

Farb- und Reifebestimmung an Äpfeln

Färbung und Reifegrad sind wesentliche Merkmale der Handelsqualität von Äpfeln. Die Färbung der Früchte ist sortentypisch. Sie wird bei vielen Sorten durch die Ausprägung der roten Deckfarbe beeinflusst. Die Grundfarbe korreliert weitgehend mit dem Reifegrad der Früchte.

Für den Handel werden qualitativ gleichmäßig zusammengesetzte Partien gefordert. Dieses Ziel ist nur mit objektiven zerstörungsfreien Prüfmethoden erreichbar. Durch Anwendung monolithischer Miniatur-Spektrometer können Färbung und Reifegrad kostengünstig kontrolliert werden.

Verbesserte Marktchancen für frisches Obst und Gemüse sind vor allem über höhere Qualitätsziele zu erreichen. Dazu ist es erforderlich, die Qualitätsanforderungen genauer zu spezifizieren. Die für den Handel verbindlichen EU Qualitätsnormen für Äpfel enthalten bislang nur für die Fruchtgröße, die Abmessungen äußerer Qualitätsfehler und für sortentypisch abgestufte Anteile rot gefärbter Oberfläche quantitative Anforderungen. Der Verbraucher wünscht sich darüber hinaus gleichmäßige und ausgereifte Früchte. Auch innerbetrieblich ist es wichtig, bei der Ernte möglichst Partien einheitlichen Reifegrades zu erhalten, die ein vereinfachtes Management für die Lagerung, Aufbereitung und Vermarktung ermöglichen. Um den Kundenwünschen besser entsprechen zu können, wird von den Erzeugern zukünftig eine eigene Bewertung nach innerer Qualität angestrebt (Festigkeit, Zuckergehalt) [1].

Die Farbbestimmung, insbesondere die Bewertung nach Anteil rot gefärbter Fruchtoberfläche ist für die Marktwarensortierung im Wesentlichen technisch gelöst. Mit Hilfe von Farbkameras werden im Fließprozess mehrere RGB-Bilder je Frucht aufgenommen und über Computer ausge-

wertet. Nach sortenbezogenen Auswerteprogrammen erfolgt die Sortierung in Größen- und Farbklassen. Die maschinelle Sortierung ist jedoch nicht ohne weiteres mit der traditionellen Handarbeit vergleichbar. Im Ergebnis von vergleichenden Untersuchungen zeigte sich, dass die manuelle Einstufung und die maschinelle nach der EU-Qualitätsnorm vorgenommene Auswertung von RGB-Farbbildern in Abhängigkeit von sortenspezifischen Merkmalen mehr oder weniger stark differieren [2]. Um eine an die Handarbeit angepasste maschinelle Sortierung zu erreichen, ist offensichtlich noch Forschungs- und Entwicklungsarbeit notwendig.

Bestimmung von Farbpigmenten

Die Färbung der Früchte wird durch Farbpigmente hervorgerufen, die einerseits genetisch geprägt und andererseits während der Fruchtentwicklung und -reife physiologisch bedingten Veränderungen unterworfen sind. Bei der Beurteilung der Farbmerkmale sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Um den vom Menschen wahrgenommenen Farbeindruck von Oberflächen technisch zu beschreiben, werden die gemessenen Farb-

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zanke); Dr. Bernd Herold und Dipl.-Ing. Ingo Truppel sind Mitarbeiter in dieser Abteilung, e-mail: bherold@atb-potsdam.de

