

Kathrin Müller, Manfred Linke, Ingo Ackermann und Martin Geyer, Potsdam-Bornim

Modellkonzept zur Frischeprognose empfindlicher gartenbaulicher Produkte

Empfindliche Gartenbauprodukte sind in der Nacherntephase hohen Belastungen ausgesetzt. Die dadurch verursachten Wertverluste sind erheblich. Besondere Bedeutung kommt – insbesondere aus Verbrauchersicht – dabei dem Verlust an Produktfrische zu. Mit dem Ansatz eines kettenübergreifenden Frischeprognosemodells sollen die Grundlagen für die Bewertung und die frischeerhaltende Gestaltung von gartenbaulichen Nachernteketten geschaffen werden. Erste Berechnungen auf der Basis eines transpirationsabhängigen, äußeren Frischeverlustes konnten den Frischeverlauf unter den Bedingungen der Nachernte nachzeichnen und die Haltbarkeit vorhersagen.

Dipl. Ing. Kathrin Müller ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung ^aTechnikbewertung und Stoffkreislauf (Leitung: Dr. Ingo Ackermann) am Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, e-mail: kmueller@atb-potsdam.de
 Dipl. Ing. Manfred Linke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung ^aTechnik im Gartenbau (Leitung: Dr. Martin Geyer).

Schlüsselwörter

Produktfrische, Haltbarkeit, Prognosemodell

Keywords

Produce freshness, perishability, forecasting model

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 02213 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Empfindliche Gartenbauprodukte sind in der Nacherntephase auf ihrem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher hohen klimatischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Hervorgerufen vor allem durch Transpiration und die Veratmung von Inhaltsstoffen nimmt die Produktfrische bei den betrachteten Erzeugnissen von der Ernte an kontinuierlich ab. Die Verluste betragen selbst in den entwickelten Industrieländern bis zu 25% der Erntemengen [1, 2]; oft erreichen gartenbauliche Produkte den Verbraucher erst in einem qualitativ schon minderwertigen Zustand. Somit üben Obst und Gemüse (noch) nicht die Anziehung aus, die ihrem hohen gesundheitlichen Stellenwert entspricht und die es im Handel zu einem Wachstumsfaktor für Umsatz und Image machen könnte. Andererseits haben BSE, MKS und die damit verbundene Krise in der Landwirtschaft einen Trend verstärkt, der Frische und Qualität als vom Verbraucher geschätzte und erwünschte Werte etabliert.

Vor diesem Hintergrund ist bei den Beteiligten des Nachernteprozesses aber lediglich allgemeines, eher diffuses Wissen zur qualitätserhaltenden Handhabung der empfindlichen Produkte in den einzelnen Phasen der Nachernte vorhanden. Es fehlen praxistaugliche Instrumente, die aufzeigen, was am Produkt passiert, wenn es auf die eine oder andere Art behandelt wird und wie sich dies – obwohl äußerlich recht lange keine Veränderungen sichtbar sind – auf die Resthaltbarkeit und letztendlich auf den Frischestatus bei der Ankunft beim Verbraucher auswirkt.

Vorhandene Modelle zur Frischebeschreibung sind derzeit vor allem durch ihre Beschränkung auf einzelne Friskriterien praktisch nur eingeschränkt nutzbar. Wichtige Produkteigenschaften sind noch nicht so

zusammengefasst, dass eine gesamtheitliche Aussage zum Produktzustand und dessen Veränderung im betrachteten Prozess und damit eine Haltbarkeitsprognose möglich wird.

Mit dem geplanten Modell sollen die wesentlichen Einflussfaktoren der Produktfrische auf der Basis möglichst einfacher Messverfahren modellhaft zu einem Frische-Prognoseinstrument verknüpft werden. Dieses Modell soll es den Beteiligten der Nacherntephase ermöglichen, den Frischestatus eines Produktes im Zeitablauf zu verfolgen und die Resthaltbarkeit vorherzusagen. Der Nachernteprozess wird dadurch transparent, er kann gestaltet und beeinflusst werden. Schwachstellen können identifiziert und effiziente, auf Produkt und Situation abgestimmte Maßnahmen zur Qualitätssicherung simuliert und eingeleitet werden.

Transpirationsverhalten empfindlicher Produkte

Produktfrische ist eine sehr komplexe, aus inneren und äußeren Produkteigenschaften zusammengesetzte Kenngröße. Das erschwert eine möglichst einfache Messung und modellhafte Erfassung.

