

Manfred Linke, Oliver Schlüter und Martin Geyer, Potsdam-Bornim

# Aktive Transpondertechnik in der Nacherntekette von Obst und Gemüse

Für die Prozesskontrolle von Obst und Gemüse nach der Ernte werden Leistungsmerkmale und Einsatzkriterien von aktiven Transpondern vorgestellt. Solche Systeme erfassen die thermische Belastung der geernteten Produkte und dienen gleichzeitig als Medium für den Transport von Informationen entlang der Nacherntekette. Dementsprechend ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für die Qualitätssicherung von hochwertigem Obst und Gemüse. Prinzipiell können sowohl detaillierte Verbraucherinformationen als auch Angaben zur Rückverfolgbarkeit zur Verfügung gestellt werden.

Frisches Obst und Gemüse ist nach der Ernte auch bei optimalen Umgebungsbedingungen nur begrenzt lange haltbar. Höhere Temperaturen beschleunigen den Abbau von wichtigen (wertgebenden) Inhaltsstoffen. Geringe Luftfeuchtigkeiten und stärkere Luftbewegungen führen zu unerwünschten Welkeerscheinungen. Hohe Luftfeuchtigkeiten - meist auch in Verbindung mit hohen Temperaturen - fördern mikrobielles Wachstum und haben dementsprechend schnelleren Verderb zur Folge.

Für die Akteure entlang der Wertschöpfungskette vom Erzeuger bis zum Verbraucher ist es daher besonders wichtig zu wissen, in welcher Phase (Erzeuger, Transport, Großhandel, Transport, Einzelhandel, Transport, Ladengeschäft) bedeutsame Verluste auftreten, damit wirksame Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Gerade in dem besonders sensiblen Bereich der Lebensmittelproduktion wächst der Bedarf nach einer möglichst umfassenden Rückverfolgbarkeit des Produktstromes.

## Temperatur-Zeit- Informationen für die Qualitätskontrolle

Für die Kontrolle derartiger Prozessabläufe sind seit kurzer Zeit miniaturisierte technologische Einheiten verfügbar, die auf die Umverpackung aufgeklebt werden können. Aktive Transponder, die etwa die Abmessungen einer Kreditkarte haben, messen und speichern in wählbaren Intervallen Temperaturen. Auch zusätzliche Informationen über das Produkt (Herkunft, Erntetermin) können unter Verwendung von Schreib-/Leseeinheiten ähnlich einem Preisscanner auf der Karte abgelegt werden.

Bei dem aktiven Transponder handelt es sich um ein komplettes, einfach gestaltetes Datenerfassungssystem mit Analogeingang für die Temperaturmessung. Zusätzlich werden Möglichkeiten eröffnet, über Radiowellentechnologie (RFID-Technik) berührungslos anwenderspezifische Daten in einen Datenspeicher sowohl zu schreiben als auch zu lesen. Während die Datenübertragung von

Bild 1: Komponenten des Systems aktive Transponder

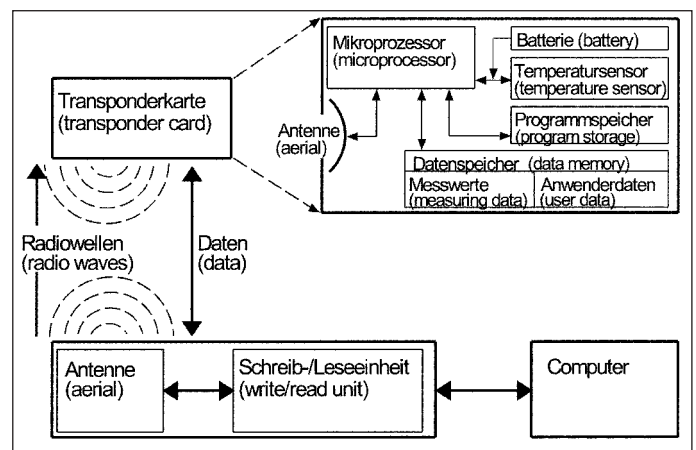


Fig. 1: System components of active transponders

Tab. 1: Leistungsparameter und Einsatzbereiche

Table 1: Efficiency parameters and fields of application

Abmessungen:	max. 64 Temperatur-Zeit-Datensätze, alternativ 48 Temperatur-Zeit-Daten + andere relevante Produktdaten (verschlüsselt)
Frequenz:	13,56 MHz
Datenzugriff:	Schreiben, Lesen, Schreibschutz
Messintervall:	einstellbar zwischen 5 s und 43200 s (12h)
Messgenauigkeit:	± 1 K (innerhalb eines Anwendungsbereiches von 20K)
Messbereich:	-20°C bis +50°C
Überwachungsbereich:	2 Grenzwerte (ohne Aufzeichnung der Temperaturen)
Batterielebensdauer:	~ 10 Monate (abhängig von Nutzung und Umgebungsbedingungen)