Schlüsselwörter

Farbmessung, Reifebestimmung, spektrale Reflexion am Apfel

Keywords

Colour measurement, ripeness determination, spectral reflectance on apples

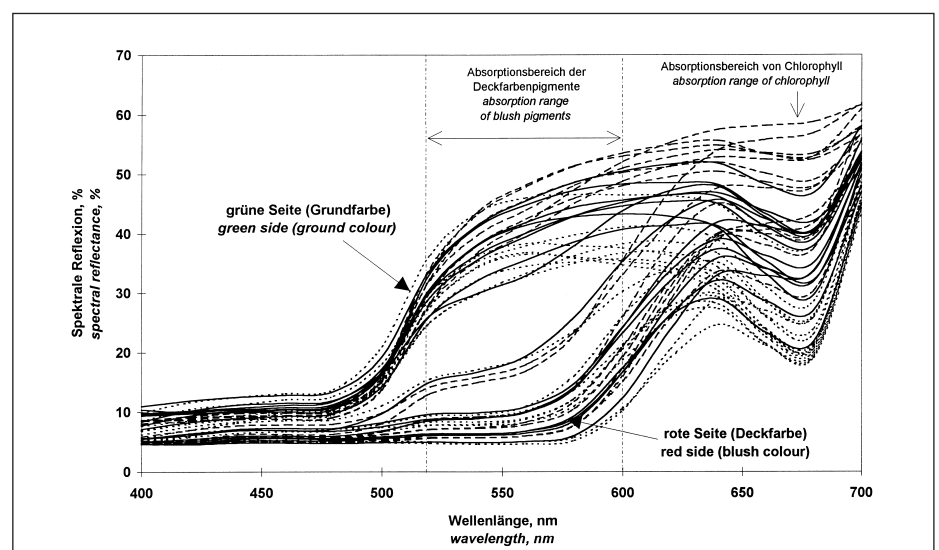


Bild 1: Spektrale Reflexionskurven von Früchten der Sorte „Cox's Orange Pippin“ (... nicht reif, __ reif, __ überreif)

Fig. 1: Spectral reflectance curves of fruits of cv. „Cox's Orange Pippin“ (.... non-ripe, __ ripe, __ overripe)

	Original Gruppen	Klassifizierung			Gesamt
		NR	R	OR	
Anzahl	NR	30	2	0	32
	R	3	26	3	32
	OR	0	3	29	32
%	NR	93,8	6,3	0,0	100,0
	R	9,4	81,3	9,4	100,0
	OR	0,0	9,4	90,6	100,0

Table 1: Classification of fruits of the cv. „Jonagold“ and „Cox's Orange Pippin“ by using the spectral reflectance data according to ripeness groups (NR – non-ripe, R – ripe, OR – overripe)

werte in den $L^*a^*b^*$ -Farbraum transformiert [3]. Die $L^*a^*b^*$ -Farbwerte sind weitgehend auf die subjektive Wahrnehmung abgestimmt und können mit Hilfe handelsüblicher Messgeräte direkt bestimmt werden. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen wird meist die spektrale Lichtreflexion oder Lichttransmission ausgewertet.

Nachfolgend werden Ergebnisse von spektralen und farbmétrischen Messungen an Äpfeln vorgestellt, die im Rahmen der Gemeinsamen EU Aktion ASTEQ („künstliche Sinneswahrnehmung zur Qualitätsbewertung“) im IFR Norwich erzielt wurden. Die Untersuchungen erfolgten an Früchten der Sorten „Jonagold“ (J) und „Cox's Orange Pippin“ (C). Die Früchte wurden vom Landtechnischen Institut der Katholischen Universität Leuven bereitgestellt. Sie waren voll entwickelt und konnten durch Auslagerung zu unterschiedlichen Zeitpunkten und entsprechende Klimatisierung in drei Reifestufen eingeteilt werden: noch nicht verzehrerif (NR), verzehrerif (R) und überreif (OR).

Die Messungen erfolgten mit Hilfe eines tragbaren Spektrophotometers MINOLTA Typ CM-503i. Das Gerät wird mit einer Hand an die Fruchtoberfläche angelegt und

erfasst nach Drücken einer Taste in Sekundenschnelle die Lichtreflexion (einschließlich Glanz) eines Oberflächenflecks von 3 mm Ø im Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm. An Hand der Spektraldaten werden intern farbmétrische Kennwerte berechnet und angezeigt oder ausgegeben.

In den gemessenen Reflexionsspektren (Bild 1) lässt sich das Vorhandensein von Chlorophyll als Reifekriterium anhand des spezifischen Reflexionsminimums bei einer Wellenlänge von 680 nm beurteilen (hohe Reflexion = reif, niedrige Reflexion = unreif). Die für die rote Deckfarbe verantwortlichen Farbpigmente (Anthocyane und andere) machen sich durch reduzierte Lichtreflexion im Wellenlängenbereich von 520 bis 600 nm bemerkbar. Die Messwerte zeigen eine hohe Variabilität, welche auf den Einfluss der Vorerntebedingungen (Sonneneinstrahlung, Düngung) zurückzuführen ist.

