

# Radiometrische Verteilungsmessung bei der Kartoffelbeizung

Chem.-Ing. Lydia Hartung / Dr. M. Beer

Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

## 1. Aufgabenstellung

Die industriemäßige Pflanzenproduktion kann auf den Pflanzenschutz nicht verzichten.

Relativ hohe Mittelkosten und Rückstandsprobleme zwingen zur Anwendung minimaler Mittelmengen bei gesicherter Schutzwirkung. Das setzt aber die optimale Verteilung besonders von Fungiziden und Bakteriziden auf den zu behandelnden Gütern (z. B. Saat- und Pflanzgut) voraus.

Diese Aufgabe muß durch entsprechend leistungsfähige Pflanzenschutzmaschinen gelöst werden.

Nachdem in den letzten Jahren Verteilungsmessungen an Feld- und Obstbau-, Sprüh-, Spritz- und Stäubeanlagen, an Verteileinrichtungen von Agrarflugzeugen und an Beizern mit Erfolg durch radiometrische Methoden durchgeführt worden sind <sup>1/1/2/</sup>, wurde die Aufgabe gestellt, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenschutzforschung der AdL Kleinmachnow die Mittelwirkung bei der Beizung von Pflanzkartoffeln rasch und gesichert zu messen, um einen schnellen Vergleich von Maschinen und -varianten zu gewinnen.

Die Verteilungsbilder unter Praxisbedingungen ließen erkennen, daß nur eine große Anzahl von Meßwerten eine gesicherte Auswertung der Varianten ermöglichen würde. Solche Messungen sind hier, wie bei anderen Pflanzenschutzverfahren bei Anwendung chemischer Analysemethoden nur mit nicht vertretbarem Zeit- und Kostenaufwand durchführbar.

Entsprechend den positiven Erfahrungen bei den o. g. Meßproblemen wurde auch hier für die vorliegende Aufgabe eine radiometrische Tracer-Methode angewendet, die auf der Markierung der wirksamen Komponente im Beizmittel mit radioaktiven Nukliden beruht.

## Meßverfahren

### 2.1. Markierung des Beizmittels

Die Markierung des wesentlichen Wirkstoffs in der Beizmittelsuspension erfolgte mit dem seit Jahren bei vielen Praxisuntersuchungen bewährten Nuklid Au-198 <sup>3/</sup> einfach durch Zugabe dieses Nuklids in Form von Goldchlorwasser-

stoffsäure ( $\text{HAuCl}_4$ ) zur Mittelsuspension. Das vorher gelöste Gold-Ion ( $\text{Au}^{3+}$ ) wird durch das Mittel zu elementarem Au reduziert und auf dem Mittel feinst verteilt und fest haftend niedergeschlagen. Durch starkes Rühren der Suspension bei der  $\text{HAuCl}_4$ -Zugabe wird bei der Reduktion des  $\text{Au}^{3+}$  eine gleichmäßige, d. h. massenproportionale Markierung erreicht.

Für Trockenbeizversuche führen Filtration der markierten Suspension, Trocknen und mischendes Sieben mit unmarkiertem Beizmittel zu homogen markiertem Pulver mit praktisch unveränderten Stäube- und Hafteigenschaften.

