

## Qualitätserhaltendes Handling von Bioobst und Biogemüse im Einzelhandel und bei der Direktvermarktung

---

Optimal handling of organic fruit and vegetables in organic food shops and direct marketing

**FKZ: 02OE556**

**Projektnehmer:**

Institut für Agrartechnik Bornim e.V.  
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam  
Tel.: +49 331 5699-0  
Fax: +49 331 54963-0  
E-Mail: [mlinke@atb-potsdam.de](mailto:mlinke@atb-potsdam.de)  
Internet: <http://www.atb-potsdam.de>

**Autoren:**

Linke, Manfred

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

# **Qualitätserhaltendes Handling von Bioobst und Biogemüse im Einzelhandel und bei der Direktvermarktung**

(Forschungsprojekt 02OE556)

## **Schlussbericht**

*Zuwendungsempfänger:*

Institut für Agrartechnik Bornim e.V.

Max-Eyth-Allee 100

14469 Potsdam

*Laufzeit:* 01.10.2002 – 31.12.2003

*Berichtszeitraum:* 01.10.2002 – 31.12.2003

*Kooperationspartner:*

Bio Akademie (Susanne und Leo Gärtner)

Potsdam, den 03.02.2004

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planung und Ablauf des Projekts .....	3
1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	5
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>6</b>
2.1 Probenmaterial (Tomate, Erdbeere, Möhre) .....	6
2.2 Methoden.....	7
2.2.1 Messgeräte und –verfahren .....	7
2.2.2 Beschreibung der Hauptmethoden .....	8
2.2.3 Frischeerhaltende Methoden.....	9
2.2.4 Bewertungsmethoden .....	10
2.3 Versuchsserie „Tomate“ .....	10
2.4 Versuchsserie „Erdbeere“ .....	12
2.5 Versuchsserie „Waschmöhre“ .....	14
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>15</b>
3.1 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse .....	15
3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindungen/Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse .....	15
<b>4. Zusammenfassung.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>17</b>
<b>7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>18</b>

## **1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau**

Beim Verkauf von Bioprodukten gehören Obst und Gemüse zu den maßgeblichen Umsatzträgern (VON ALVENSLEBEN/BRUHN 2001). In der Literatur finden sich immer wieder Hinweise, dass das verfügbare Angebot bei Obst und Gemüse in Menge und Qualität nicht der Nachfrage seitens der Verbraucher gerecht wird und damit den begrenzenden Faktor bei der Vermarktung darstellt (HAMM 2002).

Im konventionellen Landbau/Handel der Industrieländer entstehen jährlich, infolge einer unangepassten Prozessführung Qualitätsverluste von über 30%, davon verderben 2/3 (5-30%) der Erntemengen im Einzelhandel (KADER 2000). Für den Naturkosthandel werden in der Nacherntephase noch höhere Verderbquoten angenommen. Als Grund dafür wird die geringere Umschlaggeschwindigkeit im Vergleich zu konventionellen Produkten genannt (SPILLER 2002). Aufgrund des verbindlichen Anbauverfahrens (u.a. kein Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel) und fehlender Konservierung muss in der Nacherntephase auch mit einem vermehrten Wachstum von fäulnisserregenden Mikroorganismen auf der Produktoberfläche gerechnet werden.

Die grundsätzliche Zielstellung des Projektes bestand darin, eine verbesserte Qualitätserhaltung von ökologisch erzeugtem Obst und Gemüse durch optimale Umgebungsbedingungen zu gewährleisten. Dementsprechend waren für zunächst drei ausgewählte Produktarten Maßnahmen zur Erhaltung der Nacherntequalität herauszuarbeiten. Dazu wurden ausgehend von vorhandenen Informationen zum Produkthandling umfangreiche Versuchsserien konzipiert und durchgeführt, die vorhandene Informationslücken zumindest teilweise schließen sollen.

Eine Analyse der verfügbaren Informationen zur Gestaltung der Nacherntebedingungen führt zu der Aussage, dass deren Verwertbarkeit für das praktische Produkthandling sowohl bei konventionellen Produkten als auch bei ökologisch erzeugtem Obst und Gemüse völlig unzureichend ist.

Tabelle 1 zeigt am Beispiel der Tomate einen Auszug an vorhanden Informationen zu empfohlenen Nacherntebedingungen. Für andere Produkte sind ähnliche Angaben nach Umfang und Qualität verfügbar. Für die Aufbewahrung von Tomaten sind die angegebenen Temperaturen prinzipiell verwertbar, wenn zusätzlich der Zustand zum Erntezeitpunkt (unreif/reif) berücksichtigt und die entsprechende Zuordnung vorgenommen wird. Die Informationen zur relativen Luftfeuchte sind überhaupt nicht nutzbar, weil sie einerseits viel zu stark differieren und andererseits Angaben zu den Strömungsbedingungen an der Produktoberfläche (z.B. indirekt über die Angabe einer Verpackung) fehlen, die nur zusammen mit der Luftfeuchte für Transpirationsverluste verantwortlich sind. Die Informationen zur Lagerdauer stellen nur eine sehr grobe Orientierung dar, deren Nutzung für die Optimierung von Nacherntebedingungen angezweifelt wird. Die nicht durchgängig vorhandenen Angaben zu Ethylenproduktion und/oder -empfindlichkeiten sind für die Herausarbeitung von Produktunverträglichkeiten (d.h. welches Produkt gleichzeitig mit anderen Produkten aufbewahrt werden kann) ausreichend. Als ein wesentlicher Nachteil muss das Fehlen von Informationen zu Produktreaktio-

