

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

Bildanalyse zur Bestimmung der Schwarzfleckigkeit bei Kartoffeln

Die Bestimmung der Schwarzfleckigkeit mechanisch belasteter Kartoffeln ist ein wesentliches Kriterium innerhalb solcher Forschungsprojekte, die eine Minderung der Schwarzfleckigkeitsneigung von Kartoffelsorten und -partien oder die Einschätzung der Ernte- und Aufbereitungsmaschinen zum Ziel haben. Um die Ausprägung unterschiedlicher Schwarzfleckigkeitsanteile der Kartoffelknollen in umfangreichen Versuchsreihen rationell messen zu können, wurde im Institut für Agrartechnik Bornim (ATB) ein spezielles Bildanalyseverfahren entwickelt.

Die Schwarzfleckigkeit der Kartoffeln ist ein durch mechanische Belastung der Knollen hervorgerufener, schwerwiegender Qualitätsmangel sowohl bei Speise- und Veredlungskartoffeln als auch bei Pflanzkartoffeln.

Von Einflussfaktoren wie etwa der Sorte, dem Stärkegehalt und der Belastungsintensität hängt die Neigung unterschiedlicher Partien zur Verfärbung des Kartoffelfleisches ab. Weitere bekannte Einflussfaktoren sind die Knollentemperatur während der Belastung, das physiologische Alter der Knollen und Inhaltsstoffe wie Kalium, Ascorbinsäure und verschiedene Aminosäuren.

Ein exaktes Ausmessen der verfärbten Schnittflächenanteile mit Längenmessmitteln ist mit hohem manuellen Aufwand verbunden, wobei die konkrete geometrische Form der Flecken nur näherungsweise erfassbar ist. In der Praxis wird daher oft der Fleckenanteil nur visuell abgeschätzt und in Klassen bonitiert. Die einzelnen Klassen werden gewichtet und daraus ein Schwarzfleckigkeitsindex gebildet [1, 2, 3]. Nachteilig ist der aus visueller Einschätzung resultierende subjektive Fehler. Er wird dann besonders groß, wenn innerhalb von Versuchsserien oder bei mehrjährigen Versuchen das Personal wechselt.

Aus diesem Grund mussten Messmethoden entwickelt werden, die bei einfacher

Handhabung und vertretbarem Zeitaufwand eine objektive Fleckererkennung ermöglichen.

Datenerfassung

Ziel der Methodenentwicklung war es, ein objektives Messergebnis bei minimalen Investitionen zu erreichen. Deshalb wurde für die Computerbildanalyse eine preisgünstige Videokamera aus dem Massenangebot gewählt.

Die verwendete Webcam Kodak DVC323 verfügt über einen CCD-Chip mit 640•480 Bildpunkten und 24 bit Farbtiefe und eine einfache Optik mit einem Fokus von 12,7 cm bis unendlich. Der Preis liegt bei rund 300 DM. Sie ist über einen USB-Anschluss ohne Zusatzkarte mit dem PC verbunden. Der Bildanalysearbeitsplatz (Bild 1) ist auch hinsichtlich der aus fünf Halogenlampen bestehenden Beleuchtung kostengünstig gestaltet.

Typisch ist für die Art der verwendeten Kamera, dass die Helligkeits- und Farbempfindlichkeiten der einzelnen Bildpunkte nicht homogen sind. Auch wird die Bildfläche durch die Halogenlampen nicht gleichmäßig ausgeleuchtet.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der programmseitigen Umrechnung primärer Bildinformationen mit Hilfe spezieller Algorithmen zur Verbesserung der Bildgüte.