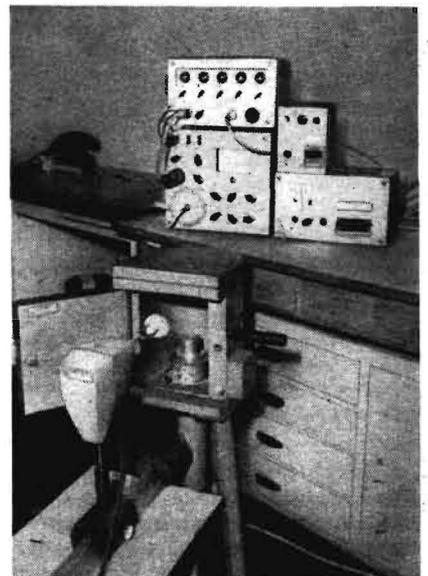
### 2.2. Messung

Zunächst interessierte die Messung der Mittelmenge je Kartoffel. Aufgrund der unregelmäßigen Gestalt und Größe der Knollen war die Messung selbst der stark durchdringenden  $\gamma$ -Strahlung problematisch. Eine Meßanordnung nach Bild 1 führte jedoch mit ausreichender Genauigkeit ( $> 90$  Prozent) zu Meßergebnissen, die von der Kartoffelgröße, -form und Art der Mittelverteilung weitgehend unabhängig waren. Der Vergleich dieser Meßergebnisse untereinander jedoch erfordert die Normierung der Werte auf eine Bezugsgröße, wie Mittelmenge je 100 g Kartoffelmasse, wobei diese Definition die nichtlineare Abhängigkeit zwischen Kartoffelmasse und -oberfläche nicht berücksichtigt, und ein Vergleich der Mittelmengen auf Kartoffeln mit extremen Masseunterschieden nicht möglich ist.<sup>1</sup>

Wesentlich niedriger, weil dem biologischen Wirkungsmechanismus des Mittels entsprechender, war die Bestimmung der Mittelmenge auf der Kartoffeloberfläche, insbesondere auf kleinen Teilflächen. Obwohl gesicherte Grundlagenuntersuchungen noch ausstehen, wurde in Übereinstimmung

<sup>1</sup> Die Oberfläche gleicher Massen der kleinen Kartoffelfraktion ( $\approx 30$  bis 40 g/Knolle) gegenüber der großen (80 bis 100 g/Knolle) ist um rd. 30 Prozent größer.

Bild 1. Meßanordnung zur Ermittlung der  $\gamma$ -Gesamtaktivität je Kartoffel



(Fortsetzung von Seite 352)

die Modellkennwerte untersucht und ausgehend von Mittelwerten für das Verformungsverhalten verfahrenstechnische Schlußfolgerungen abgeleitet.

## Literatur

- 1/ Baganz, K.: Untersuchungen zum rheologischen Modell der Kartoffeln. *Dt. Agrartechnik* 19 (1969) H. 11, S. 548-550.
- 2/ Finney, E. u. a.: Influence of variety and time on the resistance of Potatoes to mechanical damage. *Am. Potato J.* 41 (1964), S. 41-178.
- 3/ Baganz, K.: Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf verschiedene Festigkeitskennwerte der Kartoffel. *Thaer-Archiv* 12 (1968), S. 219-226.
- 4/ Lamm, M. I.: (Kontaktbeschädigungen von Kartoffelknollen). *Trudy Vischom*, Ausgabe 58, Moskau (1969), S. 290-314.
- 5/ Herold, B.: Theoretische Analyse der Knollenbeanspruchungen. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim (1970), *Forsch.-Ber. „Beschädigungsminderung“* (unveröff.).
- 6/ Besrukij, L. P.: (Experimentelle Untersuchung der Zerstörung von Bodenkrümel). *Traktory i selchozmasiny*, Moskau (1961) H. 11, S. 23-26. A 9489

