

Werner B. Herppich, Bernd Herold, Oliver Schlüter, Kathrin Ilte und Martin Geyer, Potsdam-Bornim, sowie Béla Borsa, Gödöllő, und Zoltán Gillay, Budapest/Ungarn

Beurteilung der mikrotopografischen Beschaffenheit von Schnittflächen

Der Markt für gebrauchsfertige Frischgemüse und -salate nimmt weltweit zu. Allerdings kann die Qualität von geschnittener oder geschälter Ware oft nicht überzeugen. Schneiden oder Schälen zerstört die Gewebestruktur und vergrößert die Angriffsfläche für Verderbnisreaktionen. Dadurch verringert sich die Haltbarkeit der Produkte. Eine Optimierung der Bearbeitungsverfahren kann die Verluste begrenzen. Zur Beurteilung der Schneidwerkzeuge und der damit erzeugten Schnittflächen lässt sich die mikrotopografische Oberflächenanalyse einsetzen.

Dr. Werner B. Herppich, Dr. Bernd Herold, Dr. Oliver Schlüter und Dipl.-Chem. Kathrin Ilte sind Mitarbeiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ (Leitung: Dr. Martin Geyer) am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; e-mail: bherold@atb-potsdam.de
Dr. Béla Borsa ist Mitarbeiter am Institut für Landtechnik Gödöllő/Ungarn, Zoltán Gillay ist Doktorand an der Corvinus-Universität in Budapest/Ungarn.

Diese Arbeit wurde gefördert vom deutschen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und vom ungarischen Partnerministerium im Rahmen der bilateralen Forschungskooperation.

Schlüsselwörter

Gemüse, Schnittfläche, Oberflächenqualität, Mikrotopografie

Keywords

Vegetables, cutting area, surface quality, micro topography

Die Qualität des Schnittes bei der Vorverarbeitung von Gemüse und Früchten hängt von der Gestaltung und Beschaffenheit der Werkzeugschneide, Schneidgeschwindigkeit oder -bewegung, aber auch vom ursprünglichen Produktzustand ab. Die Schnittqualität wird bisher indirekt bewertet, durch Bestimmung von Haltbarkeit, Zellsaftverlust, Enzymaktivität oder Schneidkraft. Die Schneidkraft hängt von der Gewebestruktur sowie vom Produktwasserzustand ab. Eine objektive Bewertung der durch den Schnitt hervorgerufenen Gewebeerstörung ist mit der arbeitsintensiven und zeitaufwändigen Mikroskopiertechnik nur bedingt möglich. Durch digitale dreidimensionale Abtastung der Schnittflächen mit einem elektronischen Mikrotopografiesystem lässt sich die Oberflächenbeschaffenheit zeitnah quantifizieren.

Am Beispiel des Schneidens von Waschmöhren in Scheiben quer zu ihrer Längsachse wird im Folgenden die Bestimmung der Schnittqualität dargestellt.

Einfluss von Frischezustand und Schneidwerkzeug

Die Waschmöhren wurden direkt vom Erzeuger beschafft und nach kurzzeitiger Lagerung bei 4°C in wasserdampfgesättigter Atmosphäre getestet. Der Wasserzustand wurde durch Aufsättigen beziehungsweise Abtrocknen unter Raumklimabedingungen variiert und an Hand der Parameter Wasserpotenzial, osmotisches und Druckpotenzial

Tab. 1: Frischezustand der untersuchten Möhren

Table 1: Freshness state of carrots investigated

Möhre Nr.	Druckpotenzial, MPa	Wassergehalt, g g ⁻¹
Carrot no.	Pressure potential, MPa	Water content, g g ⁻¹
1	0,39 ± 0,12	14,7 ± 1,8
2	0,30 ± 0,10	13,1 ± 1,0
3	0,23 ± 0,06	11,5 ± 1,0
4	0,11 ± 0,07	8,9 ± 0,7

mittels Wescor Taupunkt hygrometer gemessen. Der Wassergehalt wurde nach der Wäge-Trocknungs-Methode bestimmt (Tab. 1).

