

Gerhard Wormanns, Thomas Hoffmann und Andree Jacobs, Potsdam-Bornim

Zur Bestimmung der Stoßbelastung und Schwarzfleckigkeit bei Kartoffeln

Kartoffeln werden in ihrem Inneren schwarzfleckig, wenn infolge von Stößen und Drücken Zellwände beschädigt werden. Innerhalb von wenigen Tagen führen dann biochemische Vorgänge zur Bildung des für die Schwarzfärbung verantwortlichen Melanins. Mit Hilfe zeittraffender Belastungssimulation soll ein System von Grenzwerten für die zulässige mechanische Belastung der Kartoffeln während der Ernte-, Lagerungs-, Aufbereitungs- und Vermarktungsprozesse ermittelt werden. Vorgestellt werden methodische Grundlagen der Belastungssimulation und Schwarzfleckigkeitsbestimmung sowie Ergebnisse zum Einfluss der Belastungsintensität, Knollentemperatur, Sorte und des Stärkegehaltes der Knollen.

Dr. agr. Gerhard Wormanns und Dr. rer. agr. Thomas Hoffmann sind wissenschaftliche Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim (Wiss. Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zanke); e-mail: gwormanns@atb-potsdam.de
Dipl.-Ing. Andree Jacobs ist dort wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter.

Schlüsselwörter

Kartoffeln, Schwarzfleckigkeit, Simulation der mechanischen Belastung

Keywords

Potatoes, black spots, simulation of mechanical stress

Literaturhinweise sind unter LT 01116 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Eine rationelle und damit finanziell tragfähige Kartoffelproduktion ist ohne mechanische Belastung der Knollen durch die Maschinen gegenwärtig nicht denkbar. Um jedoch die Schwarzfleckigkeit in den Kartoffeln – als Folge der mechanischen Belastung – durch geeignete Maßnahmen während der Ernte, Lagerung, Aufbereitung und Vermarktung sicher vermeiden zu können, sind bessere Kenntnisse erforderlich, bis zu welchen Grenzwerten mechanische Belastungen von Kartoffeln ohne mechanische Schäden ausgehalten werden. Diese Grenzwerte werden von sehr vielen Faktoren beeinflusst [1]. Ziel der Untersuchungen ist es, jene Einflussfaktoren herauszufinden, die helfen, die Schwarzfleckigkeitsneigung einer Kartoffelpartie sicher zu prognostizieren. Dann kann Vorsorge für eine sichere Vermeidung der Schwarzfleckigkeit getroffen werden. Bei bekanntem Belastungsprofil einer Aufbereitungs- und Vermarktungsanlage kommt dabei der Knollentemperatur eine besondere Bedeutung zu, weil sie von den wesentlichen Einflussfaktoren technisch am einfachsten zu beeinflussen ist.

Bestimmung der Belastungsintensität

Vom Roden der Kartoffeln aus dem Damm bis zum Einfüllen in den Vermarktungsbeutel wird jede Knolle wiederholt mit unterschiedlicher Intensität mechanisch belastet. Diese Belastung kann in Abhängigkeit von der Güte dieser Anlage sehr unterschiedlich sein. Sie ist be-

stimmt durch Messgeräte, die durch Einlegen in den Gutstrom alle Einzelstöße registrieren und anschließend an ein Auswertesystem übergeben (Bild 1). Daraus kann das Belastungsprofil der Anlage bestimmt werden.

Das derzeitige technische Niveau der Belastungsmessung wird durch zwei Messsysteme bestimmt:

- Die in der Michigan State University entwickelte Messkugel IS 100 erfasst und speichert dynamische Belastungsvorgänge durch Beschleunigungssensoren. Das Messsystem und die Messergebnisse sind in der Literatur bereits ausführlich beschrieben [2, 3]. Die von der KTBL-Versuchsstation Dethlingen bereits in vielen Anlagen ermittelten Belastungswerte sind mit diesem Messsystem gewonnen worden [2, 3].
- Die im Institut für Agrartechnik Bornim (ATB) entwickelte Messkugel PMS-60 erfasst statische und dynamische Belastungsvorgänge durch einen Drucksensor. Auch hier sind das Messsystem und die in Aufbereitungs- und Vermarktungsanlagen bei der vergleichenden Wertung von Mechanisierungslösungen erzielten Ergebnisse bereits beschrieben worden [4, 5].

