

# Zur Bestimmung unterschiedlicher Festigkeitsmerkmale an gegarten Kartoffeln

*Zunehmend werden Speisekartoffeln bereits vorgegart dem Verbraucher angeboten. Darunter in Form gegarter Kartoffelscheiben für die Salatherstellung. Die Festigkeit dieser Kartoffelscheiben wird als wesentliches Qualitätskriterium angesehen. Zu untersuchen war, wie diese Festigkeit innerhalb des Produktionsprozesses mit einfachen Methoden kontrolliert werden kann, um daraus vom Rohstoff abhängige Entscheidungshilfe für den Garprozess ableiten zu können.*

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  
Die Autoren danken der Friweika Weidendorf / Sachsen für die Bereitstellung des Versuchsmaterials.

## Schlüsselwörter

Kartoffeln, Festigkeit, Garzeit

## Keywords

Potatoes, firmness, cooking time

Literaturhinweise sind unter LT 01321 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Bereits über 44% der im Wirtschaftsjahr 1999/2000 in Deutschland verbrauchten Speisekartoffeln wurden zuvor zu Nass-, Fritier-, Brat-, Tiefgefrier- oder Trockenprodukten veredelt. Der dafür notwendige Rohwareinsatz betrug 31 kg/Person [1]. Die Tendenz ist seit Jahren steigend. Innerhalb der Nassprodukte hat auch der Anteil der gegarten Kartoffelscheiben zur Herstellung von Kartoffelsalat zugenommen. Auch wenn die unterschiedlichen Festigkeiten solcher Kartoffelscheiben individuellen Bedürfnissen und Gewohnheiten unterliegen, benötigt der Hersteller solche Kennziffern zur Steuerung des Produktionsprozesses, die Verbraucherwünsche als auch wesentliche Besonderheiten des Rohstoffes berücksichtigen.

In speziellen Versuchsreihen war zu klären:

- welche „Bissfestigkeit“ der gegarten Kartoffelscheiben vom Verbraucher gewünscht wird
- welche Stoffkennwerte diese „Bissfestigkeit“ repräsentieren und
- durch welche Messmethoden geeignete Kennziffern für die Steuerung des Garprozesses abgeleitet werden können

## Bestimmung der optimalen Festigkeit von Kartoffelscheiben

Die Landwirtschaftsaustellungen des Landes Brandenburg 1999 und 2000 sowie der Kartoffeltag 1999 in Berlin wurden genutzt, um von 510 Besuchern insgesamt 4083 gegarte Kartoffelscheiben hinsichtlich ihrer Festigkeit einschätzen zu lassen. Um ein breites Spektrum der Festigkeitswerte zu erzielen, wurden Knollen von 30 Sorten unter-

schiedlich lange gegart. Jedem Probanden wurden acht Kartoffelscheiben zur Einschätzung der Festigkeit zum Essen angeboten. Als Befragungsergebnis wurden je Scheibe registriert: zu fest / etwas zu fest / richtig / etwas zu weich / zu weich.

In einem mobilen Labor wurde zu jeder Kartoffelscheibe zuvor die Penetrometerkraft bestimmt. Aus den Befragungsergebnissen wurde der Grenzwert für die Penetrometerkraft von 4,7 N für die optimale Festigkeit von Kartoffelscheiben abgeleitet (Bild 1). Er bildet die Grundlage zur Bestimmung der optimalen Garzeit.

## Bestimmung von Festigkeitswerten

Die Penetrometerkraft wird mit einem digitalen Penetrometer der Firma TR di Turoni & C. snc bestimmt (Bild 2). Die Penetrometerkraft ist die maximale Kraft, die sich bei der Durchdringung eines Stempels mit 3,2 mm Durchmesser durch eine gegarte Kartoffelscheibe ergibt. Die Scheibendicke beträgt 5 mm. Aus sechs Wiederholungsmessungen je Scheibe, die sich diagonal über den Scheibenquerschnitt verteilen, berechnet sich die durchschnittliche Penetrometerkraft für die Scheibe.

