

Generalsteuerektion vom 12. 8. 1946, 5. 11. 1946, 17. 12. 1946 und vom 28. 7. 1947 folgende pflanzliche Stoffe als Tabakersatzstoffe zugelassen worden sind:

Blätter von Ahornbäumen, Apfelbäumen, Birkenbäumen, Birnbäumen, Haselnußsträuchern, Lindenbäumen, Kastanienbäumen, Walnußbäumen, Rosensträuchern, Schlehen, Topinambur, Nachtkerze, ausgelaugter Hopfen, Klettenblätter (5—10%). Nachtkerzenblätter gehören daher zurZeit zu den hier gestatteten Tabakersatzstoffen.

## Solaningehalte von 58 Kartoffelsorten.

Weitere Untersuchungen zur „Solainfrage“ und Bemerkungen zur Methode der Solainbestimmung.

Von

W. LEPPER.

Mitteilung der Staatlichen Landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Augustenberg (Baden).

(Eingegangen am 5. Juli 1948.)

Ein Aufsatz von H. BRAUN<sup>1</sup> über den Solaningehalt der Kartoffeln hat mich veranlaßt, hier die Ergebnisse von Solainbestimmungen in 58 Kartoffelsorten bekanntzugeben. Die Untersuchungen wurden nach Vereinbarung mit der damaligen Hauptvereinigung der deutschen Kartoffelwirtschaft bald nach der Ernte des Jahres 1938 vorgenommen und sollten mehrere Jahre in gleicher Weise wiederholt werden: Die Proben stammten von gleichen Versuchswirtschaften aus 6 Anbaugebieten Deutschlands, die Kartoffeln waren also örtlich unter gleichen Bedingungen gewachsen! Durch diese Voraussetzung erhält das Zahlenmaterial trotz der später gemachten Einschränkung einen besonderen Wert. Bei 2 Anbaugebieten fielen je 1 bzw. 4 Sorten aus, insgesamt wurden also 343 Proben untersucht. In den gleichen Proben der Kartoffeln wurden auch der Gehalt an Trockensubstanz und an Rohprotein bestimmt. Für die Berechnung des Solaningehaltes ist ein Durchschnitts-Wassergehalt von 75% eingesetzt worden. Die Abweichungen von dem wahren Wassergehalt ergeben bei der Umrechnung nur belanglose Unterschiede für die Solaningehalte. Die Bestimmung des Solainins erfolgte nach der von mir angegebenen Arbeitsweise<sup>2</sup>. Es wurden Doppelbestimmungen in dem feinstgemahlten Brei größerer Durchschnittsproben durchgeführt, bei Unterschieden „größer als 2 mg Solainin“ sind Wiederholungen angesetzt worden. Alle hier angeführten Solaininwerte bedeuten: mg Solainin je 100 g Kartoffeln. In dieser Arbeit ist dafür der Kürze wegen der Ausdruck „mg%“ gebraucht.

Auch bei späteren Untersuchungen habe ich nach dieser gravimetrischen Methode der Solainbestimmung mit einigen Abänderungen gearbeitet, sie bedeutet gegenüber der Methode von A. BÖMER und H. MATTIS<sup>3</sup> eine wesentliche Vereinfachung und wird auch als Vergleichsmethode für weitere Methoden zur Solainbestimmung geeignet sein. Die Korrektur für die Löslichkeit des Solainins in ammoniakalischer Lösung, wie sie von BÖMER und MATTIS, auch von E. PFANKUCH<sup>4</sup> bei seiner photometrischen Methode zur Solainbestimmung angegeben worden ist, halte ich nach meinen früheren Untersuchungen<sup>2</sup> für nicht richtig. Die Löslichkeit von Solainin

<sup>1</sup> H. BRAUN: Beiträge zur Agrar-Wissenschaft 1948/II, S. 61.

<sup>2</sup> W. LEPPER: Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. I, 599 (1938).

<sup>3</sup> A. BÖMER und H. MATTIS: Diese Z. 47, 97 (1924).

<sup>4</sup> E. PFANKUCH: Biochem. Z. 295, 44 (1937).

Tabelle 1. Solaningehalte der Kartoffeln nach Sorten und nach Herkunft  
(mg Solanin in 100 g Kartoffeln).