nen bei wechselndem Umgebungsklima (Transport, Zwischenlagerung, Präsentation) angesehen werden, die unter praktischen Bedingungen meist nicht zu vermeiden sind.

**Tab. 1: Verfügbare Informationen aus Fachliteratur und Internet am Beispiel Tomate**

	Temperatur	Luftfeuchte	Lagerdauer	Ethylenabgabe	Ethylenempfindlichkeit
Krug: "Gemüseproduktion"	13°C	75-80%rF	14 Tage		
Böttcher: "Frischhaltung und Lagerung von Gemüse"	8-10°C	75-80%rF	3 Tage	3,0-12,0 $\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	hoch
Dassler/Heitman: "Obst und Gemüse - Warekunde"	8-10°C	80-85%rF	1-2 Wo.		
Kader: "Postharvest Technology of Horticultural Crops"	7-13°C	90-98%rF	2-4 Wo.	mittel	
biogemuese.de	8-10°C	85-90%rF	7-10 Tage		
landwirtschaft.sachsen.de	12-15°C			mittel	stark
rics.ucdavis.edu	10-12,5°C	90-95%rF	8-10 Tage	mittel	stark

Aus der Kritik der vorhandenen Mängel lassen sich die bereitzustellenden Informationen für die Optimierung der Nacherntebedingungen, die auch für konventionell erzeugte Produkte so nicht vorhanden sind, ableiten.

- Informationen zum Einfluss unterschiedlicher Temperaturen (pro Zeiteinheit) auf Qualitätsveränderungen sind erforderlich zur Abschätzung von Veränderungen innerer Produkteigenschaften bis zum Erreichen einer äußerlich sichtbaren/fühlbaren Verderbgränze.
- Wasserverluste können nur über die Kenntnis der Luftfeuchte an der Oberfläche des Produktes (z.B. in einer Verpackung) bestimmt werden. Diese Größe kann bei Kenntnis der Raumluftfeuchte nur über den Widerstand der Grenzschicht (abh. von den Strömungsbedingungen) ermittelt werden.
- Bei nachreifenden Produkten ist der Zustand zum Erntezeitpunkt (z.B. Farbe bei Tomaten) wichtig, damit Veränderungen der Haltbarkeit berücksichtigt werden können.

Neben diesen produktspezifischen Daten müssen technische und technologische Informationen bekannt sein, die den Zustand der Umgebung charakterisieren

- Zeitliche Änderungen des Raumklimas (Temperatur, Luftfeuchte, Luftströmung)
- Ggf. Kühlmöglichkeiten und anschließende Wiedererwärmung
- Abmessungen, Gestaltung und Anordnung von Verpackungen, Wasserdampfdurchlässigkeiten von Folien usw.

Aufgrund der vorhandenen Arten- und Sortenvielfalt und nicht auszuschließender stark voneinander abweichenden Reaktionen auf identische Nacherntebedingungen sind alle erarbeiteten Ergebnisse nur eingeschränkt auf die untersuchten Produkte nutzbar.

Alle erforderlichen Einschränkungen sind in der kurzen Projektlaufzeit und der finanziellen Ausstattung, die durch einen vergleichsweise hohen Eigenmittelanteil ergänzt wurden, begründet. Die Ergebnisse stellen trotzdem eine gute Grundlage für weiterführende Untersuchungen mit anderen Sorten und Produktarten dar.

Das Projekt orientierte sich an den Zielen des „Programms des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau“. Es war in erster Linie darauf ausgerichtet, die umfangreichen Wissens- und Erfahrungslücken während der „Vermarktung ökologisch erzeugter Produkte (Punkt 3.3)“, welche als ein entscheidender „Engpassfaktor“ bei der Entwicklung des ökologischen Landbaus angesehen werden (HAMM 2002) aufzudecken und zu überwinden. Ein ebenfalls enger Bezug besteht zum Themenbereich „Lagerung, Erfassung und Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse (Punkt 3.2)“.

## 1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Tabelle 2 gibt einen zeitlichen Überblick über die ursprünglich geplanten Arbeitsschritte und -ziele für den Zeitraum 10/2002–12/2003.

Die ersten Arbeitsschritte dienten vor allem der Einarbeitung in die Thematik und der Analyse vorhandener Informationen zum Produkthandling. Während des gesamten Projektzeitraumes wurden kontinuierlich Literaturrecherchen durchgeführt und somit die relevanten Veröffentlichungen von anderen Wissenschaftlern berücksichtigt und ergänzend in die durchgeführten Untersuchungen eingebunden.

