

Arbeitszeit von ca. 2232 AKh zu bezahlen, d. h. welche zusätzlichen Kosten entfallen noch über den tariflichen Stundenlohn auf jede Arbeitsstunde:

1. 13 bezahlte Urlaubstage  $\times$  9 h = 117 h
2. 7,5 Krankengeldtage  $\times$  9  $\times$  0,4 = 27 h  
(der Rest ist Krankengeld)
3. 10 gesetzliche Feiertage  $\times$  8 h = 80 h

zusätzlich zu bezahlen also 224 h

Auf jede tatsächlich geleistete Arbeitsstunde entfallen also etwa 10 % zusätzliche Kosten noch außer der Sozialversicherung. Die Kosten einer Arbeitsstunde betragen daher z. B. für Niedersachsen, Lohngruppe II, Lohngebiet I nach den neuesten Vereinbarungen:

	1,38 DM
+ 10 % Zusatzkosten	0,14 DM
	1,52 DM
+ 10 % Soziallasten	0,15 DM
	1,67 DM

Das sind rund 121 % des tariflichen Stundenlohns, ohne daß Weihnachtsgeld und sonstige Zuwendungen berücksichtigt wurden.

Mit dieser Aufrechnung der wirklichen Kosten einer Arbeitsstunde ist selbstverständlich keine Kritik der Lohnstarife in irgend einer Form verbunden. Dem rechnenden Landwirt sollte lediglich die Möglichkeit gegeben werden, bei Kalkulationen mit wirklich zutreffenden Werten zu rechnen.

Otto Fischnich und Christoph Pätzold, Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung

## VERLUSTARME UND DIE QUALITÄT ERHALTENDE LAGERUNG VON KARTOFFELN DURCH TEMPERATUR-, CHEMIKALIEN- ODER STRAHLENEINWIRKUNG

Um Kartoffeln verlustarm zu lagern, dabei ihre Qualität zu erhalten, lassen sich mit Erfolg eine Reihe von Methoden anwenden.

### Temperatureinwirkung

Eine dieser Methoden ist die Aufbewahrung der Kartoffeln innerhalb eines bestimmten Temperaturbereiches. Dabei wird, wenn dieser (2° bis 6° C) nicht unter- oder überschritten wird, ein günstiger Einfluß auf Erhaltung des Gewichtes und der Qualität des Lagergutes ausgeübt. Auch der Austrieb der Keime vollzieht sich dann nur langsam. Um eine solch niedrige Temperatur über einen Zeitraum von mehreren Monaten bis zum Legen der Kartoffeln einerseits und bei Konsumware bis zum Anschluß an die Frühkartoffelernte andererseits erreichen zu können, ist die Errichtung von Speziallagerstätten erforderlich, die zur Zeit noch nicht in genügendem Umfang zur Verfügung stehen.

### Chemikalien zur Keimverzögerung

Auch mit Chemikalien sind gute Ergebnisse zur Keimverzögerung bei Pflanzkartoffeln, besonders aber hinsichtlich der Keimhemmung von Speise- und Futterkartoffeln, erzielt worden. Bisher wurde die Verwendung solcher, von der Biologischen Bundesanstalt anerkannter Substanzen von ärztlicher Seite nicht beanstandet. Immerhin mehren sich die Stimmen, die alle körperfremden Stoffe bei der Lagerung und Erhaltung unserer Grundnahrungsmittel ausgeschaltet wissen wollen. Durch diese und andere Bedenken wurden Untersuchungen ausgelöst, die bisher allerdings noch keinen Abschluß gefunden haben.

### Strahleneinwirkung natürlichen und Kunstlichtes

Der hemmende Einfluß von Lichtstrahlen auf die Entwicklung von Kartoffelkeimen ist seit langem bekannt. Der zünftige Frühkartoffelanbauer macht davon insofern praktischen Gebrauch, als er Pflanzkartoffeln entweder Tageslicht (2) oder Kunstlicht (1) aussetzt. Durch diese Behandlung erhält er

gedrungene, fest an der Knolle sitzende Keime mit Wurzelanlagen. Keime und Wurzeln dieser vorgetriebenen Kartoffeln beginnen nach dem Legen in der feuchten Erde schnell zu wachsen. Sie sind die Gewähr für einheitliche Entwicklung und gute Ertragsbildung.