Sorten-Nr.	Bezeichnung der Sorten	Pommern	Sachsen	Rheinland	Baden	Bayern	Kurmark
1	Aal . . . . .	7,2	7,4	3,9	—	9,0	2,8
2	Ackersegen . . . . .	11,4	9,6	17,1	6,2	11,0	7,7
3	Agnes . . . . .	1,9	3,1	3,0	3,9	1,8	1,9
4	Alpha . . . . .	2,6	2,1	1,5	14,5	0,4	1,3
5	Altgold . . . . .	7,7	6,1	7,6	9,3	8,4	5,3
6	Carnea . . . . .	12,5	6,2	20,1	20,5	9,4	12,3
7	Centa . . . . .	6,2	6,3	6,8	6,1	3,6	4,9
8	Condor . . . . .	15,8	10,3	14,8	9,4	6,9	13,5
9	Dir. Johanssen . . . . .	2,5	1,5	3,1	2,8	1,1	1,3
10	Edda . . . . .	5,6	4,3	3,9	—	1,9	4,7
11	Edelgard . . . . .	5,1	3,4	8,5	7,4	5,9	3,1
12	Edelragis . . . . .	3,2	3,2	6,6	4,0	2,9	5,3
13	Erdgold . . . . .	5,2	2,0	5,3	6,8	3,4	3,4
14	Estimata . . . . .	14,7	8,7	30,6	35,2	22,7	11,5
15	Flava . . . . .	4,7	2,6	3,2	5,3	2,3	2,6
16	Fram . . . . .	3,5	2,9	5,4	12,4	1,5	4,5
17	Fridolin . . . . .	5,6	3,9	7,4	1,5	3,3	6,6
18	Frühbote . . . . .	8,4	3,0	5,0	7,1	8,9	7,8
19	Früheste Delikateß . . . . .	13,8	5,1	7,5	15,2	8,9	6,7
20	Frühgold . . . . .	6,8	5,7	5,3	5,4	3,4	2,0
21	Frühmölle . . . . .	9,1	5,6	6,9	9,3	5,4	7,8
22	Gigant . . . . .	13,2	14,4	20,9	3,5	26,8	11,7
23	Goldgelbe . . . . .	3,8	4,8	9,8	8,4	11,4	6,7
24	Goldwährung . . . . .	6,5	4,8	6,1	5,6	4,8	3,4
25	Havilla . . . . .	5,5	3,7	10,1	12,9	11,7	4,4
26	Herulia . . . . .	20,6	11,0	43,0	4,2	29,3	15,0
27	Jubel . . . . .	6,5	5,8	8,6	4,3	1,1	5,4
28	Juli . . . . .	3,6	3,8	3,8	6,6	4,1	3,9
29	Kaiserkrone . . . . .	9,0	4,0	8,5	—	12,2	7,3
30	Konsuragis . . . . .	24,5	19,9	23,9	26,9	29,6	8,2
31	Lichtblick . . . . .	19,3	10,9	21,7	16,1	28,9	8,8
32	Mensa . . . . .	11,2	11,0	14,3	2,9	16,3	7,8
33	Merkur . . . . .	3,5	5,4	6,9	6,5	2,5	2,8
34	Mittelfrühe . . . . .	7,7	5,7	7,8	15,2	6,0	6,6
35	Optima . . . . .	6,2	4,9	10,7	7,3	13,3	4,6
36	Ostbote . . . . .	10,5	3,5	13,9	22,2	8,5	8,5
37	Parnassia . . . . .	16,5	9,5	20,6	6,1	8,0	11,5
38	Pepo . . . . .	8,5	7,2	10,6	8,0	4,6	9,7
39	Preußen . . . . .	4,7	4,6	3,4	6,2	3,3	5,7
40	Priska . . . . .	8,0	6,0	4,9	7,5	6,3	4,1
41	Regina . . . . .	14,0	7,2	43,8	38,4	19,0	10,3
42	Robinia . . . . .	6,8	5,1	14,5	25,1	6,0	7,0
43	Roland I . . . . .	9,1	8,8	13,6	6,9	5,1	7,9
44	Rubingold . . . . .	9,2	6,6	11,2	9,5	7,0	4,3
45	Sabina . . . . .	3,2	2,2	7,1	3,5	2,3	4,4
46	Sandnudel . . . . .	3,2	3,8	7,5	2,5	3,2	3,4
47	Schlesien . . . . .	3,8	3,1	8,5	8,5	3,5	2,5
48	Sickingen . . . . .	12,6	9,0	27,6	13,2	6,8	8,0
49	Sieglinde . . . . .	12,4	10,3	11,6	9,6	10,1	8,5
50	Spätrot . . . . .	17,7	3,0	36,2	—	29,3	17,7
51	Stärkeragis . . . . .	14,6	11,8	22,7	14,3	12,5	11,3
52	Stärkereiche I . . . . .	2,5	3,5	5,8	2,4	4,9	4,0
53	Venus . . . . .	8,4	7,2	5,8	13,8	7,9	6,0
54	Viola . . . . .	5,8	2,5	3,5	3,3	3,2	—
55	Voran . . . . .	8,6	9,1	7,3	10,6	10,1	8,2
56	Weißes Rößl. . . . .	3,7	4,1	4,9	4,1	2,1	2,2
57	Wekaragis . . . . .	9,2	6,9	13,7	8,1	5,7	8,1
58	Weltwunder . . . . .	3,1	2,8	4,8	5,2	2,1	1,3

Sind in der Tabelle keine Solaninwerte angegeben (—), so lagen die betreffenden Proben nicht vor.

in ammoniakalischer Lösung ist sehr gering. Dagegen verliert das „gewogene Filter“ beim Durchlaufen einer ammoniakalischen Lösung an Gewicht. Für genaue Bestimmungen ist also eine Blindbestimmung mit der betreffenden Filtersorte auszuführen und die Gewichtsabnahme zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis angebracht, daß bei methodischen Untersuchungen mit Solanin „reinst“ eine Wasserbestimmung zur Festlegung des theoretischen Solaningehaltes erfolgen muß. Bei unseren Versuchen wurde dieses Solanin bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Trotz verschiedener Fehlerquellen lassen sich durch die gravimetrische Methode anscheinend zuverlässige Solaninwerte erreichen. Bei der Untersuchung einer Kartoffelprobe fiel der sehr geringe Gehalt an Solanin [0,4 mg% (!)] auf. In dieser und in einer weiteren Probe wurde im gleichen Brei die Solaninbestimmung wiederholt und zur Prüfung der Methode einem weiteren Anteil des Breies die bekannte Menge von 4,24 mg Solanin je 100 g Kartoffeln zugesetzt. Es wurden festgestellt:

Ohne Zusatz	Mit Zusatz
0,3 } 0,4 } 0,4 mg 0,4 }	4,4 } 4,6 } 4,5 mg
2,5 } 2,1 } 2,3 mg 2,2 }	6,2 } 6,0 } 6,1 mg

Bei diesen Bestimmungen sind die Mittelwerte der Gewichte von „Leer-Filter“ und „Filter + Solanin“ nach zweimaligem Trocknen eingesetzt worden. Die Zahlen sollen nur zeigen, welche Genauigkeit in den Solaninwerten nach der gravimetrischen Methode möglich ist.