In einem ersten Schritt zur Realisierung des geplanten Projektes wurde daher davon ausgegangen, dass ein Großteil der Prozesse, die für den Verbraucher wahrnehmbare Qualitätsveränderungen nach der Ernte bewirken, vom *Wasserzustand* eines Produktes beeinflusst werden. In der Regel handelt es sich hierbei um Welkeerscheinungen, die besonders rasch bei sehr empfindliche Produkten wie etwa Radies oder Möhren auftreten und hier sichtbarer Maßstab des Frischeverlustes sind.

Tab.1: Transpirationswiderstände ausgewählter Obst- und Gemüsearten

Table 1: Transpiration resistance of selected fruits and vegetables

Produkt	Grenzschnittwiderstand am einzelnen Produkt (s/cm)	Anfangsgewebewiderstand (s/cm)
Radieschenknolle	1,0 1,5	0,25 1,5
Möhre (ohne Laub)	1,2 2,4	1,0 6,0
Spargel (weiß)	1,0 2,0	1,0 2,5
Paprika	3,0 4,5	35,0 80,0
Schirke (mit Stiel)	1,5 2,5	15,0 25,0
Apfel	3,0 4,0	170,0 320,0

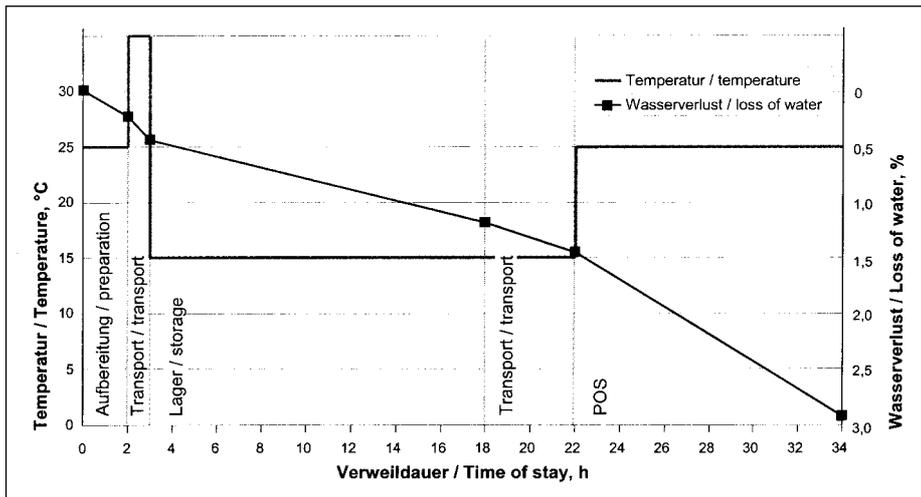


Bild 1: Äußerer Frischeverlust bei Waschlöhre, ungünstige Umgebungsbedingungen

Fig. 1: Outside freshness loss of washed carrots, unfavourable surroundings

Aufbauend auf die Definition des Transpirationskoeffizienten [3] wird für die Bestimmung der Transpirationseigenschaften ein am ATB entwickeltes Messprinzip verwendet, mit welchem der Wasserzustand von Produkten und eine Kenngröße zur Charakterisierung der Luftströmung in unmittelbarer Nähe des Produktes getrennt bestimmt werden können [4]. Dazu werden Transpirationswiderstände genutzt, die den Wasserzustand eines Produktes charakterisieren und mit einfachen Mitteln gemessen werden können. Der *Gewebewiderstand* ist artspezifisch, außerdem abhängig vom Entwicklungszustand des Produktes, den Vorerntebedingungen und den Belastungen in der Nachernte. Der *Grenzschichtwiderstand* ist ein Maß für die vorhandenen An- und Umströmbedingungen. Dessen resultierende Größe ergibt sich durch Überlagerung einzelner Grenzschichten im Bündel, in Schichten und/oder durch den Schutz von Verpackungen. Dabei wirken die erhöhten Grenzschichtwiderstände wie eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte am Produkt (Luftfeuchte-Äquivalent). *Tabelle 1* gibt eine Übersicht über die Transpirationswiderstände ausgewählter Obst- und Gemüsearten bei freier Konvektion am einzelnen Produkt [5].

Somit lassen sich Veränderungen der Transpirationseigenschaften frei von Einflüssen aus der Umgebung analysieren, Schlussfolgerungen aus Vorerntebedingungen ziehen sowie Vorhersagen zum Nachernteverhalten zu machen. Das Verfahren wurde erstmals zur produktoptimalen Gestaltung von Verkaufskühlmöbeln eingesetzt. Aktuelle Untersuchungen auf diesem Gebiet haben die Bewertung von Transportverpackungen zum Inhalt [6].