Für die Aufbewahrung von Konsumkartoffeln kann dieser Weg jedoch nicht beschritten werden. Läßt sich hierbei auch das Keimwachstum weitgehend hemmen, so färben sich die Knollen bei Belichtung mehr oder weniger grün. Außerdem wird hierbei in ihnen Solanin angereichert. Der Verzehr grüner, solaninhaltiger Kartoffeln kann bei Mensch und Tier Vergiftungen hervorrufen.

### Röntgenbestrahlung und Einwirkung von Strahlen radioaktiver Substanzen

Neuerdings hat man auch Röntgenstrahlen und Strahlen radioaktiver Substanzen (4) u. a. zur Lagerung und Konservierung von Kartoffeln mit gutem Erfolg geprüft<sup>1)</sup>.

Unsere ersten Resultate über die Wirkung von Röntgenstrahlen auf Kartoffeln wurden 1955 in der „Landbauforschung“ mitgeteilt (3). Auf die inzwischen weitergeführten Untersuchungen und die dabei gewonnenen Erkenntnisse soll hier etwas näher eingegangen werden.

#### 1. Röntgenbestrahlung

Für die Bestrahlung wählten wir kleine, mittelgroße und große Knollen einer frühen (Vera), mittelfrühen (Bona) und späten Sorte (Ackersegen). Die erste wurde am 12. 12. 1955 mit 250 bis 8000 r, eine weitere mit 1000 bis 16 000 r am 19. 4. 56 vorgenommen<sup>2)</sup>. Danach lagerten die Knollen in einem Keller bei wechselnder Temperatur (4° → 2° → 14° C). Das

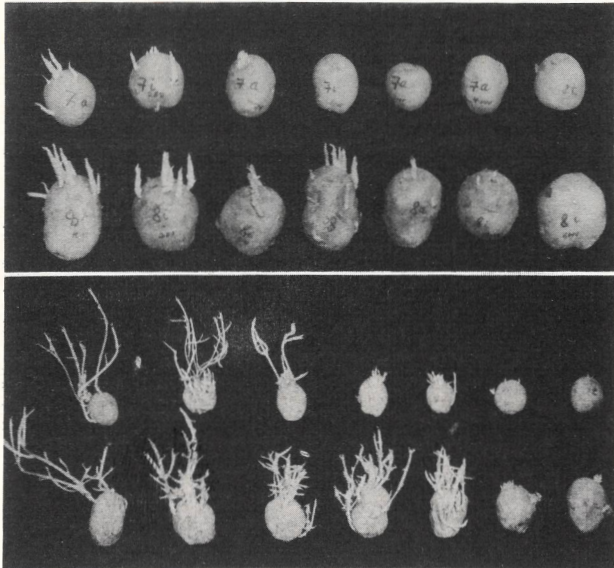
<sup>1)</sup> Die Behandlung von Kartoffeln mit Röntgen- und Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes wurde uns durch das Entgegenkommen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig ermöglicht. Oberreg.-Rat Dr. Jäger, Dr. Kolb und Dr. Weiss sei auch an dieser Stelle für ihre lebenswürdige Unterstützung gedankt.

<sup>2)</sup> Technische Daten: Spannung an der Röntgenröhre 80 kV, Röhrenstrom 20 mA, ohne Zusatzfilter, r-Zufluß 59 bzw. 47 r/min.

Wachstum der Keime wurde in bestimmten Abständen im Bilde festgehalten und am 26. 6. 1956 das Gewicht der Keime und Knollen ermittelt. Chemische Untersuchungen sollten Aufschluß darüber geben, ob und wie weit nach Bestrahlung stoffliche Veränderungen in den Knollen eintreten.