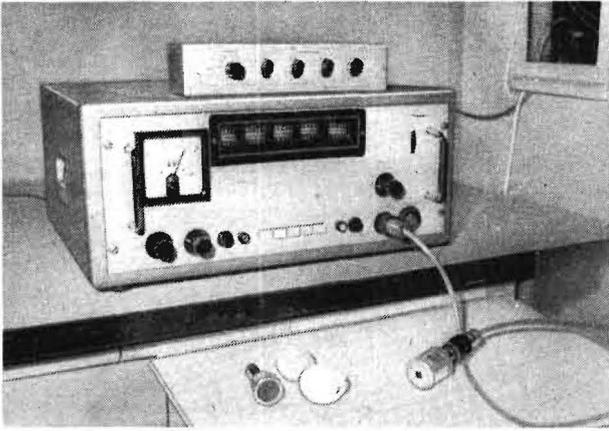


Bild 2. Meßanordnung zur Ermittlung der  $\beta$ -Aktivität je Flächeneinheit

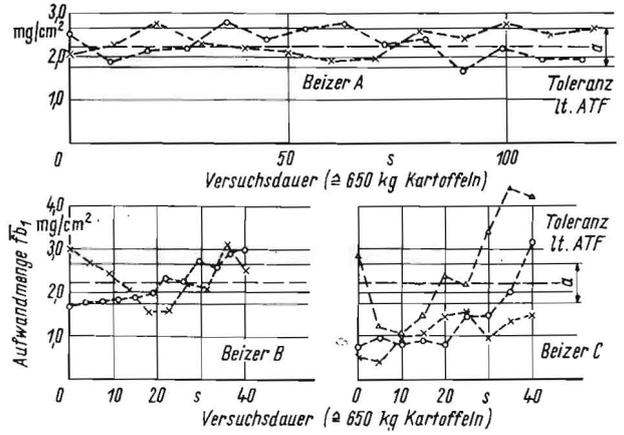


Bild 5. Dosierschwankungen während des Beizvorgangs bei verschiedenen Beizertypen

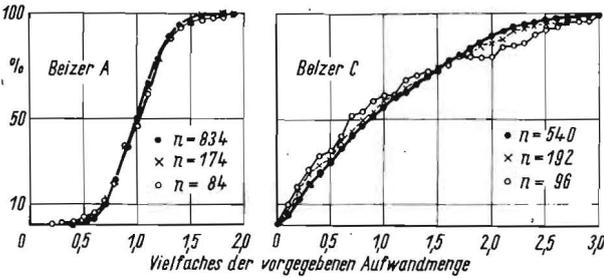


Bild 3. Summenhäufigkeitskurven der Aufwandsmengen je  $1 \text{ cm}^2$  ( $fb_1$ ) von Beizversuchen an verschiedenen Beizertypen mit unterschiedlicher Probenzahl  $n$

mit dem Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow die Mittelmenge je  $1 \text{ cm}^2$  Kartoffeloberfläche mit der von uns gewählten Definition  $fb_1$  [ $\text{mg}/1 \text{ cm}^2$ ] als Beurteilungsgröße festgelegt. Die Messung dieser Größe mit Hilfe radioaktiv markierter Mittel ist mit einer relativ einfachen Meßanordnung möglich. Die hohe Energie der  $\beta$ -Strahlung des Au-198 gestattet die Verwendung von durch Alu-Blenden (z. B.  $1 \text{ cm}^2$ ) abgeschirmten Endfenster-(Glocken-)Zählrohren (Bild 2).

Für die Messungen stehen Eigenbau-Geräte zur Verfügung, bei denen Nulleffekt der Umgebungsstrahlung und Aktivitätsänderungen (Halbwertszeit Au-198 =  $2,69 \text{ d} \approx 1$  Prozent Aktivitätsminderung je Stunde) beim Meßvorgang mit berücksichtigt werden, so daß direkt verrechenbare Ergebnisse anfallen.

Sorgfältige Bezugswertmessungen an gesondert hergestellten Flächenpräparaten gestatten im Bedarfsfall die einfache Umrechnung in Mittelmenge je  $\text{cm}^2$ .

Da nach Arbeitsinformationen des Instituts für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow bei einer Mittelbelegung

von  $\leq 50$  Prozent der durchschnittlichen Aufwandsmenge die sichere Wirkungsgrenze unterschritten wird, reicht eine Meßgenauigkeit von  $\leq 10$  Prozent der Durchschnittsmenge aus.