### 1. Solaningehalte von 58 Kartoffelsorten.

Durch die Untersuchungen sollte ein Beitrag zur Frage der Sorteneigentümlichkeit und der „Wachstumsfaktoren“ (Herkunft) in bezug auf den Solaningehalt der Kartoffeln erreicht werden. Bei kritischer Betrachtung der Veröffentlichungen über die Solaninfrage sind in den Ergebnissen der Untersuchungen und in den Folgerungen daraus zweifellos Widersprüche zu finden. Auch aus den nachfolgenden Tabellen dürfen keine endgültigen Folgerungen gezogen werden. Untersuchungen der gleichen Kartoffelsorten aus mehreren Jahrgängen sind für eine Entscheidung erforderlich. Vielleicht ist das Zahlenmaterial für weitere Untersuchungen über die Solaninfrage brauchbar, jedenfalls aber sind die umfangreichen Untersuchungen durch ihre einheitliche Durchführung von Wert. Sollten die Ergebnisse bei Wiederholungen bestätigt werden, so kann der Kartoffelzüchter aus ihnen Hinweise zur Züchtung solaninarmer Kartoffelsorten entnehmen. In Tabelle I sind die Solaningehalte der untersuchten Kartoffeln nach Herkunft aufgeführt.

Zur Übersicht der Solaningehalte nach Größenordnung und nach Herkunft sind die Zahlen in Tabelle 2 zusammengestellt. In der letzten Spalte der Tabelle sind die Gesamtzahl der Proben mit dem entsprechenden Solaningehalt und der Prozent-Anteil dieser Proben von den 343 untersuchten Proben angegeben.

Die Höhe der Solaninwerte der Kartoffelsorten in den verschiedenen Anbau-gebieten ist nicht einheitlich. In Tabelle 3 und 4 sind 2 Gruppen von Kartoffeln gegenübergestellt, deren Trennung berechtigt erscheint: Tabelle 3 bringt die 27 Kartoffelsorten, bei denen sämtliche untersuchten Proben einen Solaningehalt von

kleiner als 10 mg% aufweisen. In Tabelle 4 sind 18 Sorten angegeben, deren Solaningehalte bei einer oder mehreren Proben höher als 15 bzw. 20 mg% liegen. Beide Tabellen geben die „Durchschnittswerte“ für die Solaningehalte der Sorten wieder. Diese Auslese ist zu vertreten, aber sie kann nur als Beitrag für eine Sortenauswahl gelten. Vielleicht ist bei einzelnen Sorten in Tabelle 4 von einer mehr oder weniger starken Neigung zur Solaninbildung zu sprechen, andere dagegen sind nach den Durchschnittswerten als „solaninreich“ anzusehen. Auch eine Gruppe mit einzelnen Solaningehalten von 10—20 mg% könnte als „verdächtig“ herausgestellt werden.

Die Einteilung der Solaningehalte durch die Grenzzahlen (Tab. 2) ist willkürlich. Bei Geschmacksprüfungen von Kartoffeln mit Solaningehalten unter 10 mg% wird kein „Solaningeschmack“ zu erkennen sein, durch Kartoffeln mit solchen Solaningehalten werden auch keine Krankheitserscheinungen auftreten. Die Schädlichkeitsgrenze für Solanin, in mg% ausgedrückt, ist nicht eindeutig festzulegen. Zwischen Schädigung und klinischen Erscheinungen der Vergiftung sind nicht nur

Tabelle 2. Größenordnung der Solaningehalte nach Herkunft der Kartoffeln.

	Pommern	Sachsen	Rheinland	Baden	Bayern	Kurmark	Gesamt-Zahl
Anzahl der Proben	58	58	58	54	58	57	
Bis 10 mg%	41	50	35	38	42	48	254 = 74,1%
10—20 mg%	15	8	12	10	10	9	64 = 18,7%
20—30 mg%	2	—	7	4	6	—	19 = 5,5%
Über 30 mg%	—	—	4	2	—	—	6 = 1,7%

viele Zwischenstufen möglich, sondern die Giftwirkung des Solanins scheint auch von Begleitumständen stark abhängig zu sein. Bei Durchschnittswerten von 10 bis 20 mg% Solanin ist der Solaningeschmack oft schon sehr deutlich, jedenfalls kann nach meinem Dafürhalten ein Gehalt von über 15 mg% Solanin als „verdächtig“ bezeichnet werden. Dadurch soll ausgedrückt werden, daß derartige Kartoffeln vielleicht schon eine Krankheitserscheinung auslösen! Von den 58 Sorten haben nur 27 Sorten in allen Anbaugebieten einen Solaningehalt von kleiner als 10 mg% gezeigt. Diese Sorten können also nach unseren Untersuchungen als Sorten mit geringem Solaningehalt gelten. Der beträchtliche Anteil von 26% aller untersuchten Proben hat einen höheren Solaningehalt als 10 mg% (Tab. 2). H. BRAUN führt die Solaninwerte von 34 Sorten aus der Ernte des Jahres 1938 an, also aus dem gleichen Erntejahr wie unsere Untersuchungen. Die Solaninwerte dieser 34 Sorten lagen alle unter 10 mg%, die Kartoffeln waren zum Unterschied von unseren Proben unter gleichen Bedingungen, auf gleichem Anbaugebiet, gewachsen. Unsere Untersuchungen lassen die Folgerung zu, daß erhöhte Solaningehalte wahrscheinlich eine Sorteneigentümlichkeit sind.