#### a) Keimentwicklung der Knollen

Der Keimaustrieb an Knollen der als „hitzig“ bekannten Sorte Vera ist im Bild 1 zu verschiedenem Zeitpunkt nach der Behandlung wiedergegeben. Die obere Hälfte des Bildes (s. zweite und dritte Knolle der obersten Reihe von links) läßt erkennen,



Kontrolle 250 500 1000 2000 4000 8000 r

Bild 1: Beeinflussung der Keimentwicklung mittelgroßer und großer Knollen durch Röntgenstrahlen  
mittelgroße jeweils obere, große Knollen jeweils untere Reihe der Bildhälften  
Sorte: Vera

Tag der Bestrahlung: 12. 12. 1955  
Lagerung bei 4° → 2° → 14° C und 88—95% rel. Luftfeuchtigkeit vom 13. 12. 55 bis zum Tag der Aufnahme:  
Oberer Teil des Bildes: 17. 5. 1956  
unterer Teil des Bildes: 26. 6. 1956

daß selbst eine schwache Dosierung (250 bis 500 r) bei mittelgroßen Knollen keimhemmend wirkt. Um den gleichen Effekt an großen Kartoffeln zu erzielen, sind höhere Dosen erforderlich. Während länger dauernder Lagerung wird, wenn keine besonderen Maßnahmen getroffen werden, ein das Keimwachstum fördernder Temperaturanstieg beobachtet, wonach bei allen Knollengrößen eine starke Keimhemmung nur durch hohe Dosierung (4000 r und mehr) zu erzielen ist (s. Bild 1 untere Hälfte die jeweils erste und zweite Knolle von rechts).

#### b) Keimgewichtsermittlung

Das Keimgewicht von Knollen der 3 genannten Sorten (Bild 2) veranschaulicht ebenso deutlich die Abhängigkeit der keimhemmenden Wirkung von der Dosishöhe der Röntgenbestrahlung, wie dies in Bild 1 dargestellt wurde.

Das Bild zeigt, daß bereits mit 250 r ein inhibierender Einfluß auf den Keimaustrieb erzielt wird. Noch deutlicher wird dies bei Anwendung von Strahledosen bis zu 1000 r. Von hier ab bleibt die Erhöhung der Dosis auch noch wirksam, aber der

Hemmung der Keimentwicklung von Kartoffeln durch Röntgenstrahlen und Strahlen radioaktiven Kobalts (<sup>60</sup>Co) - Keimgewicht in % v. Knollengewicht zu Beginn der Lagerung.

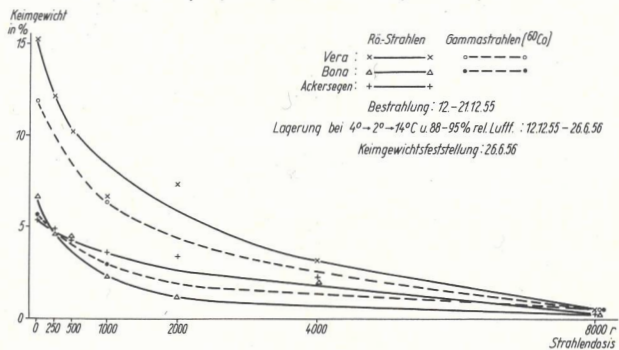


Bild 2

Kurvenverlauf ist flacher. Hieraus wird ersichtlich, daß eine Bestrahlung bis zu 1000 r unter Umständen bereits von Wert sein kann. Für die Praxis bedeutet aber eine solche mit höherer Dosierung größeren Gewinn, da nur durch sie eine starke Minderung der Lagerungsverluste erreicht werden kann.

#### c) Gesamtgewichtsverlust behandelter und unbehandelter Knollen

Das Keimgewicht stellt nur einen Teil des Gesamtgewichtsverlustes dar. Letzterer wurde für unverletzte und verletzte Kartoffeln gleichfalls ermittelt. Er ist bei unverletzten Kartoffeln um so geringer, je höher die Bestrahlungsdosis war, der die Knollen ausgesetzt wurden. Das wird in Übersicht 1 wiedergegeben.