Dipl.-Ing. Manfred Linke und Dr.-Ing. Oliver Schlüter sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Abteilung Technik in Gartenbau (Leitung: Dr. agr. Martin Geyer) am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wiss. Direktor: Prof. Dr.- Ing. J. Zaske); e-mail: [mllinke@atb-potsdam.de](mailto:mllinke@atb-potsdam.de)

## Schlüsselwörter

Gartenbau, Nacherntekette, Prozesskontrolle, Produktqualität

## Keywords

Horticulture, post harvest operations, process control, produce quality



Bild 2: Sensorkarte, Schreib-/Leseinheit und Hostcomputer im praktischen Einsatz bei der Temperaturkontrolle von Möhren

Fig. 2: Transponder card, write/read unit and host computer in operation with temperature control of carrots

der Schreib-/Leseinheit mit dem Transponder über Antennen mittels Radiowellen sichergestellt wird, werden die internen Prozesse auf der Sensorkarte (einschließlich der Temperaturmessung) durch eine integrierte Flachbatterie gespeist.

### Leistungsparameter und Einsatzmöglichkeiten

Die derzeit verfügbaren Systeme befinden sich in einer frühen Phase der Markteinführung, so dass zu erwarten ist, dass die in Tabelle 1 aufgeführten Leistungsparameter schrittweise erweitert und verbessert werden. Die zurzeit vorhandene Software orientiert sich an speziellen Einsatzgebieten (Transport von Medikamenten), sie ist also in der vorhandenen Form für die Qualitätskontrolle von gartenbaulichen Frischmarktprodukten nur mit starken Einschränkungen verwendbar. Für den zukünftigen Einsatz sind entsprechende Software-Applikationen zu erarbeiten, die sich insbesondere auf die Handhabung der zusätzlichen Informationen (Art, Inhalt, Verschlüsselung, Schreib-/Leserechte) beziehen.

### Qualitätssicherung mit aktiven Transpondern

Im Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim werden Untersuchungen durchgeführt, die eine Erprobung entsprechender Systeme bei der Qualitätssicherung von Obst und Gemüse unter praktischen Bedingungen zum Inhalt haben. Dabei stehen zunächst funktionelle Fragen, wie die Zuverlässigkeit der Temperaturmessungen und die Lebensdauer der Batterie bei wechselnden Umgebungsbedingungen im Mittelpunkt. Ein innovativer Ansatz, der verfolgt wird, besteht darin, dass die thermische Belastung des Produktes in Form der Temperatursumme bestimmt wird und gleichzeitig andere Informationen über das Produkt in der Nachertekette über die Sensorkarte abgerufen

werden können. Aus der Temperatursumme können Rückschlüsse auf den Grad des Abbaus von inneren Qualitätskenngrößen gezogen werden. Zusätzliche Informationen aus der Vorernteperiode (Boden, Klima, Erntetermin) und Angaben über die zeitliche und örtliche Zuordnung der gemessenen Temperaturwerte in der Nachernte können für die Analyse von Schwachstellen und damit für die Verbesserung der Qualitätserhaltung genutzt werden.

Der typische Einsatzfall für die Anwendung der neuen Technologie bei Obst und Gemüse ist die Überwachung von Frischmarktprodukten auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher. Bei den meisten Produktarten wird der zu betrachtende Zeitrahmen eine Woche nicht überschreiten. Mit den zurzeit möglichen Leistungsparametern (Lebensdauer der Batterie) kann davon ausgegangen werden, dass etwa 40 Umläufe erreicht werden können. Wirtschaftliche Überlegungen gehen davon aus, dass die momentan für rund 10 € erhältlichen wiederverwendbaren Transponder in absehbarer Zeit preisgünstiger zur Verfügung stehen werden.