Zum Schneiden wurden drei unterschiedliche Werkzeuge eingesetzt: ein gebrauchtes handelsübliches Küchenmesser (KM), ein neuwertiges (IMN) und ein bereits abgenutztes (IMA) Industriemesser für das Schneiden von Gemüse. Diese Messer unterschieden sich hauptsächlich hinsichtlich des Anstellwinkels der Schneidenflanken, der Abflachung an der Schneidkante und der Oberflächenrauheit. Beim Küchenmesser war der Anstellwinkel der Schneidenflanken nur etwa halb so steil, aber die Abflachung an der Schneidkante mit 40 µm doppelt so breit wie bei den Industriemessern (Bild 1). Die beiden Industriemesser wiesen unterschiedliche Oberflächenrauheit der Schneidenflanken auf, welche deutlich mit der Abnutzung zunahm. Damit war eine Einordnung der Werkzeuge nach zunehmender Schärfe in der Reihenfolge KM, IMA, IMN möglich.

Bild 1: Profile der Schneidwerkzeuge, aufgenommen mit Hilfe des Mikrotopografie-systems NEMESIS V (Abtastfläche 60 • 60 Punkte im Raster von 5 µm)

Fig. 1: Profiles of cutting tools scanned by using the micro topographic system NEMESIS V (scanning area 60 • 60 pixels spaced 5 µm)

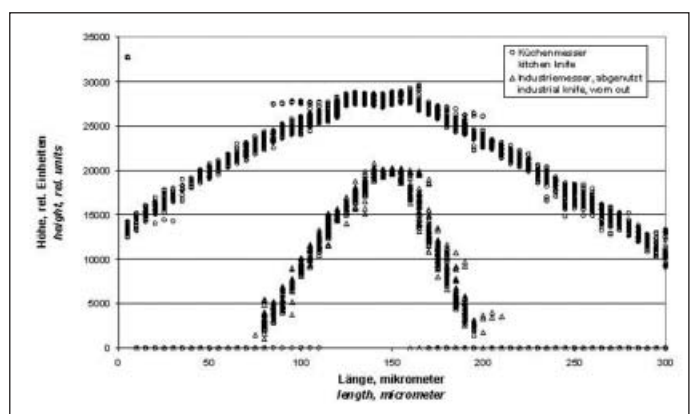




Bild 2: Anordnung zum Schneiden der Möhre mit Industriemesser unter Verwendung einer Universalprüfmaschine

Fig. 2: Cutting equipment for carrots with industrial knife by using a universal testing machine

Das Schneiden der Möhren wurde beim Küchenmesser manuell und bei den beiden Industriemessern mit Hilfe einer Universalprüfmaschine Typ ZWICKI 1120 bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 800 mm/min ausgeführt (Bild 2).