Der Übersicht entnehmen wir, daß der Gesamtgewichtsverlust der Knollen am Ende der Lagerung nach Bestrahlung um so geringer ist, je höher die Dosis bei der Behandlung war. Er beträgt nach Einwirkung von 8000 r bei allen Sorten nur etwa 1/3 desjenigen unbehandelter Kartoffeln. Von Interesse in diesem Zusammenhang ist die Feststellung, daß die Bestrahlung von Knollen nach Beendigung ihrer Keimruhe möglicherweise wirksamer ist als eine solche ruhender Knollen. Dieser Frage wird bei weiteren Versuchen nachgegangen.

Da relativ viele Knollen vor der Einlagerung durch die verschiedenen Arbeitsgänge — Ernte, Sortierung, Beschickung — mehr oder minder starke Verletzungen erleiden, wurden solche bei einem Teil vor der Bestrahlung systematisch beigebracht. Es galt nun festzustellen, ob so „vorbehandelte“ Knol-

#### Übersicht 1

##### Gewichtsverlust von Kartoffelknollen dreier Sorten nach Röntgenbestrahlung

(Knollengewicht in % vom Anfangsgewicht)

Bestrahlung: 12. 12. 1955

Lagerung bei 4° → 2° → 14° C und 88—95% rel. Luftf. vom 13. 12. 55 bis 26. 6. 1956

Gewichtsermittlung: 26. 6. 1956

	Vera	Bona	Ackersegen
Kontrolle	65,6	79,5	85,0
250 r	70,3	83,8	87,6
500 r	75,9	83,3	83,9
1000 r	75,4	87,0	90,1
2000 r	78,2	87,9	89,7
4000 r	83,4	88,9	91,6
8000 r	90,9	92,1	93,4
Gd* 5 %	8,07	4,42	3,87

\* Die Angabe einer Grenzdifferenz (Gd) sagt aus, welche Differenz zwischen den Behandlungen eines Versuches mindestens vorhanden sein muß, um als wesentlich angesehen zu werden.

Übersicht 2

Gewichtsverluste verletzter und nicht verletzter Kartoffelknollen nach Röntgenbestrahlung

(Knollengewicht in % vom Anfangsgewicht)  
 Bestrahlung: 19. 4. 1956  
 Lagerung bei 6° → 14° C und 88—95 % rel. Luftf. vom 19. 4. bis 26. 6. 1956  
 Gewichtsfeststellung: 26. 6. 1956

	Bona			Ackersegen			Signifikanz der Differenz Bona und Ackersegen
	verletzt	nicht verletzt	Diff.	verletzt	nicht verletzt	Diff.	
Kontrolle	79,3	83,1	3,8	76,9	81,6	4,7	+
1000 r.	85,1	90,3	5,2	85,3	88,3	3,0	+
4000 r	91,8	93,1	1,3	89,9	93,3	3,4	—
8000 r	91,5	94,0	2,5	88,9	92,8	3,9	+ +
16000 r	87,9	94,1	6,2	86,8	95,0	8,2	+ +

len sich nach der Bestrahlung während der Lagerung anders verhalten als unverletzte. Das Ergebnis eines derartigen Versuches wird in Übersicht 2 in einer Gegenüberstellung verletzter und unverletzter Knollen nach Bestrahlung mit zunehmender Dosis gezeigt. Die Gewichtsermittlung wurde 2 Monate nach der Behandlung vorgenommen.