Die Bestimmung der Festigkeitskennwerte Extrusionskraft, Schneidkraft und Bruchkraft erfolgt mit einer Materialprüfmaschine TMZ2.5/TS1S der Firma Zwick. Für die Versuchsdurchführung kommen spezielle Werkzeuge zum Einsatz (Bild 3).

Zur Bestimmung der Extrusionskraft werden gewürfelte Knollenstücken einer Einzelknolle in einem Zylinder mit einem Stempel bei 90 mm/min Vorschubgeschwindigkeit

Bild 1: Festigkeitsbewertung gegarter Kartoffelscheiben durch Probanden

Fig. 1: Firmness assessment of cooked potato slices by tasters

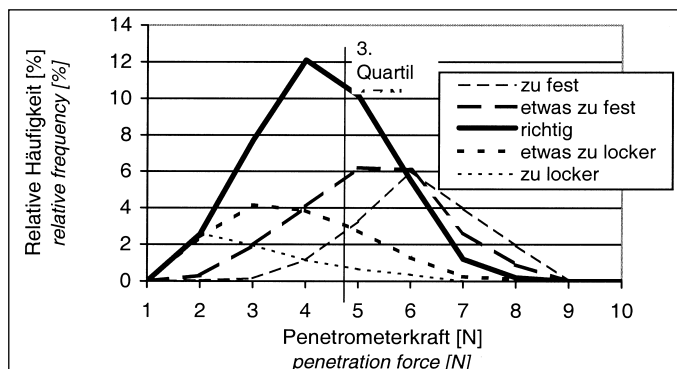




Bild 2: Digitales Penetrometer zur Bestimmung des Durchdringwiderstandes an gegarten Kartoffelscheiben

Fig. 2: Digital penetrometer for determining resistance of cooked potato slices

verdichtet und zerquetscht (Bild 3). Der Stempelradius ist um 5 mm geringer als der Innenradius des Zylinders. Durch den sich ergebenden Ringspalt zwischen Stempel und Zylinderwand drückt sich nach der anfänglichen Verdichtungsphase das zerquetschte Knollengewebe nach oben hindurch. Die Extrusionskraft ist die mittlere Kraft während des Quetschvorganges.

Die *Schneidkraft* ist die maximale Kraft bei der Durchtrennung einer gegarten, gepellten Knolle mit einem Schneiddraht von 0,3 mm Drahtdurchmesser (Bild 3). Die Vorschubgeschwindigkeit beträgt 100 mm/min.

Die *Bruchkraft* stellt die maximale Kraft dar, die ein Bruchkeil mit einem Winkel von 45° bei 90 mm/min Vorschubgeschwindigkeit benötigt, um eine 5 mm dicke Kartoffelscheibe zu zerbrechen (Bild 3).

### Versuchsmaterial

In die Untersuchungen einbezogen waren 30 Sorten eines Parzellenversuches, bei dem die Kulturmaßnahmen über alle Parzellen konstant gehalten waren.

Der Stärkegehalt der Einzelknollen wurde durch Unterwasserwägung [2] bestimmt. Das Versuchsmaterial wurde jeweils nach dem Garen 2 h bei 5 °C gelagert.

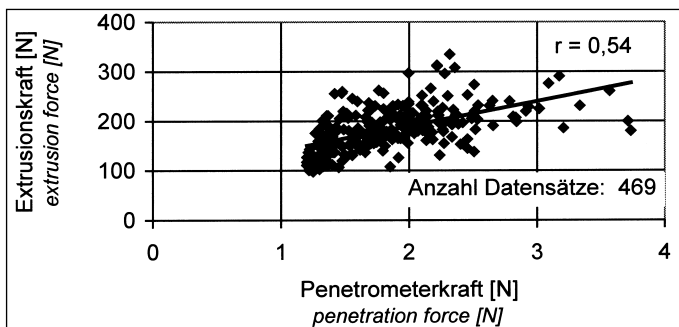


Bild 4: Beziehung zwischen Extrusionskraft und Penetrometerkraft bei garen Knollen

Fig. 4: Extrusion force versus penetration force of cooked potatoes

Bild 3: Materialprüfmaschine mit Werkzeugen zur Bestimmung der Extrusionskraft (A), Schneidkraft (B) und Bruchkraft (C)

Fig. 3: Material testing machine with tools for determining the extrusion force (A), cut force (B) and fracture force (C)



Alle Festigkeitsmessungen wurden jeweils an der gleichen Einzelknolle durchgeführt.