In bezug auf den Einfluß des Wachstumsfaktors „Herkunft“ auf die Höhe des Solaningehaltes läßt sich aus den vorliegenden Untersuchungen nur ersehen, daß die Kartoffelernten aus Sachsen und Kurmark die höchsten Prozentsätze an Proben mit Solaningehalten unter 10 mg% aufwiesen. Es ist auch beachtlich, daß in beiden Anbaugebieten keine Solaninwerte über 20 mg% festgestellt worden sind. Aus diesen Angaben dürfen jedoch keine weitergehenden Folgerungen abgeleitet werden. Sicher ist nur, daß einzelne Kartoffelsorten mit hohem Solaningehalt in den verschiedenen Anbaugebieten wiederholt auftraten. Falls die Untersuchungen wiederholt werden können, so müßten die Wachstumsbedingungen der einzelnen Kartoffelsorten in den verschiedenen Anbaugebieten einheitlich überwacht und bei

der Beurteilung der Solaningehalte ausgewertet werden. Die Möglichkeit besteht, daß uns nicht bekannte „Wachstumsbedingungen“ die Höhe der Solaninwerte in den verschiedenen Anbaubetrieben beeinflußt haben.

## 2. Verschiedene Untersuchungen aus dem Jahre 1947.

Über die im Jahre 1947 gelegentlich durchgeführten Solaninbestimmungen ist folgendes zu berichten. Durch die Untersuchungen sollte insbesondere geprüft werden, ob die Düngung mit Gaswasser oder auch die Bestäubung gegen den Kartoffelkäfer mit „Hexapräparaten“ (Nexit, Viton) durch „Reizwirkung“ von Einfluß auf den Solanin Gehalt sind, oder ob außergewöhnliche Trockenheit, wie die des Jahres 1947, den Solanin Gehalt beeinflußt.

- a) Sorte „Frühmölle“. Vergleichende Stickstoffdüngung = 104 kg N je ha als Gaswasser oder schwefelsaures Ammonium. Bestäubung mit einem „Hexapräparat“. Kartoffeln gut ausgereift, beim Kochversuch mit den mittelgroßen Kartoffeln kein fremdartiger Geschmack, kein Solaningeschmack.

Gaswasser	mittelgroße Kartoffeln . . . . .	5,9 mg% Solanin
	kleine Kartoffeln . . . . .	16,9 mg% Solanin
Schwefelsaures Ammonium ● Schwefelsaures Ammonium	mittelgroße Kartoffeln . . . . .	7,9 mg% Solanin
	kleine Kartoffeln . . . . .	18,3 mg% Solanin

- b) Sorte „Flava“. Normaldüngung. Bestäubung. Kartoffeln gut ausgereift, beim Kochversuch kein fremdartiger Geschmack, kein Solaningeschmack.

Mittelgroße Kartoffeln, mit Schale . . . . .	4,8 mg% Solanin
„ „ „ geschält . . . . .	0,4 „ „
„ „ „ Schalen . . . . .	13,5 „ „
Kleinste Kartoffeln, mit Schale . . . . .	7,8 mg% Solanin
„ „ „ geschält . . . . .	3,1 „ „
„ „ „ Schalen . . . . .	11,8 „ „

- c) Vergleichsversuch „bestäubt“ und „nicht bestäubt“. Beim Kochversuch kein fremdartiger Geschmack, kein Solaningeschmack.

Bestäubt . . . . .	6,7 mg% Solanin
Nicht bestäubt . . . . .	7,6 mg% Solanin

- d) Bestäubte Kartoffeln, beanstandet wegen widerlichen Geruches beim Kochen und ebenso bezeichneten Geschmackes. Bei der Kartoffelprobe zeigten nicht alle Knollen, sondern nur Einzelknollen beider Sorten, einen „dumpfigen“ Geruch und einen ähnlichen Geschmack (Hexapräparate!). Bei einzelnen Knollen war ein ausgesprochener „Solaningeschmack“ vorhanden, der einen erhöhten Solanin Gehalt der ganzen Probe vermuten ließ.

Ackersegen . . . . .	7,8 mg% Solanin
Amerikanische Kartoffeln . . . . .	4,7 mg% Solanin

- e) „Stoppelkartoffeln“ erst am 21. 6. 1947 gelegt, am 30. 10. 1947 geerntet. Infolge der Trockenheit waren die Kartoffeln durchschnittlich klein. Kochprobe: leichter Solanin-Geschmack. Solanin Gehalt = 14,4 mg%. Zur Solaninbestimmung wurden nur kleinste und kleine Kartoffeln genommen.