Ein Vergleich des Gewichtsverlustes behandelter, verletzter und unverletzter Knollen mit nicht bestrahlten, sonst aber einer gleichen Behandlung unterzogenen Knollen zeigt uns, daß verletzte Knollen (bestrahlt oder unbestrahlt) gegenüber unverletzten einen gesichert höheren Gewichtsverlust aufweisen. Darüber hinaus ist festzustellen, daß die Bestrahlung mit Dosen über 8000 r einen gesichert größeren Gewichtsverlust bei verletzten Knollen zur Folge hat als nach einer solchen von etwa 4000 r.

d) Beeinflussung der Inhaltsstoffe

Die Feststellung der Trockensubstanz behandelter und un behandelter Knollen nach einer mehrere Monate dauernden Lagerung ergab einen höheren Gehalt in der Frischsubstanz bei un behandelten. Sie hatten während der Lagerung wesentlich mehr Wasser verloren als behandelte Knollen. Da hiermit weitere ungünstige Begleiterscheinungen in den Knollen parallel gehen, ist dies gleichbedeutend mit einer Qualitätsminderung.

Die Vitamin-C-Menge, bezogen auf das Ausgangsgewicht der Knollen, ist bei den behandelten gesichert größer als bei den un behandelten. Für Aminostickstoff und reduzierende Zucker müssen, um nähere Aussagen machen zu können, weitere Versuche durchgeführt werden.

2. Wirkung von Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes

In Amerika setzt man seit geraumer Zeit, und neuerdings auch in einigen anderen Ländern, die verschiedensten Lebensmittel den Strahlen radioaktiver Substanzen aus, um sie vor Verderb durch Pilze und Bakterien zu schützen. Auch Kartoffeln wurden, um sie über längere Zeit zu konservieren, auf diese Art behandelt. Wir haben ebenfalls Untersuchungen an Kartoffeln zur Verzögerung des Keimens im Herbst 1955 aufgenommen. Dabei wurden Ergebnisse erzielt, wie sie zum Teil in ähnlicher Form aus Amerika bekannt sind.

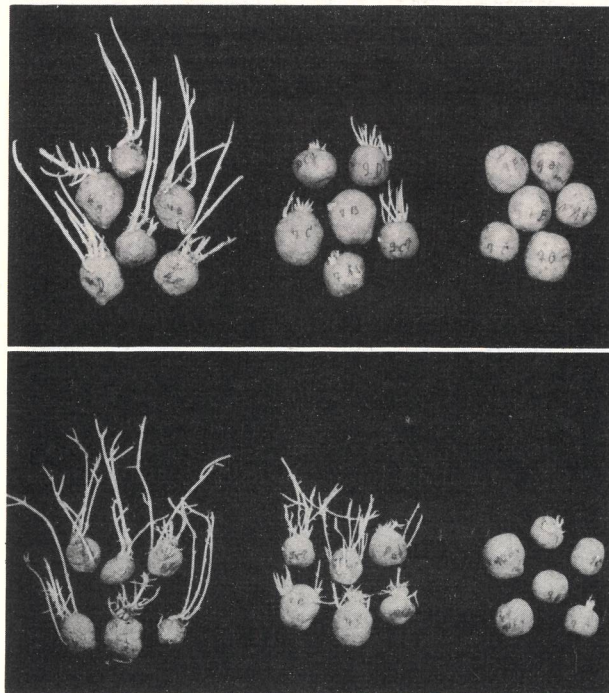
Es wurden die gleichen Sorten wie zur Röntgenbestrahlung benutzt. Wir ließen vom 12. bis 13. 12. 1955 Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes in Höhe von 1000 r und vom 13. 12. bis 31. 12. solche von 120 bis 8000 r auf die Knollen einwirken. Der Abstand der Kartoffeloberfläche von der Strahlen-

quelle variierte von 9 bis 90 cm. Nach der Behandlung wurden die Knollen unter den gleichen Bedingungen wie die mit Röntgenstrahlen behandelten aufbewahrt und wie bei diesen der Verlauf des Keimwachstums verfolgt, das Gewicht der Keime und der Gesamtgewichtsverlust ermittelt sowie Untersuchungen über die Beeinflussung der Inhaltsstoffe angestellt.

a) Keimwachstum

Das Wachstum der Keime von Kartoffeln, die mit Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes behandelt waren, verlief etwa wie das von Knollen, die eine Röntgenbestrahlung erhalten hatten. Für Knollen der Sorte Vera zeigt uns dies Bild 3.