Aufgrund des vorgegebenen Zeitrahmens (15 Monate) wurden drei typische Produktarten ausgewählt, um eine planmäßige Umsetzung der Untersuchungen ermöglichen zu können. Aufgrund der knappen zur Verfügung gestellten Bearbeitungszeiten konnten wichtige Einflussgrößen wie z.B. Sortenunterschiede, saisonale Varianz (Frühjahrs-, Herbstanbausatz, unterschiedliche Klimabedingungen), Vorernteeinflüsse etc. im Rahmen dieses Projekts nicht berücksichtigt werden, woraus ein weiterführender Forschungsbedarf resultiert.

Die Produkte wurden in Absprache mit dem Projektpartner (Bio Akademie) so ausgewählt, dass sie entweder aus der Sicht des Fachhandels von wichtiger Bedeutung sind und/oder in der Nachernte schwer zu handhaben sind. Andererseits sollte es sich um Produkte handeln, die in Naturkostläden und bei der Direktvermarktung in entsprechender Menge gehandelt werden und deren Vermarktung aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist.

Ausgewählt wurden Tomaten (*Lycopersicon lycopersicum*, Nachtschattengewächs), Erdbeeren (*Fragaria x ananassa*, Rosengewächs) und Möhren (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* [Hoffm.], Doldengewächs).

Bei der Planung der umfangreichen Versuchsserien mussten personelle Kapazitäten (aus Projekt- und Eigenmitteln, Kooperationen), materielle Kapazitäten (eigene Mess- und Versuchstechnik) und lokale Produktverfügbarkeiten zeitlich aufeinander abgestimmt werden. Besondere Schwierigkeiten traten bei der Bereitstellung ausreichender Mengen an frisch ge-

erntetem Versuchsmaterial (z.B. 120kg Biomöhren, ...) mit bekannten Vorernteszenarien auf. Da bei der ersten Versuchsserie (mit Biotomaten) verstärkt Probleme mit sichtbaren/fühlbaren mikrobiellen Aktivitäten zu verzeichnen waren, wurden zusätzliche Kapazitäten (eigene und Kooperation mit HU-Berlin) hinzugezogen, um Aussagen zu deren Einfluss auf die Haltbarkeit der Erdbeeren und der Möhren zu erhalten.

Nach der Bestimmung des Referenzzustandes (Erntezeitpunkt) wurden die Produkte unter definierten Bedingungen im Rahmen einer Nacherntesimulation bis zum Erreichen einer Verderbgrenze (sichtbare/fühlbare Mängel, wie Festigkeit, Farbe, mikrobieller Befall, ...) aufbewahrt. Alle qualitätsrelevanten Parameter wurden im Verlauf der Nachernte mehrfach (überwiegend zerstörungsfrei) gemessen.

Für die Untersuchungen wurden Raumklimabedingungen um 20°C gewählt. Während der Nacht wurden die Produkte bei unterschiedlichen Temperaturen (2°C/3°C und 15°C) aufbewahrt. Es sollte geprüft werden, in welchem Umfang physiologische Prozesse durch eine Temperaturherabsetzung während der präsentationsfreien Zeit (z.B. auch am Wochenende) verlangsamt werden, um eine Verlängerung der Haltbarkeit zu erreichen.

Aus der Veränderung der Produkteigenschaften bei den entsprechenden Klimabedingungen wurden unter Beachtung des Produktzustandes zum Erntezeitpunkt Empfehlungen für die Aufbewahrung abgeleitet.

Tab. 2: Tabellari-scher Zeitplan	2002				2003											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Literaturrecherchen																
Allgemeine Vorarbeiten																
1. Meilenstein ( 10/02)																
Erste Versuchsserie																
Auswertung erste Versuchsserie																
2. Meilenstein ( 03/03)																
Entwurf Grundzüge des Leitfadens																
Praxistests																
Zweite Versuchsserie																
Dritte Versuchsserie																
Auswertung der Versuchsserien																
3. Meilenstein ( 10/03)																
Fertigstellung Entwurf Leitfaden, Bericht																

## 1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Frische von gartenbaulichen Produkten ist eine komplexe Qualitätskenngröße, die sich aus vielen einzelnen Produkteigenschaften zusammensetzt. Dies ist auch der wesentliche Grund dafür, dass es bisher erhebliche Probleme bereitet, Frische objektiv mit vertretbarem Aufwand zu messen bzw. einen gesamteinheitlichen Frischezustand zu beschreiben. Zum jetzigen Zeitpunkt existiert keine einheitliche Frischedefinition. Es sind zahlreiche Arbeiten bekannt, welche die Erfassung und/oder Bewertung einzelner Komponenten der Frische (Welkverhalten, Inhaltsstoffabbau, Abgabe von flüchtigen Bestandteilen) zum Inhalt haben. Der übergeordnete Qualitätsbegriff war Gegenstand verschiedener Untersuchungen. TIJSKENS (1995, 1996) orientiert auf den temperaturabhängigen Abbau von Inhaltsstoffen. Die Arbeiten von BEN-YEHOSHUA (1987) beinhalten vorrangig das Transpirationsverhalten von Produkten in der Nachernte und mögliche Einflussfaktoren auf den Wasserverlust. MOLNAR (1995) versucht, mit einem umfassenden Ansatz unter Verwendung vieler einzelner Produkteigenschaften eine integrierende Qualitätskenngröße zu bestimmen.