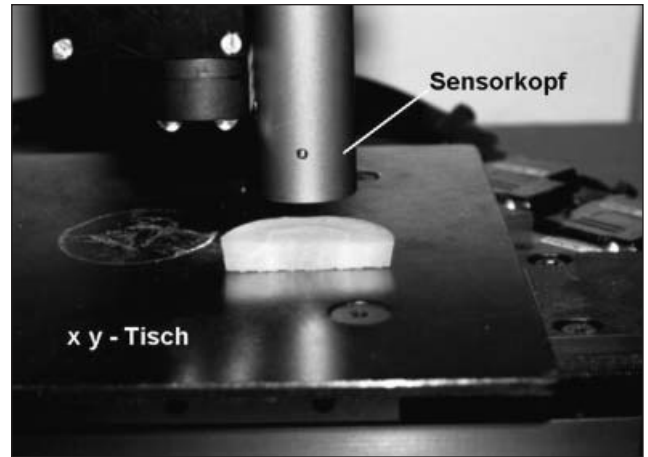
Mikrotopografische Vermessung

Die Schnittfläche der Möhre wurde mit Hilfe des Mikrotopografiesystems NEMESIS V von Precitec Optronik GmbH Rodgau mit dem optischen Abstandssensor CHR 150 vermessen [1] (Bild 3). Dieser Abstandssensor hat einen Messbereich von 600 µm, eine optische Auflösung von 1 bis 2 µm in x- und y-Richtung und von 0,02 µm in z-Richtung. An den Möhrenscheiben wurden jeweils mehrere quadratische Teilflächen von 1 mm² im Raster von 10 µm abgetastet. Wegen der schwierigen Oberflächenbedingungen insbesondere bei hohem Wassergehalt traten beim Vermessen häufig Pixelfehler auf. Diese Fehler wurden in einem Vorverarbeitungsschritt durch Interpolation korrigiert. Danach erfolgte die Auswertung nach standardisierten Parametern. Zur Bewertung der Oberflächenrauheit wird (in Anlehnung an [2]) der arithmetische Rauheitsmittelwert R_a verwendet.

Mit zunehmender Schärfe der Messer zeigen die Rauheitsmittelwerte an der Schnittfläche der Möhre und ihre Varianz abnehmende Tendenz (Bild 4). Die vom neuwertigen Industriemesser erzeugten Schnittflächen weisen die niedrigsten Werte auf, und diese sind auch am besten reproduzierbar. Das ergab die hier nicht dargestellte Auswertung der Standardabweichung der

Bild 3: Positionierung der geschnittenen Möhrenscheibe unter dem Abstandssensor Typ CHR 150

Fig. 3: Positioning of the carrot slice below the distance sensor Type CHR 150



Rauheitswerte. Dieses Ergebnis ist weitgehend unabhängig vom Wassergehalt oder Druckpotenzial der Möhre. Demgegenüber wurden die höchsten Rauheitsmittelwerte an den mittels Küchenmesser erzeugten Schnittflächen festgestellt, mit leicht abnehmender Tendenz in Richtung nachlassenden Turgors. Hier wurde zudem die höchste Standardabweichung der ermittelten Rauheitswerte ermittelt. Die Rauheitswerte der vom abgenutzten Industriemesser erzeugten Schnittflächen liegen tendenziell über denen vom neuwertigen Industriemesser. Beim Vergleich der unterschiedlichen Varianten ergeben sich nur in wenigen Fällen signifikante Unterschiede, insgesamt zeigen sich jedoch die Vorteile des neuwertigen Industriemessers.

Folgerungen

Die Analyse der Schnittqualität in Abhängigkeit von Frischzustand des Produkts und Beschaffenheit des Schneidwerkzeugs liefert neue Ansatzpunkte zur Optimierung des Schneidens von frischem Gemüse.

Die Mikrotopografie erlaubt eine schnelle und objektive Beurteilung der Oberflächenrauheit bei frischen Produkten. Messtechnische Probleme können durch Pixelfehler ent-

stehen, deren Ursache im hohen Wassergehalt der Produkte vermutet wird, und die eine zusätzliche Vorverarbeitung der Messdaten erfordern. Das Messprinzip stößt an seine Grenzen, wenn bei Flächen von geringer Rauheit sehr steile Flankenwinkel auftreten. In diesem Falle wird zu wenig Licht von der zu messenden Oberfläche zum Abstandssensor zurückgelenkt, so dass die Intensität unter der auswertbaren Schwelle liegt. Dies zeigte sich beispielsweise bei der Vermessung der Schneidenflanken des neuwertigen Industriemessers.

Literatur

- [1] Herold, B., M. Weiner, I. Truppel und M. Geyer: Qualitätsbestimmung von Produkten anhand ihres Oberflächenprofils. Landtechnik 59 (2004), H. 4, S. 214-215
- [2] Deutsche Norm: Geometrische Produktspezifikationen (GPS), Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren. Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit, (ISO 4287 : 1997) Deutsche Fassung EN ISO 4287 : 1998

Bild 4: Mittlere Rauheit der Schnittflächen in Abhängigkeit von Produktzustand und Schneidwerkzeug

Fig. 4: Average roughness of cutting areas depending on produce state and cutting tool

