen und Prisca; auch die Einbußen bei Erdgold, Frühbote, Böhms Mittelfrühe und Voran bewegen sich in mäßigen Grenzen. Besonders stark ist dagegen der Ausfall bei Edelgard, Frühmölle und Merkur. Auch Flava weist unter diesen extremen Lagerbedingungen nur eine geringfügige Haltbarkeit auf.

Hinsichtlich der Konsistenz zeigte sich Ackersegen allen übrigen untersuchten Sorten deutlich überlegen; nach 80-tägiger Lagerung waren die Knollen noch völlig fest und glattschalig, dagegen waren Voran und Prisca leicht und alle übrigen Sorten stärker oder sehr stark geschrumpft.

Bei allen Sorten ließ sich ein sehr rasches Auskeimen der Kartoffeln feststellen. Bereits nach

dreiwöchiger Lagerung war durch Keimbildung eingetreten. Allerdings erreichten die Triebe unter den abnormen Außenbedingungen nicht nur eine geringe Länge — höchstens 5 cm — und sehr bald, und zwar zunächst von den Enden aus, infolge Bakterien- und Pilzbefalles des zarten meristematischen Gewebes abzusterben.

Für den gesamten Schwundverlust spielte also die Keimbildung nur eine sehr geringfügige Rolle; auch die Gewichtsabnahme durch Atmung und Transpiration bewegte sich durchweg in mäßigen Grenzen. Der Hauptanteil des Gewichtsschwundes war vielmehr auf ein direktes Verfaulen der Kartoffeln zurückzuführen, und zwar handelte es sich überwiegend um die „Naßfäule“ der Kartoffel, hervorgerufen durch *Bacterium phytophthorum*. Der Erreger dieser Krankheit baut die Pektinmembranen der Mittellamellen ab, so daß der gesamte Knolleninhalt mit Ausnahme der „Schale“ in eine weichfaule, breiige Masse zerfällt.

Versuch II

Die zweite Versuchsreihe wurde 4 Monate später, und zwar am 22. 3. 1943, aufgenommen; sie lief ebenfalls 80 Tage lang unter den gleichen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen (28° C, 95 % Feuchtigkeit). Es wurden die gleichen Kartoffelsorten wie im Versuch I erprobt. Der einzige Unterschied gegenüber dem früheren Versuch bestand also darin, daß seit der Ernte nunmehr ein längerer Zeitraum verstrichen war, und die Kartoffeln eine Alterung — und somit eine Verkürzung der weiteren Lagerfähigkeit — erfahren hatten. Bis zum Beginn des Versuches waren sämtliche Kartoffelsorten unter möglichst günstigen Bedingungen im Kühlraum bei +6° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 90 % gelagert worden. Ein Austreiben der Kartoffelaugen war während der Kühlagerung in keinem Falle eingetreten.

Die Schwundverluste der verschiedenen Kartoffelsorten während einer Lagerung bei -28° C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit sind in der Tab. 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Sorte:	Gewicht der gesunden Knollen in kg:				% - Verlust nach 80 Tagen
	am 22. 3.	12. 4.	10. 5.	10. 6.	
Frühbote	10,00	9,18	7,96	6,59	34,1
Frühe Hörnchen	10,00	8,88	7,07	4,97	50,3
Frühmöller	10,00	5,96	4,57	2,82	71,8
Sieglinde	10,00	6,83	5,88	4,27	57,3
Böhms Mittelfrühe	10,00	9,69	8,53	7,19	28,1
Flava	10,00	8,57	7,21	6,81	31,9
Frühgold	10,00	9,42	8,24	5,20	48,0
Ackersegen	10,00	9,74	9,10	8,12	18,8
Edelgard	10,00	7,89	5,94	3,30	67,0
Erdgold	10,00	9,70	8,52	7,34	26,6
Glückspilz	10,00	8,81	7,42	6,28	37,2
Merkur	10,00	8,79	6,54	4,79	52,1
Ostbote	10,00	9,54	8,82	7,34	26,6
Prisca	10,00	9,58	8,90	7,62	23,8
Voran	10,00	9,37	8,24	6,80	34,0
Wekaragis	10,00	9,13	8,03	5,61	43,9