### Ergebnisse

In der Literatur wird vermutet [3], dass die mit der Kramerzelle erzeugte Extrusion dem menschlichen Kauvorgang am nächsten kommt. Weil der Einsatz der Kramerzelle methodisch aufwendiger ist als der Einsatz des Extrusionszylinders, wurde der Zylinder für die eigenen Versuche ausgewählt. Da aus den Befragungen bereits Ergebnisse zur optimalen Penetrometerkraft vorlagen, war zu klären, ob gesicherte Zusammenhänge zwischen Extrusionsmethode und der einfach zu handhabenden Penetrometermethode bestehen. Mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,54$  konnte bei einem Signifikanzniveau  $p = 0,01$  ein gewisser Zusammenhang gesichert nachgewiesen werden (Bild 4).

Der Vergleich der Penetrometerkraft mit den anderen Methoden der Festigkeitsbestimmung führte gleichfalls zu gesicherten, wenn auch weniger ausgeprägten Abhängigkeiten:

- Penetrometerkraft zur Bruchkraft  $r = 0,49$
  - Penetrometerkraft zur Schneidkraft  $r = 0,4$
- Um Fehleinschätzungen zu vermeiden, wurden bei der Auswertung nur Messwerte von

garen Kartoffeln mit einer Penetrometerkraft kleiner 4,7 N aufgenommen.

Bisher ist nicht geklärt, welchen Einfluss die Schwankungen der Witterung und unterschiedlicher Kulturmaßnahmen auf diese Abhängigkeiten ausüben. Auffällig ist der enge Zusammenhang zwischen Stärkegehalt der Knollen und der Extrusionskraft (Bild 5).

Der erwartete Zusammenhang zwischen Stärkegehalt und Bruchkraft konnte bisher nicht nachgewiesen werden ( $r = 0,15$ ).

### Schlussfolgerungen

Die Messungen des Durchdringwiderstandes gegarter Kartoffelscheiben mit Hilfe eines Penetrometers ermöglicht Aussagen, ob der Garezustand dieser Scheiben den Verbrauchererwartungen an die optimale Scheibenfestigkeit entspricht. Die Messung der Penetrometerkraft kann aufwendigere Methoden der Festigkeitsmessung an gegarten Kartoffelscheiben (Extrusionskraft, Schneidkraft, Bruchkraft) nach den bisherigen Ergebnissen in gewissem Umfang ersetzen. Es fehlen bisher jedoch mehrjährige Untersuchungen mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen und Kulturmaßnahmen.

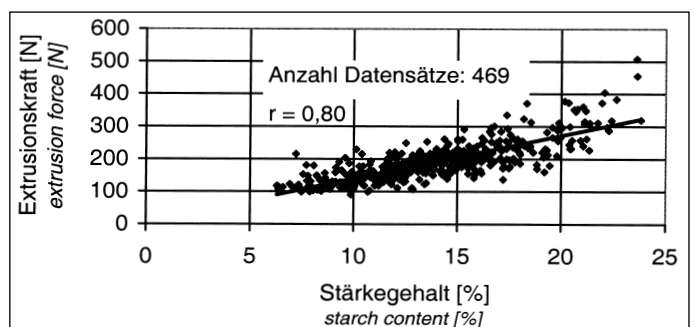


Bild 5: Beziehung zwischen Extrusionskraft und Stärkegehalt bei garen Knollen

Fig. 5: Extrusion force versus starch content of cooked potatoes