Die Erträge bei der Düngung mit Gaswasser und schwefelsaurem Ammonium waren gleich. Die Solaninwerte nach der verschiedenen Düngung sind als gleich anzusehen.

Die Bestäubung der Kartoffeln mit „Hexapräparaten“ hat den Solanin Gehalt der Kartoffeln nicht erhöht, jedenfalls liegen alle Solaninwerte bei den „Speisekartoffeln“ unter 10 mg%. Besonders besteht auch bei den Vergleichsversuchen kein wesentlicher Unterschied in den Werten.

Auch die außergewöhnliche Trockenheit des Sommers 1947 hat durch Wachstumsstockungen anscheinend keinen Einfluß auf die Höhe des Solaningehaltes ausgeübt.

Bei den Solaninwerten unter d wird ein Ausgleich zwischen geringen und hohen Solaninwerten vorliegen. In den „Schlußbemerkungen“ wird diese Möglichkeit eines Ausgleiches noch näher besprochen.

### 3. Zur Arbeitsweise der Bestimmung von Solanin in Kartoffeln.

Seit der Veröffentlichung meiner Arbeitsweise zur Bestimmung des Solanins erscheint nur die Änderung in der Festsetzung der Kartoffelmenge zur Erreichung des Durchschnittes nötig. Die zur Untersuchung gebrauchte Menge von Kartoffeln war auf etwa 1 kg angegeben worden, für einen Durchschnitt reicht diese Menge nicht aus. Weiter ist bei der Reinigung des Rohsolanins eine arbeitstechnische Verbesserung der Methode möglich. Eine kurze Beschreibung der Arbeitsweise ist hier angebracht:

1. Mindestens 2 kg Kartoffeln werden kurz gewaschen, abgetrocknet, auf einer Reibe zu einem feinen Brei zerrieben oder durch einen Fleischwolf feinstgemahlen. Steht eine größere Menge von Kartoffeln zur Verfügung oder erscheint der Durchschnitt einer größeren Probe besonders wichtig, so schneidet man die gereinigten Kartoffeln in Richtung von Nabel nach Krone in 2 oder 4 Teile und entnimmt von den Stücken den erforderlichen Anteil für das Gesamtgewicht von etwa 2 kg Kartoffeln.

2. Von dem durchmischten Brei werden 2- oder 3mal 400 g mit 475 cm<sup>3</sup> Wasser in je eine 1-Literflasche gespült und mit 25 cm<sup>3</sup> Citronensäurelösung (20%ig) versetzt. Man läßt die Mischung 1 Stde. stehen und schüttelt dann um oder man schüttelt sofort 1 Stde. im Rotierapparat. Für das Filtrieren ist es vorteilhaft, die Stärke — am besten über Nacht — absetzen zu lassen. Man filtriert 2mal 300 cm<sup>3</sup> Lösung der Ausschüttelungen durch ein Faltenfilter von 25 cm Durchmesser ab oder man vereinigt die Filtrate. Der Rest der Filtrate ist für Wiederholungen bestimmt, er muß im Eisschrank aufbewahrt werden.

3. 300 cm<sup>3</sup> des Filtrates werden zur Abscheidung der Eiweißstoffe in einem 600 cm<sup>3</sup> Becherglase zum Sieden erhitzt. Man rührt um, bedeckt das Becherglas mit einem Uhrglase, läßt  $\frac{1}{2}$  Stde. oder bis zum Erkalten stehen. Nach dem Abkühlen filtriert man 250 cm<sup>3</sup> der Lösung durch ein Faltenfilter ab, gibt diese in ein 400 cm<sup>3</sup>-Becherglas, fügt 20 cm<sup>3</sup> Citronensäurelösung (20%ig) zu, erhitzt zum Sieden, fällt das Solanin durch 25 cm<sup>3</sup> Ammoniak (20%ig) und rührt noch etwa  $\frac{1}{2}$  Min. bis zur fein- oder grobflockigen Abscheidung des Solanins um. Bei kleinen Mengen von Solanin ist ein längeres Rühren und unter Umständen ein nochmaliges Erhitzen notwendig.

Das Solanin wird sofort auf einem schnell filtrierenden Filter (15 cm Durchmesser) gesammelt. Ein Auswaschen erfolgt nicht. Es ist darauf zu achten, daß die Lösung beim Filtrieren nicht erkalte, ferner muß das Filter, um ein möglichst rasches Filtrieren zu erreichen, stets angefüllt sein.

4. Zur Reinigung des Solanins rollt man das Filter zusammen, bringt es in etwa 3 Teilen in eine 250 cm<sup>3</sup>-Flasche, fügt 10 cm<sup>3</sup> Citronensäurelösung (20%ig) zu, füllt mit Wasser zur Marke auf, schüttelt gründlich durch und filtriert.

200 cm<sup>3</sup> des Filtrates werden im 400 cm<sup>3</sup>-Becherglase zum Sieden erhitzt, das Solanin wird durch 10 cm<sup>3</sup> Ammoniak (20%ig) gefällt und sofort auf einem bei 110° C getrockneten, gewogenen, schnell filtrierenden Filter (9 cm Durchmesser) gesammelt. Das Filter wird 4 mal mit schwach ammoniakhaltigem Wasser von etwa 40° C ausgewaschen. Trocknen des Filters + Solanin 2 Stdn. lang bei 110° C. Bei hoher Form der Wägegläschen werden die Gläschen „liegend“ getrocknet.