Erste Berechnungen am Beispiel von Waschlöhren

Das Konzept des zukünftigen Modells wurde entworfen sowie erste Berechnungen auf der Grundlage der Transpirationsverluste vorgenommen. Dabei konnte im Vergleich zweier fiktiver Nachernteketten die Veränderung des transpirationsabhängigen Frischeverlustes am Beispiel von Waschlöhren berechnet, grafisch dargestellt und so die Auswirkungen der Nacherntebedingungen auf den Wasserverlust demonstriert werden. Durch die Auswahl günstigerer, produktangepasster Umgebungsbedingungen konnte eine erhebliche Verlängerung der Haltbarkeit/Verkaufsfähigkeit auf der Basis des Wasserverlustes nachgewiesen werden (*Bild 1 und 2*).

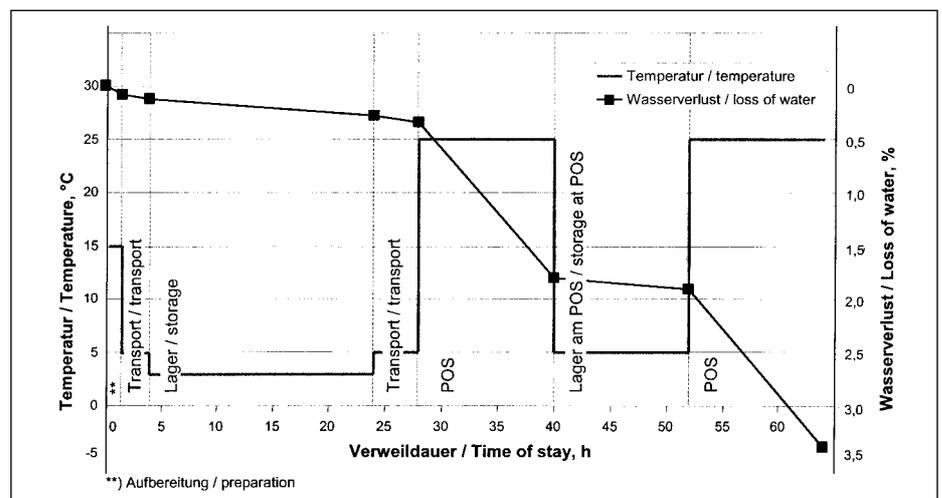


Bild 2: Äußerer Frischeverlust bei Waschlöhre, günstige Umgebungsbedingungen

Fig. 2: Outside freshness loss of washed carrots, favourable surroundings

Zur Vervollkommnung der naturwissenschaftlichen Prognosebasis ist die Berücksichtigung weiterer Frischekriterien, insbesondere der Abbau wertgebender Inhaltsstoffe durch Veratmung, geplant. Notwendig ist außerdem die Erhebung der Produktdaten für weitere Obst- und Gemüsearten. Um dieses handhabbar und überschaubar zu gestalten, wird auf die Bildung von Produktgruppen mit ähnlichem Nachernteverhalten geachtet.

Zusammenfassung und Aussichten

Mit dem konzipierten Lösungsansatz soll ein geeignetes Instrument für die Bewertung und somit die Grundlage für eine produktangepasste Gestaltung komplexer gartenbaulicher Wertschöpfungsketten entstehen. Dieses zielt letztendlich auf eine Verringerung von Qualitätsverlusten in der Nachernte. Die vorliegenden Ergebnisse erster Berechnungen lassen auf ein derartiges Potenzial schließen.

Das zu schaffende Modell kann dabei zur Lösung ganz verschiedenartiger Problemstellungen herangezogen werden. Die Bewertung technischer Einrichtungen und Hilfsmittel (Verpackungen, Lagereinrichtungen, Transportmittel, Präsentationsmöbel) ist ebenso möglich wie die Prüfung der Wirksamkeit typischer, frischeerhaltender Nachernteverfahren (Waschen, Kühlen). Schwachstellen des Nachernteprozesses lassen sich aufzeigen, die Auswirkungen geplanter Veränderungen simulieren oder Standortvor- und -nachteile darstellen. In Verbindung mit einer ökonomischen Ergänzung entstehen Grundlagen zur Entscheidungsunterstützung für die betriebliche und überbetriebliche Ebene.