Für kürzere Lagerungsdauer (obere Hälfte des Bildes) erwies sich die Bestrahlung mit 1000 r zur Unterdrückung des Keimwachstums als ausreichend. Soll das Lagergut über einen längeren Zeitraum aufbewahrt werden, müssen aus den weiter oben



Kontrolle 1000 r 8000 r  
 Bild 3: Beeinflussung der Keimentwicklung durch Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes (<sup>60</sup>Co)  
 Sorte: Vera  
 Bestrahlung: 12. — 21. 12. 1955  
 Lagerung bei 4° → 2° → 14° C und 88—95 % rel. Luftfeuchtigkeit vom 13. 12. 1955 bis zum Tag der Aufnahme:  
 Oberer Teil des Bildes: 6. 6. 1956  
 unterer Teil des Bildes: 26. 6. 1956

bereits angegebenen Gründen (z. B. Temperaturanstieg im Lager) höhere Dosen zur Anwendung kommen (Bild 3 unten).

Unterschiedliches Verhalten mittelgroßer und großer Knollen nach der Behandlung im Gegensatz zur Röntgenbestrahlung nicht zu sehen. Ebenso wurde auch kein Einfluß der Lage der Knollen zur Strahlenquelle (Zuwendung des Kronen- oder Nabelendes zur Strahlenquelle) konstatiert (Bild 4).

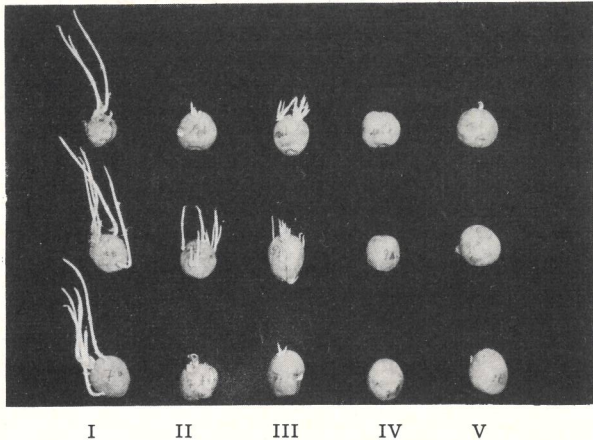


Bild 4: Wirkung der Röntgen- und Gammastrahlen auf verschieden exponierte Kartoffelknollen  
Sorte: Vera

I = unbehandelt  
II u. IV = Gammastrahlen (1000 bzw. 8000 r)  
am 12.—13. bzw. 13.—21. 12. 1955  
III u. V = Röntgenstrahlen (1000 bzw. 8000 r)  
am 12. 12. 1955  
Lagerung bei 4° → 2° → 12° C und 88—95 % rel. Luftfeuchtigkeit vom 13. bzw. 21. 12. 1955 bis zum Tag der Aufnahme (6. 6. 1956).  
Obere Reihe: Knollenbasis = Nabel bestrahlt,  
mittlere Reihe: Knollenspitze = Krone bestrahlt,  
untere Reihe: Knollen ungeordnet bestrahlt.

b) Keimgewicht und Gesamtgewichtsverlust  
Ähnlich wie nach Röntgenbestrahlung ist auch bei den mit Gammastrahlen behandelten Knollen sowohl ein geringerer Keimaustrieb und somit ein niedrigeres Keimgewicht (s. Bild 2) als auch ein nicht so hoher Gesamtgewichtsverlust wahrzunehmen wie bei unbehandelten Knollen.

c) Beeinflussung der Inhaltsstoffe  
Unsere bisherigen in dieser Richtung durchgeführten Versuche lassen den Schluß zu, daß die Behandlung von Kartoffeln mit Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes zur Substanzerhaltung der Knollen beiträgt. Nach amerikanischen Untersuchungen (4), bei denen auch höhere Dosen zur Anwendung kamen, muß nach starker Bestrahlung mit Vitamin-C-Minderung der behandelten Knollen gerechnet werden.