Der durchschnittliche Wassergehalt der Kartoffeln beträgt 75%, das nach der Arbeitsweise erhaltene Solanin ist also: mg Solanin in 100 g Kartoffeln. Für besondere Fälle ist eine Wasserbestimmung in dem Kartoffelbrei auszuführen (10 g Brei mit 20 g Seesand vermischt und bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet) und der ermittelte Wassergehalt in Rechnung zu setzen.

### 4. Schlußbemerkungen.

Der erwähnte Aufsatz von H. BRAUN ist durch die Angabe der älteren Literatur, in der auf die gesundheitsschädliche Wirkung des Solanins eingegangen wird, besonders wertvoll. Schon im 18. Jahrhundert, lange bevor man etwas von Solanin

wußte, wurden Ernte und Verkauf von Kartoffeln vor einem bestimmten Zeitpunkt wegen Gefährdung der Gesundheit durch eine Polizeiverordnung verboten! Man nahm also damals an, daß die Giftwirkung durch die Unreife der Kartoffeln bedingt sei. Gerade die Frage der Schädlichkeit ist wohl die Hauptursache, daß man sich später mit dem Solaningehalt der Kartoffeln beschäftigt hat.

Die gesundheitsschädliche Wirkung stark solaninhaltiger Kartoffeln ist auch nach unseren Erfahrungen nicht zu bezweifeln. H. BRAUN läßt die Möglichkeit offen, daß Schädigungen durch Kartoffeln, außer durch Solanin, vielleicht noch eine andere Ursache haben können. Aber aus den von ihm angeführten Fällen von Schädigungen, bei denen kein erhöhter Solaningehalt festgestellt worden ist, kann

Tabelle 3. Durchschnittswerte, sämtliche Einzelwerte unter 10 mg% Solanin.

Sorten-Nr.	Durchschnittswerte
	mg%
1	6,1*
3	2,6
5	7,4
7	5,7
9	2,1
10	4,1*
11	5,6
12	4,2
13	4,4
15	3,5
17	4,7
18	6,7
20	4,8
21	7,4
24	5,2
27	5,3
28	4,3
33	4,6
39	4,7
40	6,1
45	3,8
46	3,9
47	5,0
52	3,9
54	3,7*
56	3,5
58	3,2

\*. Anstatt 6 Proben wurden nur 5 Proben untersucht.

nur mit Vorsicht ein solcher Schluß gezogen werden. Hier ist gerade zu berücksichtigen, was H. BRAUN ausführlich bespricht und nach unseren Erfahrungen auch richtig ist<sup>1</sup>. Der Solaningehalt von Einzelknollen der gleichen Ernte kann erheblich verschieden sein, vielleicht ist früher darauf zu wenig geachtet worden. Der Durchschnittswert für Solanin kann bei einer beanstandeten Probe durch Ausgleich „normal“ sein, wenn Kartoffeln mit sehr verschieden hohen Solaningehalten zur Untersuchung vorliegen. Die Wahrscheinlichkeit einer Täuschung über den wirklichen Solaningehalt des Durchschnittes wird durch Verarbeiten von wenigen Knollen zur Solaninbestimmung größer. Wir dürfen auch nicht übersehen, daß Solaninbestimmungen nur selten — weil ihre Durchführungen reichlich Arbeit beansprucht — zur Aufklärung von Gesundheitsstörungen durch Kartoffeln vorgenommen worden sind. H. BRAUN konnte bei der beträchtlichen Schwankung in den Solaninwerten der in verschiedenem Reifezustand geernteten Kartoffeln die Angaben von F. V. MORGENSTERN<sup>2</sup> nicht bestätigen, der Höchstwerte an Solanin in der Halbreife festgestellt hat. Hier müßte auch der wesentliche Faktor „Solaninjahre“ berücksichtigt werden. In bestimmten Jahren kommt es zu einer erhöhten Solaninbildung oder zu einem herabgesetzten Abbau des Solanins. Die Solaninwerte

in der „Halbreife“ können also in verschiedenen Jahren verschieden hoch ausfallen. Die Forderung nach einer Methode zur Bestimmung des Solanins in Einzelknollen ist berechtigt, nur durch die Solaninbestimmung in Einzelknollen lassen sich eine Reihe von „Solaninfragen“ lösen. Handelt es sich aber um die Entscheidung, ob Solanin als Ursache für eine Erkrankung anzusehen ist, so muß eine ausreichend große Durchschnittsprobe, deren Gewicht wir jetzt auf mindestens 2 kg angeben, untersucht werden.

<sup>1</sup> W. LEPPER: Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 1, 599 (1938).

<sup>2</sup> F. V. MORGENSTERN: Landwirtsch. Versuchsstat. 65, 301 (1907).

Neben der toxischen Wirkung des Solanins steht die Sorteneigentümlichkeit im Vordergrund der Solaninfragen. Wir können über diesen wichtigen Faktor noch nicht endgültig entscheiden, aber ich glaube, daß wir im Laufe der Zeit einen wertvollen Fingerzeig zur Auswahl der Kartoffelsorten in bezug auf den Solaningehalt geben können. Als Beispiel für eine Kartoffel mit hohem Solaningehalt wird immer wieder die „Ovalgelbe“ angeführt. Vielleicht ist gerade diese Sorte für weitere Versuche und Untersuchungen über die Solaninfrage geeignet. Es ist wohl keine Zufälligkeit, daß die Solaninwerte für die „Ovalgelbe“ öfters hoch

Tabelle 4. Durchschnittswerte, ein oder mehrere Einzelwerte über 15 mg% Solanin.