In Bild 3 sind die mit einem aktiven Transponder (Fa. Schreiner LogiData) aufgezeichneten Temperaturmesswerte aus einer realen Nachertekette von ökologisch erzeugtem Brokkoli enthalten. Parallel zu dem Etikettensensor wurde ein Miniaturdatalogger (Fa. Meilhaus) eingesetzt, der Messwerte im Intervall von zehn Minuten speicherte. Bei einem Messintervall von zwei Stunden kann der Prozess vom Erzeuger zum Verbraucher (Erzeuger, Transport, Großhandel, Transport, Ladengeschäft) über einen Zeitraum von vier Tagen überwacht werden. Prozessabschnitte, die kleiner als das Messintervall sind, können bei der hier dargestellten Vorgehensweise nicht kontrolliert werden. Dennoch wird deutlich, dass die Sensorkarte für die Temperaturkontrolle, selbst bei starken Temperaturwechseln (im Beispiel im Ladengeschäft, Präsentation bei sommerlichen

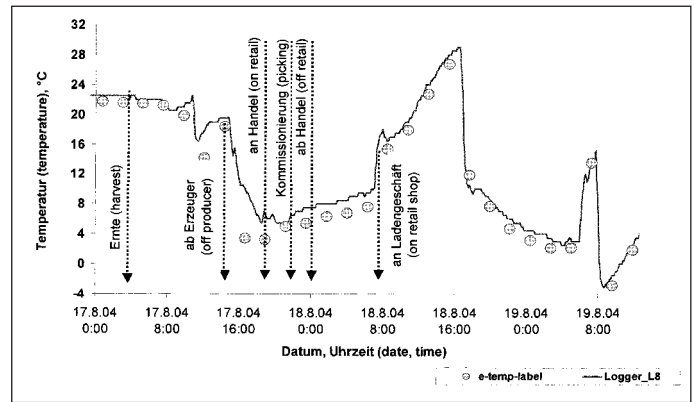


Bild 3: Thermische Nachbelastung von Brokkoli auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher, parallel mit Datalogger (—) und aktivem Transponder (O) gemessen

Fig. 3: Thermal postharvest treatment of broccoli on it's way from the producer to the consumer, recorded parallel with the datalogger (—) and with the active transponder (O)

Temperaturen und anschließender Kühlung) geeignet ist.

Im vorliegenden Beispiel wurden Schreib-/Leseoperationen nur am Beginn und am Ende des zu überwachenden Prozesses durchgeführt. Bei der Anordnung von mehreren Schreib-/Leseoperationen, denen festgelegte Rechte zugeordnet werden müssen, und einer entsprechenden Organisation des Datenhandlings können, auf den Gesamtprozess bezogen, mehr als 48 Temperatur-Zeit Datenpaare erfasst werden (durch mehrmaliges Auslesen des Messwertspeichers). Dies ist sicherlich auch hilfreich, da viele Nachertestrukturen umfangreicher sind als die im Beispiel dargestellte Kette. Damit wären dann auch kürzere Prozessabschnitte (etwa Transport über eine Stunde) kontrollierbar.

### Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Obst und Gemüse

Unter Einbeziehung von einfachen Haltbarkeitsvorhersagemodellen können im Rahmen von zu erarbeitenden zukünftigen Anwendungen an jeder Stelle in der Nachertekette Informationen über den Grad des Abbaus von Inhaltsstoffen für weitere Verwendungen bereitgestellt werden. Solche Modelle werden derzeit am ATB Potsdam erarbeitet und sind für ausgewählte Produktarten bereits vorhanden.

Neben dem oben beschriebenen und aus der Sicht der Verfasser dominierenden Anwendungsfall für Frischmarktprodukte sind im Bereich der Verarbeitung von Obst und Gemüse viele andere Einsatzmöglichkeiten für Etikettensensoren etwa bei vorverarbeiteten Produkten oder Schnittsalaten denkbar. In jedem Fall ist davon auszugehen, dass Anpassungen in Bezug auf die zu handhabenden Informationen (selbst bei identischen Produktarten) erforderlich sein werden, da die beteiligten Akteure entlang der Nachertekette keine einheitlichen Strukturen darstellen und teilweise gegensätzliche Interessenlagen vorliegen.