Bereits am ATB durchgeführte Arbeiten zum Thema der Frischebestimmungen gehen davon aus, dass Frischeverluste im Verlauf der Nachernteperiode durch Transpiration und/oder durch die Veratmung von Inhaltsstoffen auftreten können (LINKE UND GEYER 2002). Dementsprechend wurden zwei Grenzwerte für die Verkaufsfähigkeit der Produkte eingeführt (Abb. 1).

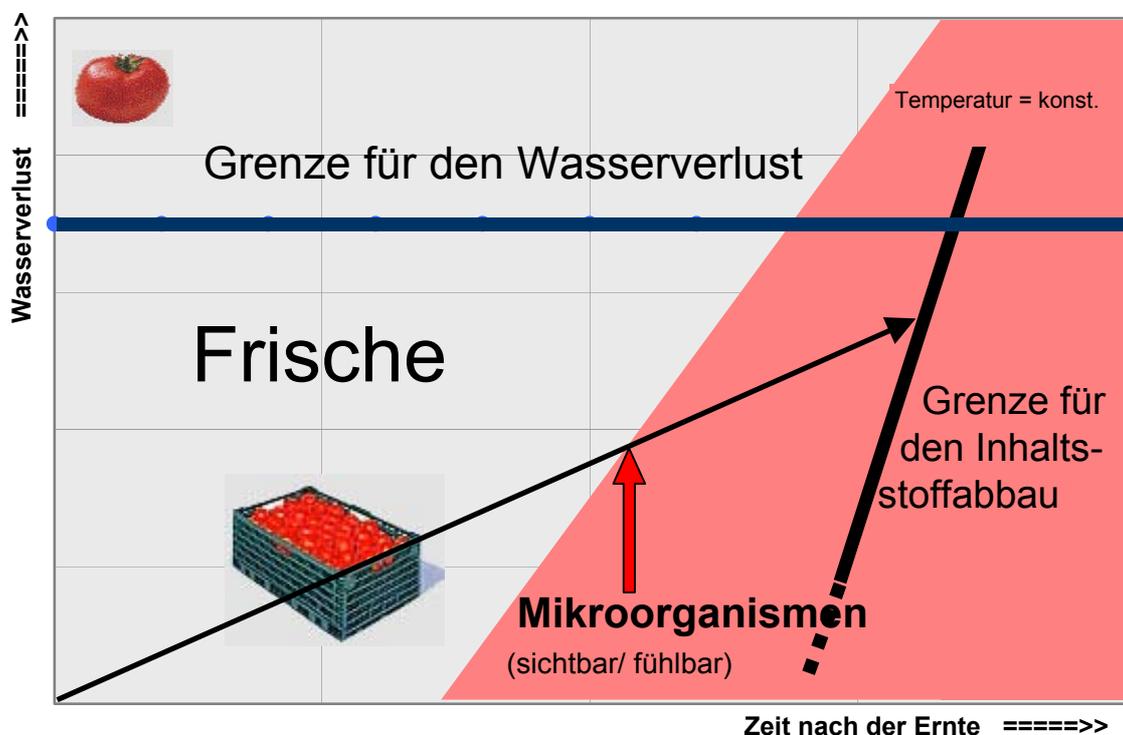


Abb. 1: Grenzwerte für die Verkaufsfähigkeit von frischen Produkten

In Abhängigkeit vom Produkt und den Klimabedingungen nach der Ernte wird entweder der Grenzwert für den **Wasserverlust** oder der Grenzwert für den **Inhaltsstoffabbau** zuerst erreicht und damit wirksam. Eine erhöhte mikrobielle Belastung der Produkte kann dazu führen, dass die Verkaufsfähigkeit nicht mehr gegeben ist, obwohl weder der Grenzwert für den Wasserverlust noch der Grenzwert für den Inhaltsstoffabbau erreicht ist.

Als Grenzwerte werden sicht- oder fühlbare äußere Kriterien verwendet, die der Verbraucher/Mitarbeiter zum Zeitpunkt der Kaufentscheidung/Warenkontrolle im gewissen Umfang selbst kontrollieren kann. Für den Wasserverlust wird der Grenzwert durch Glanzverlust und durch Schrumpfungerscheinungen der ansonsten glatten Oberfläche spürbar.