#### Vergleich der Wirkung bestrahlter und mit Chemikalien behandelter Knollen

Die Wirkung der verschiedenen Behandlungsarten soll in einer Gegenüberstellung (Bild 5) veranschaulicht werden.

Die Knollen unterlagen nach der Behandlung gleichen Lagerungsbedingungen. Die keimhemmende Wirkung von Phenylurethan (PU 5prozentig) entspricht in etwa einer solchen mit Röntgenstrahlen oder Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes von 1000 r. Einer Röntgenbestrahlung oder Einwirkung von Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes von 8000 r kommt die Behandlung der Knollen mit einem 2,3prozentigen Isopropylphenylcarbamat-Präparat (IPC) gleich.

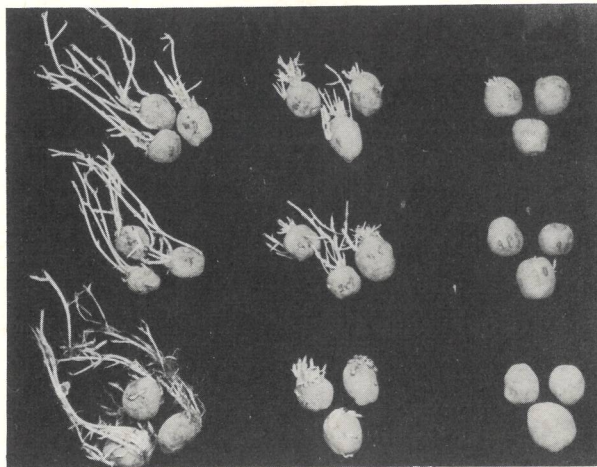


Bild 5: Vergleich der Wirkung bestrahlter und mit chemischen Keimhemmungsmitteln behandelter Kartoffeln.  
Sorte: Vera

Bestrahlung: 12. — 21. 12. 1955  
Behandlung mit Keimhemmungsmitteln: 11. 11. 1955  
Lagerung bei 4° → 2° → 14° C und 88—95 % rel. Luftfeuchtigkeit vom 11. 11. bzw. 12. 12. und 21. 12. bis zum Tag der Aufnahme: 26. 6. 56.  
Obere Reihe: Kontr., 1000 r, 8000 r, Röntgenstrahlen.  
mittlere Reihe: Kontr., 1000 r, 8000 r, Gammastrahlen<sup>60</sup> Co  
untere Reihe: Kontr., PU 5 %, IPC 2,3 % 200 g/100 kg.

#### Zusammenfassung

Wir haben in den kurzen Ausführungen zeigen wollen, daß durch Temperatur innerhalb eines bestimmten Bereiches, Keimhemnungsmittel, natürliches und Kunstlicht sowie durch Röntgenstrahlen oder Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes sich bei Kartoffeln der Keimaustrieb über einen langen Zeitraum verzögern läßt. Dadurch verliert die lagernde Knolle weniger an Gewicht (Wasser und andere Inhaltsstoffe) und bleibt somit in ihrer Qualität erhalten.

#### Literatur

1. FISCHNICH, O.: Einfluß von Kunstlicht auf die Lagerung und Vorkeimung von Pflanzkartoffeln. Kartoffelbau 6 (1955) S. 32—37.
2. FRIEBE, P.: Treibkartoffeln. Parey, Berlin 1950.
3. PÄTZOLD, Chr., u. OTTEN, H.: Wachstumsbeeinflussung durch Röntgenstrahlen, Landbauforschung 5 (1955), Nr. 4, S. 93—94.
4. SAWYER, R. L., DALLYN, S. L., and COTTER, D. J.: Some physiological aspects of irradiated potatoes. Confer. on biological, physical and industrial aspects of potato irradiation. Upton, New York 1955, S. 13—19.

Unerwartet und mitten aus vollem Schaffen ging unser Mitarbeiter, der Maurer  
**Otto Riedel**

von uns. Die Forschungsanstalt verliert mit dem Verstorbenen einen unermüdlich fleißigen und treuen Menschen.

Wir werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