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). Dipl.-Ing. Andree Jacobs ist wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter in der gleichen Abteilung dieses Institutes. e-mail: gwormanns@atb-potsdam.de

Schlüsselwörter

Kartoffeln, Schwarzfleckigkeit, Bildanalyse

Keywords

Potatoes, black spots, picture analysis

Bild 1: Arbeitsplatz für Bildanalyse

Fig. 1: Work place for image analysis



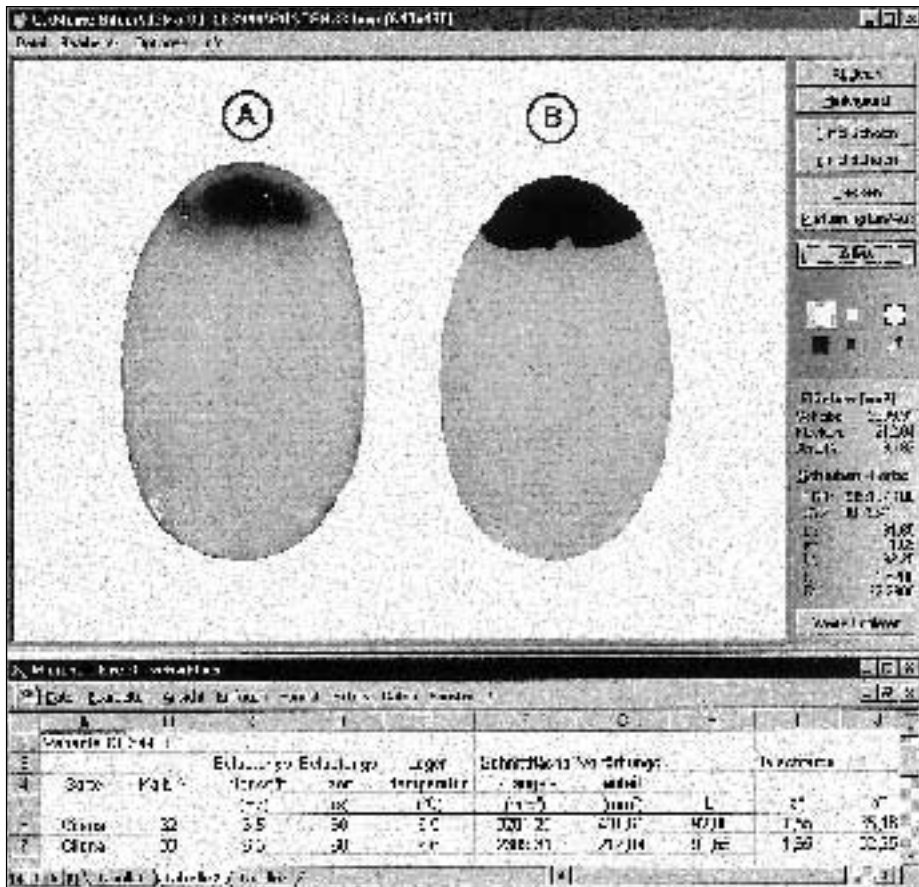


Bild 2: Bildanalyse zur Bestimmung des Schwarzfleckigkeitsanteils; A: Originalbild der Kartoffelscheibe mit Schale; B: virtuell geschälte Kartoffelscheibe mit markiertem schwarzen Fleck

Fig. 2: Image analysis for ascertaining share of black spots; A: original potato slice with peel; B: virtually peeled potato slice with marked black spot

Diese Berechnungsverfahren stützen sich auf einen Soll-Ist-Vergleich zwischen den realen, eindeutigen Bilddaten von Kalibriernormalen und den von der Kamera erstellten Abbildern.

Für den speziellen Einsatzfall ist ein Zweipunktvergleich mit Hilfe einer homogenen weißen und einer homogenen schwarzen Fläche als Kalibriernormale hinreichend. In der weißen Fläche sind die Grundfarben rot, grün und blau jeweils mit maximaler Intensität, in der schwarzen mit minimaler Intensität enthalten.

Im Ergebnis entstehen auf der Grundlage der Kamerabilder zwei Kalibriermatrizen mit je 640•480 Bildpunkten und drei Farbwerten pro Punkt. Zwischen den beiden Matrizen wird durch die Punkte gleicher Koordinaten rechnerisch für jede Grundfarbe eine Gerade gelegt. Bilder verbesserter Güte ergeben sich durch Einsetzen der gemessenen Farbwerte in die Geradengleichungen.