Sorten-Nr.	Anzahl der Proben mit Gehalten über 15 mg% Solanin	Davon mit Gehalten über 20 mg% Solanin	Durchschnittswerte mg%
2	1	—	10,5
6	2	2	13,5
8	1	—	11,8
14	3	3	20,6
19	1	—	9,5
22	2	2	15,1
26	3	3	20,5
30	5	4	22,2
31	4	2	17,6
32	1	—	10,6
34	1	—	8,2
36	1	1	11,2
37	2	1	12,0
41	3	2	22,1
42	1	1	10,8
48	1	1	12,9
50	4	2	20,8*
51	1	1	14,5
Insgesamt	37	25	

\* Anstatt 6 Proben wurden nur 5 Proben untersucht.

gewesen sind. Folgende Zahlen seien in diesem Zusammenhang angeführt. Von der Ernte des Jahres 1937 wurden von uns folgende Proben aus 3 an verschiedenen Stellen Deutschlands bestehenden Versuchswirtschaften untersucht. Es wurden darin mg% Solanin festgestellt:

Her- kunft	Flava	Mittelfrühe	Erdgold	Ovalgelbe	Ackersegen
I	3,2	6,1	3,1	13,9	6,6
II	3,3	7,1	4,4	17,3	11,2
III	1,5	6,8	fehlt	14,9	6,2

Eine weitere Probe „Ovalgelbe“ hatte einen Gehalt von 17,1 mg%. In einer Probe der gleichen Sorte, die wegen des „Geschmackes“ beanstandet worden war, betrug der Solaningehalt 30,0 mg%.

Zur Erkennung des „Solaningeschmackes“ ist früher<sup>1</sup> von mir angeführt worden, daß man die Kartoffeln bei der Geschmacksprobe längere Zeit im Munde halten muß. Der kratzende, bittere Geschmack bleibt einige Zeit nach dem Entfernen der Probereste, ebenso bei größeren Mengen von Solanin das Gefühl von geschwellenem Rachen und Gaumen. Über die Symptome und Beobachtungen bei einer Solanin-

<sup>1</sup> W. LEPPER; Vorratspflege u. Lebensmittelforsch. 1, 599 (1938).



vergiftung hat H. ZETTEL<sup>1</sup> berichtet. Die Kartoffeln stammten aus der Ernte 1935, die Erkrankungen traten im Juli 1936 auf. Solaninbestimmungen wurden nicht durchgeführt. Nur der belichtete Anteil des Kartoffelvorrates hatte die Schädigung verursacht, dagegen war der an einer dunklen Stelle des Kellers aufbewahrte Anteil der Kartoffeln nicht gesundheitsschädlich. Daraus wird gefolgert, daß die Belichtung die Hauptursache für den erhöhten Solaningehalt war. Bei unseren Versuchen mit der Kartoffelsorte „Voran“<sup>2</sup>, den Solaningehalt durch starke Belichtung zu erhöhen, konnte keine wesentliche Steigerung des Solaningehaltes festgestellt werden. Es muß bei dieser Frage berücksichtigt werden, daß die Kartoffelsorten sich bei Belichtung verschieden verhalten können. Unsere Versuche wurden nach einem Vergiftungsfall durch Kartoffeln der Sorte „Voran“ vorgenommen.

Tabelle 5. Verteilung der in Tabelle 4 angeführten Sorten auf die Anbaugebiete.

	Sorten-Anzahl	Sorten-Nr.
Pommern . . . . .	6	8, 26, 30, 31, 37, 50
Sachsen . . . . .	1	30
Rheinland . . . . .	12	2, 6, 14, 22, 26, 30, 31, 37, 41, 48, 50, 51
Baden . . . . .	9	6, 14, 19, 30, 31, 34, 36, 41, 42
Bayern . . . . .	8	14, 22, 26, 30, 31, 32, 41, 50
Kurmark . . . . .	1	50

Diese waren anderer Herkunft wie bei unseren Belichtungsversuchen! Die Kartoffeln hatten bei mehreren Personen eine Allgemeinerkrankung verursacht. In einem Falle war bei Erbrechen, Durchfall und erhöhter Temperatur vorübergehend Bettruhe nötig. Der Solaningehalt in der Durchschnittsprobe betrug 32,5 mg%. Wie auch H. ZETTEL beobachtet hat, trat beim Meiden der Kartoffeln rasche Besserung ein.

Die Symptome der Solaninvergiftung werden meist gleichartig geschildert. In einem Bericht von R. VIOLLIER<sup>3</sup> über die Tätigkeit des Lebensmittel-Untersuchungsamtes im Kanton Basel-Stadt im Jahre 1939 heißt es: „Kartoffeln ergaben beim Genuß Kratzen und Brennen im Halse, begleitet von Übelkeit und Brechreiz. Der Solaningehalt, nach dem Verfahren von W. LEPPER bestimmt, betrug bei zwei Proben 23 bzw. 35 mg je 100 g.“ Die früher von uns durchgeführten Versuche mit Solaninlösungen und Tierkohle zeigten, daß das Solanin in verschiedenartiger Lösung durch Tierkohle restlos adsorbiert wird. Auf letztere Feststellungen wird im Hinblick auf die Therapie bei Solaninvergiftungen nochmals hingewiesen. Bei der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung der Kartoffeln als Nahrungsmittel ist der Anbau solaninärmer Kartoffelsorten anzustreben. Die Schädigungen durch solaninreiche Kartoffeln sind sicherlich häufiger, als angenommen wird, sie sind meistens leichter Natur und werden daher nicht als Solaninvergiftung erkannt. In „Solaninjahren“ können die Schäden, besonders bei der heutigen Ernährungslage, beträchtlich werden. Die übertriebene Befürchtung einer Giftwirkung der Kartoffeln auf die Menschen ist selbstverständlich unbegründet. Bei Schweinen und anderen Tieren kann die Verfütterung von solaninreichen Abfallkartoffeln und Kartoffelschalen zu Todesfällen oder schweren Erkrankungen, die Notschlachtungen nötig machen, führen.