Nach dieser Festlegung gestattet das Meßverfahren bei Anwendung von  $0,5$  bis  $1 \text{ mCi Au-198}$  je  $\text{kg}$  Schlammbeize und Meßzeiten von  $0,1$  bis  $0,3 \text{ min}$  je Flächeneinheit ausreichend genaue Messungen.

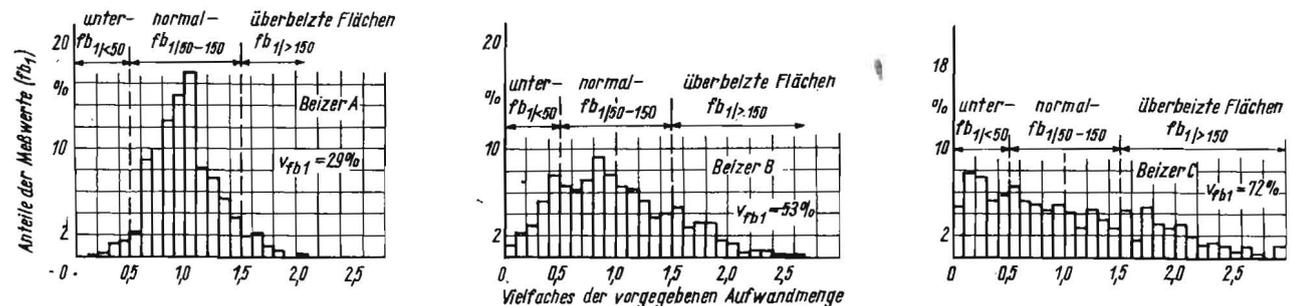
Aus praktischen Erwägungen fiel die Entscheidung bei der Alternative „Viele Flächenmessungen je Knolle auf wenige Kartoffeln oder wenige Messungen je Knolle an vielen Objekten“ zugunsten der letzteren Möglichkeit aus. Diese letzte Variante, bei der 6 Meßstellen je Kartoffel — symmetrisch über der Oberfläche verteilt — von vielen gleichmäßig aus dem Beizprozeß gezogenen Knollen gemessen wurden, schließt die Messung von eventuellen Änderungen der Beizmittelmenge über der Zeit (Dosierschwankungen) ein und schaltet die Möglichkeit der sehr genauen Messung einer zufälligen, aber nicht repräsentativen Auswahl von zu wenigen Knollen aus. Insgesamt wurde je Versuch (=  $650 \text{ kg}$  Kartoffeln) die Flächenbelegung ( $fb_1$ ) an 600 bis 800 Meßstellen von entsprechend 100 bis 130 Kartoffeln ermittelt.

### 2.3. Repräsentanz der Messungen

Eine Aussage über die Repräsentanz dieser Probenzahl  $n$  erlaubt die Darstellung der Häufigkeitsverteilung bzw. der daraus resultierenden Summenhäufigkeitskurve je eines Versuchs von zwei in ihrer Verteilwirkung extremen Beizertypen mit unterschiedlicher Anzahl von Einzelmessungen (Bild 3).

Die Gleichmäßigkeit des Kurvenverlaufs der Mittelverteilung bei der hohen Probenzahl und die Tatsache, daß bereits mit einer wesentlich geringeren Anzahl von Messungen ( $n \approx 100$  bis  $200$ ) diese Kurven gleichartig wiedergegeben werden, beweisen die ausreichende Probenahme für repräsentative Aussagen.