Für die nachfolgend dargestellten Untersuchungen wurde ausschließlich die Messkugel PMS-60 verwendet. Sie wurde parallel zu den Kartoffelproben bei der Belastungssimulation eingesetzt.

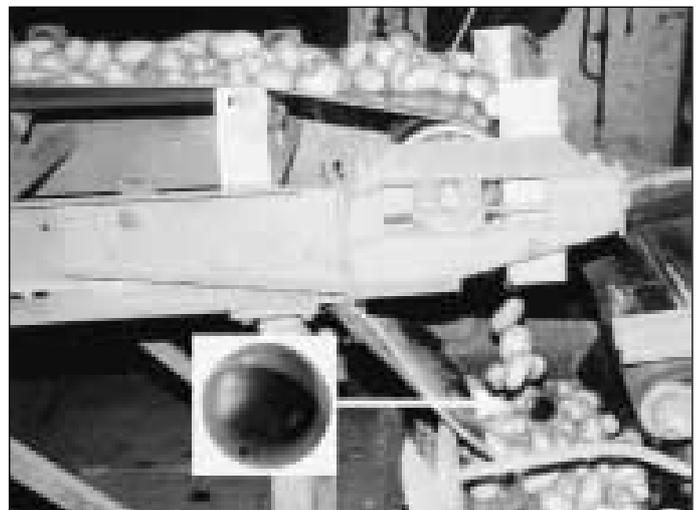


Bild 1: Bestimmung der tatsächlichen mechanischen Kartoffelbelastung in Aufbereitungs- und Vermarktungsanlagen

Fig. 1: Determining real mechanical stress in handling and marketing facilities

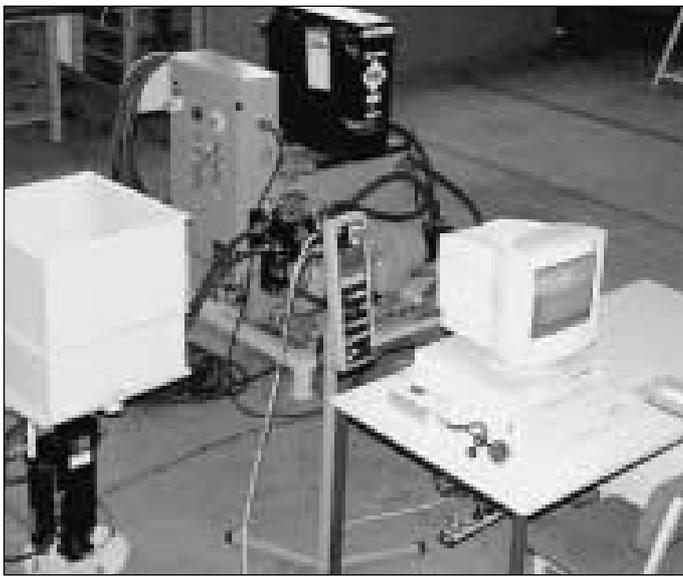


Bild 2: Hydropulsanlage für reproduzierbare mechanische Belastung von Kartoffeln zur Erzeugung von Schwarzfleckigkeit

Fig. 2: Servo hydraulic test stand to produce black spots on potatoes by repeated mechanical loads

Einfluss des Genotyps (Sorte)

Eine Einschätzung der Schwarzfleckigkeitsneigung setzt voraus, dass die einzelnen Sorten in Empfindlichkeitsklassen eingeordnet werden können. Hierzu durchgeführte Untersuchungen bestätigen eine sortentypische, differenzierte Empfindlichkeit (Bild 3). Werden Kartoffeln unterschiedlicher Genotypen nach dem Stärkegehalt sortiert, so zeigen stärkereiche Kartoffeln der Sorten Möwe (18,8%), Selma (18,3%) oder Freya (17,1%) vor allem bei niedrigen Temperaturen eine ausgeprägte Neigung zur Schwarzfleckigkeit. Knollen der Sorten Acapella (13,2%) oder Arkula (12,5%) erweisen sich als unempfindlich. Dass nicht die Stärke die alleinige Einflussgröße ist, zeigt sich bei der Sorte Serafina. Obwohl mit nur 12,4% Stärke versehen, reagiert die Serafina empfindlich auf Stoßbelastungen. Durch Hinzunahme von weiteren Inhaltsstoffen wie etwa Kalium, Calcium, Ascorbinsäure und Aminosäuren soll die sortentypische Schwarzfleckigkeitsneigung in zukünftigen Untersuchungen besser erklärt werden.