Als Grenzwert für den Inhaltsstoffabbau werden Veränderungen der Farbe und/oder der Festigkeit der Produkte verwendet, die ebenfalls leicht eingeschätzt werden können. Es wird vorausgesetzt, dass die Gesamtheit der Inhaltsstoffveränderungen in der Nachernte hinreichend genau durch die Veränderung der temperaturabhängigen Atmungsintensität beschrieben werden kann. Damit besteht die Möglichkeit, den Abbau von Inhaltsstoffen - die den Gesundheitswert eines Produkts widerspiegeln - über die vom Produkt aufgenommenen Temperatursumme zu kontrollieren.

Es ergeben sich weitreichende Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten. Eine objektive Bewertung technischer Einrichtungen und Hilfsmittel (Verpackungen, Ladeneinrichtungen, Transportmittel, Präsentationsmöbel) wird damit ebenso möglich wie die Prüfung der Wirksamkeit verschiedener frischeerhaltender Nachernteverfahren (Kühlung, Luftbefeuchtung etc.).

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Probenmaterial (Tomate, Erdbeere, Möhre)**

Als Versuchsmaterial wurden rote, runde Tomaten der Sorte *Briante* aus Spanien, Erdbeeren der Sorte *Polka* und Waschmöhren der Sorte *Major* verwendet. Die für die Versuche vorgesehenen Erdbeeren und Möhren wurden in Brandenburg geerntet. Die Beschreibung der Produkteigenschaften zum Erntezeitpunkt und deren Veränderung in der Nachernte wurde anhand der Begriffe und Kategorien der gültigen EG- QUALITÄTSNORMEN UND HANDELSKLASSEN (2003) vorgenommen zu übertragen.

Es waren jeweils größere Produktmengen (60-120kg) erforderlich, um die gewünschten Variationen der Nacherntebedingungen realisieren zu können.

## 2.2 Methoden

### 2.2.1 Messgeräte und –verfahren

Die Qualitätsveränderungen der Produkte wurden in Nacherntesimulationen unter Laborbedingungen bis zum Erreichen einer Grenze für die Verkaufsfähigkeit verfolgt. Für die Erfassung der Veränderung einzelner Produkteigenschaften wurden verschiedene Messgeräte und –verfahren eingesetzt.

Die Kontrolle der Klimabedingungen in den einzelnen Phasen der Nacherntesimulation erfolgte mit verschiedenen Dataloggern über die Lufttemperaturen, relative Luftfeuchten und Luftdrücke erfasst und in wählbaren Intervallen gespeichert werden konnten.



**Abb. 2: Messung der Atmungsintensitäten**

Die Atmungsintensität, als Maß für innere Stoffumsetzungen, wurde mit Infragasanalytoren (über die Erhöhung der Kohlendioxidkonzentration) in 10 Messküvetten im Anreicherungsverfahren gemessen (Abb. 2). Dazu wurden wegen der Temperaturabhängigkeit der Atmung auch die Lufttemperaturen in den Küvetten erfasst, die für eine Korrektur der Atmungswerte auf einen einheitlichen Temperaturwert (20°C) erforderlich sind.

Die Festigkeit der Früchte wurde mit einer Universalprüfmaschine (Fa. Zwick)

zur objektiven Messung elastischer Produkteigenschaften bestimmt. Ausgehend von Erfahrungen mit anderen Produkten wurde eine Kugel ( $\varnothing$  6,3 mm) als Prüfwerkzeug ausgewählt. Bei einer Kraft von z.B.  $F_{\max} = 3\text{N}$  wird die Verformung der Oberfläche als Weg ( $L_{\max}$ ) gemessen.

Die Farberfassung der im Projekt untersuchten Produkte wurde mit einem portablen Spektrofotometer CM-2600d (Fa. Minolta) durchgeführt. Das Gerät liefert Farbdaten für Messwerte mit und ohne Glanzeinschluss und ermöglicht eine einfache farbmetrische Farbkontrolle von frischen Produkten.

Mit einem anderen Spektrometer wurden Transmissionsmessungen durchgeführt, die dazu benutzt wurden, um z.B. den Produktzustand zum Erntezeitpunkt über den Grad des Chlorophyllabbaus (bei Tomaten, Erdbeeren) zu ermitteln.

Als charakteristische Inhaltsstoffe wurden das Zucker-/Säureverhältnis mit üblichen Standardmethoden (Brechungsindex und Titration) und der Gehalt an Vitamin C mit dem Schnelltestverfahren (Rqflex2, Fa. Merck) gemessen.

## 2.2.2 Beschreibung der Hauptmethoden

Transpirationseigenschaften und Atmungsintensitäten sind wesentliche Merkmale, die zur Bewertung von Qualitäts- bzw. Frischeveränderungen herangezogen werden. Mit diesen Methoden können Verpackungen bzgl. ihrer frischeerhaltenden Wirkung untersucht und miteinander verglichen werden.

Das Transpirationsverhalten der Produkte in den Verpackungen wurde direkt gemessen. Im Gegensatz dazu wurde der gesamte Inhaltsstoffabbau indirekt über die Atmungsintensität berücksichtigt. Ausgewählte innere Produktkomponenten (Zucker, Säure, Vitamin C) wurden zusätzlich am Anfang und am Ende der Versuche ermittelt.