Bild 4. Häufigkeitsverteilung der Flächenbelegung je  $1 \text{ cm}^2$  ( $fb_1$ ) bei Beizversuchen mit gleicher Aufwandmenge an verschiedenen Beizertypen



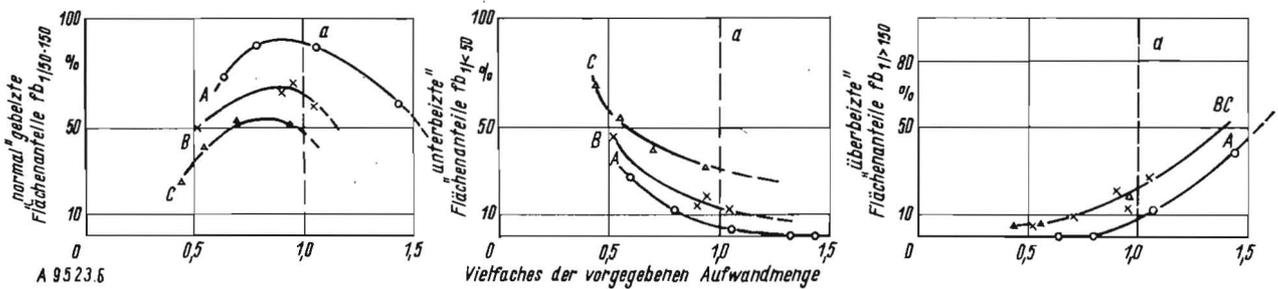


Bild 6. Abhängigkeit der Flächenbelegung ( $fb_1$ ) von der Aufwandmenge bei verschiedenen Beizertypen (A, B, C); a Vorgabe

### 3. Auswertung

Die Vorgaben der agrotechnischen Forderungen (ATF), die u. a. auf dem bisherigen Erkenntnisstand der biologischen Forschung beruhen und noch weiterer Ergänzung bedürfen, bilden die Grundlage des gewählten Auswertverfahrens.

Mit Hilfe des Kleinrechners SER 2d wurden die 1973 gemessenen etwa 20000 Einzelwerte unter Anwendung statistischer Methoden [4] zu folgenden Bewertungsgrößen aufbereitet:

- Flächenbelegung = Aufwandmenge je  $1 \text{ cm}^2 = fb_1 \text{ [mg/cm}^2\text{]}$
- durchschnittliche Flächenbelegung = mittlere Aufwandmenge je  $1 \text{ cm}^2$  und Versuch =  $\overline{fb}_1^2 \text{ [mg/cm}^2\text{]}$
- prozentuale mittlere statistische Abweichung von  $\overline{fb}_1 = V_{fb_1} \text{ [}\% \text{]}$
- Klassierung der Werte der Flächenbelegung  $fb_1$  in 3 Gruppen, welche die biologischen und ökonomischen Forderungen berücksichtigen und die als unter-, normal- und überbeizte Flächenteile bezeichnet werden mit jeweils  $< 50$  Prozent, 50 bis 150 Prozent und  $> 150$  Prozent der vorgegebenen Beizmittelmenge.

Nur die Anwendung der EDV ermöglichte die Komprimierung der einzelnen Meßdaten und ihre Auswertung in der zu Verfügung stehenden Zeit von etwa 1 bis 2 Monaten.

### 4. Ergebnisse

Die Klassierung der Werte der Mittelmengen je  $\text{cm}^2$  ( $fb_1$ ) ergibt bereits optisch deutlich unterschiedliche Verteilungsbilder (Häufigkeitsdiagramme) für die verschiedenen Beizertypen und -varianten (Bild 4); analoges gilt für den qualitativen Vergleich der Wirkungs- und mittelbezogenen Grenzwerte: Beizer A zeichnet sich durch eine gute Verteilqualität aus, der Anteil an unter- und überbeizten Flächen beträgt  $< 10$  Prozent. Bei den Beizern B und C ist dieser Anteil wesentlich höher: 35 Prozent bzw. 50 Prozent, aufgrund der unterschiedlichen Wirkprinzipien der Beizer B und C gegenüber A (A = kontinuierliche; B und C = diskontinuierliche Betriebsweise).