Fazit

Aus den bisherigen Ergebnissen kann abgeleitet werden:

- Es scheint prinzipiell möglich zu sein, die Schwarzfleckigkeitsneigung einer einzelnen Warenpartie vorherzusagen.
- Daraus lassen sich dann Schlussfolgerungen ableiten, wie stark diese Warenpartie vor der Aufbereitung zu erwärmen ist, um Schwarzfleckigkeit zu vermeiden. Ein zu starkes Erwärmen kostet nicht nur zusätzliche Energie, sondern führt auch zu einer verstärkten Atmung und damit zu erhöhtem Masseverlust.
- Bevor das Vorhersagemodell in ein Qualitätsprüfprogramm aufgenommen werden kann, müssen weitere Versuchsergebnisse verfügbar sein.

Simulation der Belastung

Für das gezielte, zeitraffende Aufbringen mechanischer Belastungen auf Kartoffelproben verfügt das ATB über einen als Schwingkasten gestalteten Belastungssimulator, bei dem das Belastungsprofil über den vertikalen Hub (Kurbeltrieb), die Frequenz und die Belastungsdauer reproduzierbar vorgegeben werden kann. Mit einer Hydropulsanlage können künftig auch vertikale Einzelstöße unterschiedlicher Intensität auf die in einem Kasten liegenden Kartoffelproben aufgebracht werden (Bild 2).

Bestimmung der Schwarzfleckigkeit

Um die Ausprägung unterschiedlicher Schwarzfleckigkeitsanteile der Kartoffelknollen in den umfangreichen Versuchsreihen rationell messen zu können, wurde im ATB ein spezielles Bildanalyseverfahren entwickelt [6]. Es ermöglicht gegenüber den bisher verwendeten Methoden der visuellen Einschätzung, den sonst durch die Versuchsperson bedingten Versuchsfehler weitgehend zu eliminieren. Ein solcher Fehler ist dann besonders groß, wenn innerhalb mehrjähriger Versuchsreihen das Versuchspersonal gewechselt werden muss.

Bildanalytisch bestimmt wird der Anteil schwarzer Flecken auf der Schnittfläche jeder einzelnen Knolle, wenn diese in ihrer

größten Schnittfläche und quer hierzu geschnitten, also geviertelt wird.

Um die komplexe Wirkung der unterschiedlichen Einflussfaktoren (Belastungsintensität, Knollentemperatur, Inhaltsstoffe, Sorte) überhaupt sicher erfassen zu können, werden die Knollen nicht als Mischprobe, sondern einzeln untersucht und die Ergebnisse in einer Datenbank erfasst.

Einfluss der Belastungsintensität

Dargestellt sind beispielhaft die Ergebnisse einer Versuchsreihe mit sieben Kartoffelsorten gleicher Herkunft (Versuchsanbau), die im Belastungssimulator des ATB über 60 s einer Stoßbelastung ausgesetzt waren.

Trotz unterschiedlicher Frequenz und damit unterschiedlicher Belastungsintensität ist die Gesamtbelastung fast gleich (Tab. 1).

Einfluss der Knollentemperatur

Je kälter eine Kartoffel bei der mechanischen Belastung ist, um so eher neigt sie zur Verfärbung. Diese Erkenntnis hat bereits Eingang in Empfehlungen für die Praxis gefunden [7]. Um jedoch für bestimmte Warenpartien die einzuhaltenen Mindesttemperatur prognostizieren zu können, sind charakteristische Datenreihen des Einflusses der Knollentemperatur für die Vorhersage (Bild 3).

Tab. 1: Belastungsvarianten zur Bestimmung der Schwarzfleckigkeit

Table 1: Variants of stress for determining tendencies for developing black spots

Varianten	1	2
Frequenz (Hz)	6,5	9,5
Belastungszeit (s)	60	60
Anzahl Stöße (n)	356	265
Gesamtbelastung (kN)	19,6	20,5
maximale Stoßkraft (N)	174	247
mittlere Stoßkraft (N)	55	77

Bild 3: Fläche schwarzer Flecken an der Scheibenfläche bei unterschiedlichen Belastungen und Temperaturen

Fig. 3: Share of black spots on the surface area of slices which were subjected to different mechanical loads and temperatures