<sup>1</sup> H. ZETTEL: Ernährung 2, 71 (1937).

<sup>2</sup> W. LEPPER: Diese Z. 86, 247 (1943).

<sup>3</sup> R. VIOLLIER: Ref. in dieser Z. 81, 192 (1941).

Werden Vergiftungsfälle durch solaninreiche Kartoffeln bekanntgegeben, so ist es erwünscht, daß die Begleitumstände eingehend geschildert werden und vor allen Dingen auch die Kartoffelsorte einwandfrei angegeben wird. In Zweifelsfällen können Kartoffeln zur Feststellung der Sorte an die Biologische Zentralanstalt in Braunschweig-Gliesmarode geschickt werden. Derartige Berichte fördern die Kenntnis über die „Sorteneigentümlichkeit“ solaninreicher Kartoffeln und können auch zur Klärung anderer „Solaninfragen“ beitragen. Die Weiterarbeit an den „Solaninfragen“ sollte gefördert werden, um Massenschädigungen durch Kartoffeln möglichst für immer auszuschließen. Dem Kartoffelzüchter werden durch Solaninbestimmungen sicherlich Unterlagen zur Züchtung „solaninarmer“ Kartoffeln gegeben. Vielleicht ist damit schon viel erreicht!

#### Zusammenfassung.

1. Aus den Ergebnissen der Solaninbestimmungen in 58 Kartoffelsorten der Ernte des Jahres 1938 von gleichen Versuchswirtschaften aus 6 verschiedenen Anbaugebieten Deutschlands ist zu folgern: a) Die Neigung zu erhöhten Solaningehalten scheint hauptsächlich eine Sorteneigentümlichkeit zu sein. — b) Ein Einfluß der „Wachstumsfaktoren“ (Herkunft) ist nach diesen Untersuchungen nicht mit Sicherheit zu erkennen.

27 Kartoffelsorten zeigten bei sämtlichen untersuchten Proben einen Solaningehalt von kleiner als 10 mg je 100 g Kartoffeln. Von den 343 untersuchten Proben hatten 254 = 74,1% einen unter 10 mg% liegenden Solaningehalt.

2. Es wird vorgeschlagen, Kartoffeln mit mehr als 15 mg% Solanin als „verdächtig“ für Solaninvergiftungen anzusehen. Angabe von 18 Kartoffelsorten, deren Solaningehalte bei einer oder mehreren Proben über 15 mg% lagen.

3. Nach gelegentlichen Solaninbestimmungen im Jahre 1947 haben Gaswasser, „Hexapräparate“ (zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers) und die außergewöhnlich starke Trockenheit keinen wesentlichen Einfluß auf die Höhe des Solaningehaltes ergeben.

4. Die früher von mir angegebene Arbeitsweise zur Solaninbestimmung wird unter Zufügung von Abänderungen beschrieben. — a) Der Solaningehalt von Einzelknollen gleicher Herkunft kann sehr verschieden sein. Für den Durchschnitt sind daher mindestens 2 kg Kartoffeln nötig. Bei noch größeren Proben, die in besonderen Fällen erwünscht sind, werden die gewaschenen Kartoffeln von Nabel nach Krone geteilt. Zur Solaninbestimmung wird eine aus den Teilstücken entnommene Durchschnittsprobe von 2 kg verarbeitet. — b) Zur Reinigung des Rohsolanins wird auf eine arbeitstechnische Vereinfachung der Arbeitsweise hingewiesen.

5. Eine Methode zur Solaninbestimmung in Einzelknollen ist zur Lösung verschiedener „Solaninfragen“ erforderlich. Die Giftwirkung des Solanins scheint von Begleitumständen abhängig zu sein. Bei Bekanntgabe von Gesundheitsschädigungen durch erhöhten Solaningehalt der Kartoffeln sollten die Begleitumstände möglichst eingehend beschrieben und vor allen Dingen die Kartoffelsorte einwandfrei festgelegt werden. Die Züchtung von Kartoffelsorten, die keine oder nur eine geringe Neigung zu erhöhten Solaningehalten zeigen, ist anzustreben. In „Solanin-jahren“ kann die Gesundheitsschädigung von Menschen und Tieren durch einen erhöhten Solaningehalt der Kartoffeln beträchtlich werden. Eine übertriebene Furcht vor einer Solaninvergiftung ist jedoch unbegründet, die Krankheitserscheinungen verschwinden anscheinend schnell beim Meiden der stark solaninhaltenen Kartoffeln. Die Möglichkeit einer Schädigung von Tieren durch solaninreiche Abfallkartoffeln und durch Kartoffelschalen ist jedoch besonders zu beachten.