Zur Charakterisierung des Transpirationsverhaltens der Produkte wurde ein am ATB entwickeltes Messprinzip eingesetzt, mit welchem der Wasserzustand von Produkten und eine Kenngröße zur Charakterisierung der Luftströmung in unmittelbarer Nähe des Produkts getrennt bestimmt werden kann (GEYER UND LINKE 2001). 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 eines Produkts, den Vorerntebedingungen und den Belastungen in der Nachernte (MÜLLER UND LINKE 2002). Der *Grenzschichtwiderstand* ist ein Maß für die vorhandenen An- und Umströmungsbedingungen. 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). Zur Bestimmung der Transpirationseigenschaften werden zunächst die Transpirationswiderstände (Gewebewiderstand, Grenzschichtwiderstand) von Einzel Früchten gemessen.



**Abb. 3: Messung von Transpirationswiderständen**

Das Produkt wird für kurze Zeit (1-2 Std.) bei definierten Klimabedingungen (Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, freie Konvektion am Einzelprodukt) aufbewahrt (Abb. 3).

In einem bestimmten Zeitintervall wird die Gewichtsabnahme (mit einer Präzisionswaage) und die Oberflächentemperatur (mit Hilfe einer Thermographiekamera oder mit Infrarotthermometern) erfasst. Wenn die Transpirationswiderstände vom Einzelprodukt bekannt sind, können auf ähnliche Weise die Transpirationswiderstände einer Verpackungseinheit mit Inhalt bestimmt werden. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die mittlere Temperatur zwischen den einzelnen Produkten mit normalen Thermometern gemessen wird. Dieser Widerstand ist ein Maß für die Strömungsbedingungen in unmittelbarer Nähe zum Produkt.

Die Atmungsrate, gemessen mit Infrarotgasanalysatoren im Anreicherungsverfahren bei bekannten Luftvolumen, wurde als Maß für den Inhaltsstoffabbau genutzt. Die Temperaturab-

hängigkeit der Atmung ist hinreichend bekannt und in zahlreichen Publikationen (BÖTTCHER 1996, KADER 2000, OSTERLOH ET AL. 1996, ...) für die verschiedensten Obst- und Gemüsearten verfügbar.

Aus dem allgemeinen Zusammenhang zwischen der Atmung des jeweiligen Produkts und der Temperatur (im Bereich von 10 bis 25°C) und den konkreten Messwerten für die in den Versuchen verwendeten Sorten wurde der temperaturabhängige Verlauf der Atmung der jeweiligen Sorte ermittelt. Damit besteht die Möglichkeit, über den gesamten Verlauf des Versuchs, aus den gemessenen Temperaturwerten auf die aktuelle Atmungsintensität zu schlussfolgern und ein Grenzwert der Vermarktungsfähigkeit, z.B. in Abhängigkeit von der Festigkeit festzulegen.

### **2.2.3 Frischeerhaltende Methoden**

Im Rahmen der Aufbereitung von Obst und Gemüse zählt die Verpackung heute zu einem wesentlichen Verfahrensschritt, der für die Qualitätssicherung, besonders von Frischmarktprodukten, unverzichtbar ist (HUYSKENS-KEIL 1999).

In die Untersuchungen wurden verschiedene Verpackungen, die für den Transport als auch für die Präsentation der Waren im Verkauf genutzt werden können, einbezogen. Die Verpackungen unterschieden sich im Material (Kunststoff, Karton, Holz) und der konstruktiven Gestaltung (Festigkeit, Anordnung und Größe von Durchbrüchen, Kantenschärfe). Klimabedingungen in direkter Nähe zum Produkt werden maßgeblich durch Verpackungen beeinflusst. Durch die Anordnung und Größe von Durchbrüchen weisen Verpackungen unterschiedliche Luftdurchlässigkeiten auf. Luftbewegungen in unmittelbarer Produktnähe haben nicht zu unterschätzende Auswirkungen auf die Haltbarkeit der Produkte (LINKE UND GEYER 2002).

Empfindliche Produkte können nach der Ernte, wenn sie nicht sofort präsentiert werden oder in den Nachtstunden, falls sie nicht verkauft wurden, auf einfache Art und Weise mit einem künstlichen Transpirationsschutz versehen werden, um Wasserverluste einzugrenzen.

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden unterschiedliche Formen des Transpirationsschutzes ausgewählt, die für die luftdichte Verpackungsvariante in den Nachtstunden zum Einsatz kommen sollten. Durch die Verwendung von Abdeckungsmaterialien kann direkt Einfluss auf die Luft innerhalb der Verpackungseinheit ausgeübt werden. Einerseits wird die Transpiration (Wasserverlust) eingeschränkt, andererseits verbessern sich die Bedingungen für unerwünschtes, mikrobielles Wachstum.