Diese Aussage wird durch den Vergleich der Mittelverteilung über der Versuchsdauer bzw. den durchgesetzten Kartoffelmengen (Bild 5)<sup>3</sup> und durch die vergleichende Darstellung der Anteile der normal-, unter- und überbeizten Kartoffelflächen bei unterschiedlichem mittlerem Beizmittelaufwand gestützt (Bild 6).

Letztere Wertekurven waren ungewollt angefallen, weil es nicht möglich war, unter den Versuchsbedingungen in der Praxis immer die vorgegebene Dosiermenge einzuhalten. Der Beizer A besitzt bei Dosierabweichungen vom Sollwert klare Vorteile gegenüber den beiden anderen Varianten (Bild 5). Der Anteil an normal gebeitzten Flächen ist deutlich höher (Bild 6), und dementsprechend ist auch die Gefahr

für Unterbeizung und Überbeizung bei in der Praxis unvermeidbaren Dosierschwankungen wesentlich geringer.

Die vorliegenden Ergebnisse erlauben nicht nur die quantitative Bewertung von Beizmaschinen, sondern ermöglichen auch konkrete Hinweise für die Auswahl der verfahrenstechnischen Konzeptionen bei Weiterentwicklungen.

Die radiometrische Methode ist geeignet, als Prüfstandard für Beizmaschinen aller Art zu dienen. Voraussetzung dafür ist die Festlegung von Standardgrößen, die für die Bewertung der Maschinen oder Verfahren von Interesse sind.

### 5. Zusammenfassung

Wirkungsvoller Pflanzenschutz setzt für sichere Schutzwirkung, ökonomische Mittelverwendung und Verminderung der Rückstandsproblematik Maschinen mit hoher Verteilungsqualität voraus. Zur raschen und sicheren Bewertung der Arbeitsqualität dieser Maschinen sind schnelle, gesicherte Meßverfahren erforderlich.

Das bereits bei anderen Pflanzenschutzverfahren bewährte radiometrische Meßverfahren wurde für die Bestimmung der Mittelverteilung bei der Kartoffelbeizung mit Beizmittel-Suspensionen weiterentwickelt.

Die Markierung des Beizmittels erfolgt mit dem Radionuklid Au-198, die Bestimmung der Mittelmenge durch die  $\beta$ -Messung mit durch definierte Meßblenden abgeschirmten Glockenzählrohren.

Das Meßverfahren gestattet die quantitative Bewertung von Beizmaschinen bei vorgegebenen Wirkungsgrenzen des Mittels und erlaubt außerdem Aussagen über die Auswahl der günstigsten Wirkprinzipien für die Weiterentwicklung.

### Literatur

- [1] Helbig, W./M. Beer/E. Kuhn: Verteilungsmessungen zur Prüfung von Pflanzenschutzgeräten. Isotopenpraxis 3 (1967) H. 8, S. 334-338.
- [2] Becker, E./M. Beer: Untersuchung der Arbeitsqualität des kombinierten Beizers K 619. Dt. Agrartechnik 17 (1967) H. 7, S. 322-324.
- [3] Beer, M./H. Fuchs: Sämtliche Berichte der Autoren für die Mischfutter-, Mineralstoff- und Wirkstoffindustrie ab 1965.
- [4] Doerffel, K.: Statistik in der analytischen Chemie. Leipzig: VEB Verlag für die Grundstoffindustrie 1967. A 9523

Auf Wunsch senden wir Ihnen gern Prospektmaterial über unsere neueste Literatur zu.  
VEB Verlag Technik · Berlin

**Hochschulng. Elektrotechnik**  
su. int. Tätigk. Zuschr. unter  
Nr. 5432 DEWAG, 75 Cottbus,  
PSF 104

## Achtung Pflegedienst!

Bis zu 35 % werden vom jährlichen Ölaufkommen Ihres Betriebes eingespart durch unsere

**ÖL-SEPARATOREN**  
**VEB ZENTRIFUGENBAU**

8122 Radebeul-Ost, Gartenstraße 35 Telefon: Dresden 75672