Die so gewonnenen Daten werden vom RGB-Farbraum in den L*a*b*-Farbraum transformiert. Besonders geeignet zur schnellen Analyse der Bilder sind die Helligkeit L und die Farbintensität C.

Bereits in Vorversuchen zeigte sich, dass

die teils eng gestuften Farbübergänge auf dem Bildschirm dann korrigiert werden müssen, wenn die auf der Kartoffelschnittfläche vorhandenen Verfärbungen (Eisenfleckigkeit, Einwüchse) nicht der Schwarzfleckigkeit zugeordnet werden dürfen. Das PC-Programm wurde darum mit Korrekturwerkzeugen für Farbveränderungen ausgestattet.

Datenverrechnung

Die Bildanalyse erfolgt in mehreren Schritten:

- Über die Bewertung der Helligkeit L sind zunächst die Bildpunkte des sehr hellen Hintergrundes von denen der dunkleren Kartoffelscheibe zu trennen. Sie werden als nicht zur Kartoffelscheibe gehörend markiert und zur visuellen Kontrolle einheitlich weiß gesetzt (Bild 2).
- Alle restlichen Bildpunkte werden vom Programm als Abbild der Kartoffelscheibe gewertet. Über einen festen Faktor, der vom Abstand der Kamera zur Kartoffelscheibe abhängt, ergibt sich aus der gezählten Pixelanzahl die reale Fläche in mm².

- Da sich dunkle Farbanteile der Kartoffelschale und der schwarzen Flecken ähneln können, wird die Schale durch Löschen der äußeren Bildpunkte der Scheibe rechnerisch entfernt (virtuelles Schälen).
- Schwarze Flecken zeichnen sich dadurch aus, dass bestimmte Grenzen für die Farbintensität C und die Helligkeit L nicht überschritten werden. Ist ein Fleck punktwise mit der Scheibengrundfarbe durchsetzt, werden auch Bildpunkte solcher Färbung aufgrund ihrer Lage dem Fleck zugeordnet. Das Ersetzen der Punkte durch einheitliches Schwarz ermöglicht die visuelle Kontrolle.
- Der Schwarzfleckigkeitsanteil ergibt sich aus dem Verhältnis der Fläche der schwarzen Flecken zur Scheibengesamtfläche.

Datenauswertung

Eine rationelle Auswertung der ermittelten Daten ist durch Tabellenkalkulationsprogramme möglich. Alle ermittelten Flächen und Farbanteile werden deshalb unmittelbar in eine Excel-Tabelle (Bild 2) übertragen und sind dort für die statistische Bewertung sofort verfügbar.

Erste Ergebnisse

In einer umfangreichen Versuchsreihe mit 30 verschiedenen Kartoffelsorten und mehreren zeitlich versetzten Wiederholungen waren rund 4800 Messungen des Schwarzfleckigkeitsanteils notwendig. Diese große Anzahl von Messungen konnte mit wechselndem Bedienpersonal in kurzer Zeit mit objektiven Ergebnissen bewältigt werden.

Zusammenfassung

Durch die Entwicklung einer angepassten Software konnte ein Bildanalysearbeitsplatz mit geringen finanziellen Mitteln aufgebaut werden. Dabei erwies sich der Einsatz einer preiswerten Kamera und einer einfachen Beleuchtung als ausreichend.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] • *Trenckmann, St.*: Versuche zur Verminderung der Schwarzfleckigkeit von Kartoffeln durch verschiedene Verfahren der Erwärmung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft, Heft 148, Diss., Göttingen, 1988
- [2] • *Kobelt, G.*: Zur Beurteilung mechanischer Kartoffelbeschädigungen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg. Diss., Berlin, 1989
- [3] *Wirsing, F.*: Erkenntnisse zum Auftreten und zur Vermeidung von Schwarzfleckigkeit. Bornimer Agrartechnische Berichte, 1997, Heft 13, S. 33 – 47