Die Temperatur in der Nachernte hat einen wesentlichen Einfluss auf die Haltbarkeit von frischem Obst und Gemüse (TIJSKENS UND POLDERDIJK 1996). Interne Abbauprozesse werden verlangsamt, wenn die Produkttemperatur gesenkt wird. Demgegenüber steht die Temperaturempfindlichkeit einiger Produkte, z.B. bei Tomaten im frühen Reifestadium. Werden kälteempfindliche Produkte bei zu niedrigen Temperaturen aufbewahrt, kann es zu Kälteschäden kommen, die an Verbräunungen im Innern und an der Oberfläche, an wässrig-glasigen Stellen, einer Fremdgeschmacksentwicklung und einem Ausbleiben der Nachreife (Tomate) zu erkennen sind. Für die Stärke der Schädigung ist die Dauer der Kälteeinwirkung sowie die Tiefe der Temperatur entscheidend. Die Kälteempfindlichkeit ist abhängig von der Sorte und vor allem vom Reifegrad. Im Rahmen der durchzuführenden Untersuchungen sollte

geprüft werden, ob die Produkte kurzzeitig (über Nacht) kälter gelagert werden können und in welchem Umfang ggf. die Haltbarkeit verlängert werden kann.

### **2.2.4 Bewertungsmethoden**

Die Produkte wurden im Versuchsverlauf unterschiedlichen, möglichst realitätsnahen Klima-/Zeitrelationen ausgesetzt. Dementsprechend wurden reale Klimabelastungen während der Warenpräsentation und der nächtlichen Aufbewahrung unter Laborbedingungen simuliert. Die Auswahl der verwendeten Verpackungen erfolgte dahingehend, dass einerseits die im Handel gebräuchlichen Verpackungen des jeweiligen Produkts Verwendung fanden, andererseits wurden zusammen mit dem Projektpartner nach neuen Verpackungsmöglichkeiten gesucht, die einfach, preiswert und produktangepasst sind.

Zur Bewertung des Einflusses der Verpackung auf die Frischhaltung bzw. auf Qualitätsveränderungen der untersuchten Tomaten, Erdbeeren und Möhren wurden die Produkte solange bei den entsprechenden Temperaturen aufbewahrt bis sichtbare und/oder fühlbare Schäden auftraten. Die unterschiedlichen Temperaturen in der Nacht wurden gewählt, um thermisch abhängige Stoffwechselprozesse und mikrobielle Aktivitäten und deren Auswirkungen auf die Verkaufsfähigkeit zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung der Vermarktungsgrenze wurden die Produkte in Anlehnung an die Kriterien der EG-Qualitätsnormnorm bonitiert.

Begrenzend für die Vermarktungsfähigkeit wirkten hauptsächlich zwei Faktoren: mikrobieller Befall (insbesondere beginnende Fäulnis) und/oder der Verlust an Festigkeit. Die subjektive Bestimmung der Festigkeit mittels Testpersonen wurde durch eine objektive Messung mit einer Universalprüfmaschine ergänzt.

Die Bewertung der Verpackungen erfolgte auf der Grundlage nicht mehr vermarktungsfähiger Produkte (Verluste) und der Resthaltbarkeit der verbliebenen (vermarktungsfähigen) Produkte.

### **2.3 Versuchsserie „Tomate“**

Aufgrund der vorangeschrittenen Jahreszeit nach Eingang der Projektbewilligung konnte für die vorgesehene erste Versuchsserie kein Obst oder Gemüse aus Deutschland in den benötigten Mengen bezogen werden. Alternativ wurde daher auf ein ausländisches Produkt zurückgegriffen. Ausgewählt wurden ökologisch erzeugte Tomaten der Sorte *Briante* aus Spanien, von denen circa 120kg für die Durchführung der ersten Versuchsreihe beschafft wurden.

Für die Untersuchungen wurden zwei verschiedene Transportverpackungen (Karton aus Vollpappe, Plastiksteige), die auch für die Warenpräsentation im Verkauf genutzt werden können, verwendet. Sie wurden so ausgewählt, dass hinsichtlich der lufttechnischen Eigenschaften zwei Extremwerte untersucht werden konnten. Die lufttechnischen Parameter anderer üblicher Verpackungen (Holzkiste, Spankorb) liegen zwischen den beiden gewählten Varianten, so dass grundsätzliche Tendenzen für deren Nutzung abgeleitet werden können. Die Verpackungen wurden bei zwei Wiederholungen mit jeweils 6kg Tomaten befüllt.

Als Abdeckungsmaterial fand eine handelsübliche Lochfolie aus Kunststoff und ein strapazierfähiges, dichtes Textilgewebe aus Baumwolle Verwendung. Um die frischeerhaltende Wirkung von Abdeckungen zu untersuchen, wurden die verpackten Produkte alternierend 12 Stunden mit der Lochfolie bzw. mit dem Textilgewebe abgedeckt (Simulation der Nachtphase) und 12 Stunden unabgedeckt (Simulation der Präsentationsphase) aufbewahrt.