Im wesentlichen werden somit durch diese Versuchsreihe die Ergebnisse des ersten Versuches bestätigt. Die Verluste sind selbstverständlich nunmehr durchweg größer, da ja die Kartoffeln vor ihrer Einlagerung im Tropenraum bereits eine längere Vorlagerung im Kühlraum erfahren hatten. Eine gewisse Verschiebung hinsichtlich der Lagerfähigkeit der verschiedenen Sorten läßt sich allerdings insofern feststellen, als nunmehr sämtliche frühen Sorten eine sehr beschränkte Haltbarkeit aufweisen. Diese Erscheinung erklärt sich aus der Tatsache, daß die Frühkartoffeln durchweg stärker

arm sind und infolgedessen ihre Reservestoffe unter derart ungünstigen Lagerbedingungen rasch erschöpften, so daß sie dem Befall durch „Schwächeparasiten“ keinen Widerstand entgegenzusetzen können.

Die geringsten Verluste traten bei der Sorte Ackersegen ein; dann folgten mit abnehmender Haltbarkeit die Sorten Prisca, Erdgold, Ostbote, Böhms Mittelfrühe, Flava, Voran, Frühbote, Glückspilz, Wekaragis, Frühgold, Frühe Hörnchen, Merkur, Sieglinde, Edelgard und Frühmöller; dabei verdient besondere Beachtung, daß auch der Stärkegehalt der einzelnen Kartoffelsorten durchweg in der gleichen Reihenfolge abnimmt.

Trotz der ungünstigen Lagerbedingungen hatte die Konsistenz von Ackersegen kaum eine Veränderung erfahren; auch Prisca, Voran und Glückspilz wiesen noch eine gute Beschaffenheit auf. Völlig geschumpft dagegen waren Frühe Hörnchen, Sieglinde, Wekaragis, Merkur, Edelgard, Frühgold und Frühmöller, während die übrigen untersuchten Sorten mäßige Schrumpfung aufwiesen. Die Keimbildung trat auch bei dieser Versuchsreihe durchweg nur in sehr geringem Umfang in Erscheinung; meistens starben die Austriebe ab, ohne eine Länge von mehr als 5 cm zu erreichen, so daß ihr Anteil an den gesamten Schwundverlusten unerheblich war.

Zusätzliche Versuche

Im Anschluß an die Erprobung der Lagerfähigkeit unter ungünstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen wurden die verschiedenen Kartoffelsorten außerdem einer Speisewertprüfung unterzogen. Dabei ergab sich durchweg die stärkste geschmackliche Beeinträchtigung — im Vergleich zur Ausgangsqualität — bei jenen Sorten, die auch die höchsten Schwundverluste während der Lagerung erfahren hatten.

Schließlich wurde noch in einem besonderen Versuch die Resistenz der verschiedenen Kartoffelsorten gegenüber einer künstlichen Infektion durch Mikroorganismen ermittelt. Zu diesem Zweck wurden am 14. 4. 1943 je 20 einwandfreie saubere Knollen von jeder Sorte (nach vorheriger Kühlagerung) mit Hilfe eines Skalpellts etwa 5 mm tief eingereizt; darauf wurden die Wundflächen mit einem Preßsaft, der von verfaulten Kartoffeln gewonnen war, künstlich infiziert. Die Lagertemperatur während des Versuches betrug 28° C, die relative Luftfeuchtigkeit 95 %.

Abgesehen von einigen geringfügigen Abweichungen, die auf das für statistische Zwecke geringe Zahlenmaterial und vor allem auf die unterschiedliche Verletzung und Infektion der Knollen zurückzuführen sind, bestätigte dieser Versuch vollauf die früheren Befunde: Jene Sorten, die sich durch eine gute Lagerfähigkeit auszeichneten, erwiesen sich auch gegenüber der künstlichen Infektion als besonders resistent, während die Sorten mit geringer Haltbarkeitsdauer einem raschen parasitären Befall anheimfielen. So waren z. B. schon nach dreiwöchiger Lagerdauer sämtliche künstlich infizierten Knollen der Sorte Frühmöller verfault; dagegen betrug der Anteil der verfaulten Knollen bei der Sorte Ackersegen nach 14wöchiger Lagerung unter den gleichen Bedingungen nur 40 %. Obgleich die Infektion stets mit einem Gemisch verschiedener parasitärer Mikroorganismen herbeigeführt worden war, wiesen die verdorbenen Knollen ausnahmslos Naßfäule auf, eine Erscheinung, die auf die sehr starke Virulenz von *Bacterium phytophthorum* zurückzuführen ist.