Auswertung nach Reifegrad

Die Unterscheidbarkeit der drei Reifestufen wurde mit Hilfe der Diskriminanzanalyse (SPSS) untersucht. Unter Einbeziehung des gesamten Reflexionsspektrums von 400 bis

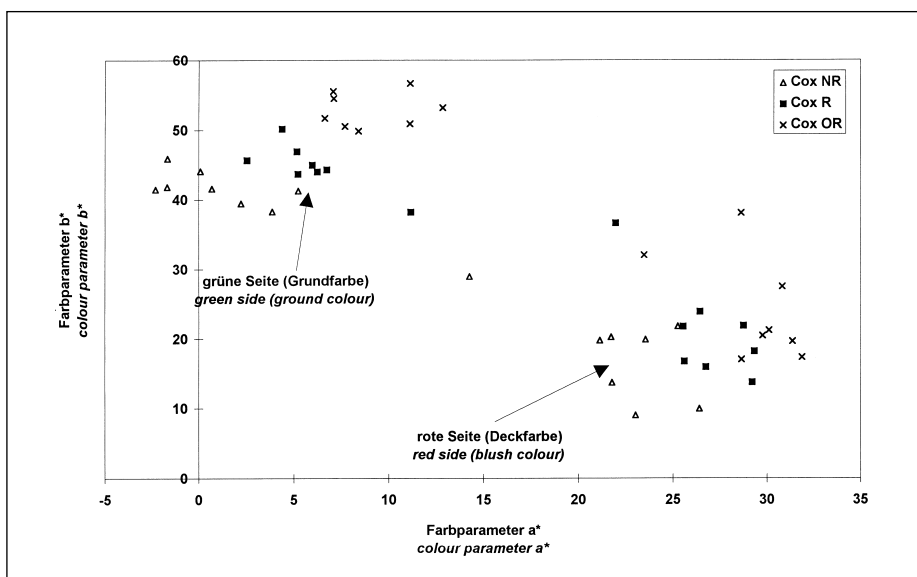


Bild 2: Farbparameter a^* und b^* von Früchten der Sorte „Cox's Orange Pippin“ (NR – nicht reif, R – reif, OR – überreif)

Fig. 2: Colour parameters of fruits of cv. „Cox's Orange Pippin“ (NR – non-ripe, R – ripe, OR – overripe)

Vorschau

In der Februar-Ausgabe 2000 Ihrer LAND-TECHNIK finden Sie:

- Bodenschonende Bearbeitung vor und nach der Zuckerrübenerte
- Direktsaat in Europa
- Stand der Zuckerrübenmechanisierung
- Anpresssysteme für stufenlose Umschlingungsgetriebe
- Nachwachsende Rohstoffe als Dämmmaterial
- Instandsetzung von Flachsiloanlagen

700 nm in die Analyse ließen sich bei der Sorte „Cox's Orange Pippin“ 91,7% und bei der Sorte „Jonagold“ 89,6% der Früchte korrekt klassifizieren. Für beide Sorten zusammengenommen wurde eine korrekte Klassifizierung von 88,5% erreicht (Tab. 1). Unter Einbeziehung der Reflexionswerte von nur drei als geeignet ausgewählten Wellenlängen wurde noch eine korrekte Klassifizierung von 86,5% der Früchte beider Sorten erreicht.

Zum Vergleich wurden die $L^*a^*b^*$ -Farbwerte zur Unterscheidung herangezogen. Bild 2 spiegelt die Trennbarkeit der Reifestufen an Hand der a^* - und b^* -Werte wider. Die Diskriminanzanalyse unter Einbeziehung der drei farbmétrischen Kennwerte L^* , a^* und b^* führte für zwei unterschiedliche Lichtarten (D65 – Tageslicht, A – Glühlampenlicht) jeweils zu ungünstigeren Ergebnissen. Bei der Lichtart D65 wurden 80,2% und bei der Lichtart A 78,1% der Früchte (jeweils beide Sorten) korrekt klassifiziert.

Ausblick

Die Ergebnisse sprechen für die Anwendung spektrométrischer Messverfahren zur Farb- und Reifebestimmung. Da in den nächsten Jahren kostengünstige industriell hergestellte monolithische Miniatur-Spektrometer auf dem Markt verfügbar sein werden, wird auch für landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwendungen künftig eine zunehmende Nutzung dieser Messtechnik erwartet.

Literatur

- [1] Streif, J.: Zusammenfassung der Vorträge zum 26. Bodensee-Obstbautag am 4. 3. 1999
- [2] Paulus, I. et al.: Use of Image Analysis to Investigate Human Quality Classification of Apples. Agric. Engng. Res., 68 (1997), pp. 341 – 353
- [3] Truppel, I. et al.: Maschinelle Qualitätsinspektion an Äpfeln. Landtechnik 51 (1996), H. 5, S. 266 – 267