Während der Präsentationsphase bei ca. 20°C wurden die Produkte ohne zusätzlichen Transpirationsschutz aufbewahrt. Neben der Luftdichte der Verpackung existiert eine gewisse Schutzfunktion der Früchte untereinander. Mit abnehmender Anzahl der Früchte pro Verpackungseinheit sinkt diese Selbstschutzfunktion. Es wurden Versuche eingeordnet, die eine Empfehlung über die Mindestanzahl von Früchten in einer Verpackung ermöglichen.

Die Untersuchungen zur Temperaturempfindlichkeit der Tomaten (bei 3°C) erfolgten in einem Klimaschrank unter Verwendung eines geeigneten Datenerfassungssystems.

Ausgehend von Erfahrungen aus Untersuchungen mit konventionell erzeugten Produkten wurde eine Erweiterung des Versuchsprogramms vorgenommen. Hauptinhalt der zusätzlichen Versuchsanstellungen war die Frage nach dem Einfluss der Mikroorganismen auf das Nachernteverhalten der Tomaten. Dazu wurden jeweils 12 Tomaten bei 3 unterschiedlichen Temperaturen (10°, 15°, 20°C) und 3 verschiedenen Luftfeuchten (insgesamt 9 Varianten) in jeweils 3 verschiedenen mehr oder weniger luftdichten Behältern (bei 3 Wiederholungen insgesamt 27 Proben) aufbewahrt.

Die Früchte wurden in eine Referenzvariante (n = 59) und mehrere klimatisch unterschiedlich belastete Varianten aufgeteilt. Die Referenz liefert Ausgangswerte (Beginn der Nacherntesimulation) äußerer (Abmessungen, Frischmasse, Festigkeit, Farbe) und innerer (Zucker/Säure-Verhältnis, Vitamin C) Produktparameter. Während die äußeren Parameter zerstörungsfrei ermittelt wurden, wurde eine bestimmte Anzahl an Früchten für zerstörende Messverfahren zur Bestimmung der inneren Parameter ausgewählt. Der Anteil der zerstörungsfrei gemessenen Referenz sollte bei uneingeschränkter, freier Konvektion (auf einem Drahtgitter) als Vergleichsvariante für die Einschätzung von Strömungsvorgängen direkt am Produkt bis zum Verderb gelagert werden.

Für die Durchführung der Belastungsversuche ergaben sich insgesamt 6 Varianten:

- Referenz auf einem Drahtgitter
- 2 x ca. 6kg Tomaten in Kunststoffkiste
- 2 x ca. 6kg Tomaten in Karton
- 2 x ca. 6kg Tomaten in Karton mit Lochfolie
- 2 x ca. 6kg Tomaten in Karton mit Textil
- 4 x 12 Früchte in Schalen (20°C/3°C)

Die zerstörungsfreie Messung der Veränderung von ausgewählten Produkteigenschaften (Transpiration, Atmung, Festigkeit, Farbe) wurde bei allen Varianten im Abstand von 2 bis 4 Tagen durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Bonitur auf markante Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes (z.B. sichtbarer Schimmelbefall) eingeordnet.

## 2.4 Versuchsserie „Erdbeere“

Für die zweite Versuchsreihe im Sommerhalbjahr 2003 wurden die Erdbeersorte *Polka* ausgewählt. Erdbeeren sind ein äußerst empfindliches Produkt, bei dem in der Nacherntephase mit großen Qualitätsverlusten zu rechnen ist. Die Verkaufsfähigkeit vollreif geernteter Früchte beträgt i.d.R. meist nur ein bis zwei Tage. Die Wahl der Verpackung nimmt bei Erdbeeren bezüglich der Qualitätssicherung eine zentrale Rolle ein, auch hier muss zwischen Einschränkungen von Feuchtigkeitsverlusten und Atmungsintensitäten und der möglichen klimatischen Begünstigung für mikrobielles Wachstum abgewogen werden (SCHENK ET AL. 2001).

Aufgrund der Empfindlichkeit der Früchte in der Nachernte wurden zwei, wöchentlich aufeinanderfolgende, Erntetermine angesetzt. Für die Untersuchungen war es wichtig, möglichst erntefrische Erdbeeren zu erhalten. Die im Versuch verwendeten Erdbeeren stammten aus der Märkischen Schweiz (Brandenburg) und wurden von Mitarbeitern des ATB schonend gepflückt und anschließend zum ATB transportiert. Der Probenumfang pro Erntetermin betrug ca. 35kg.

Die Kenntnis über Vorerntebedingungen hinsichtlich der Kulturführung und der Witterungsbedingungen während Kulturdauer ist für die Auswertung der Nacherntesimulation von Interesse. Tabelle 3 gibt Auskunft über die Vorerntebedingungen der Erdbeersorte *Polka*:

**Tab. 3: Vorerntebedingungen der Sorte *Polka***

Pflanzung	- April 2001
Düngung	- vor der Pflanzung Mistkompost eingearbeitet - keine Nachdüngung
Bewässerung	- bei Bedarf beregnet - Pflanzen mussten nachts abgetrocknet sein
Pflanzenschutz	- keine Behandlung nötig - gesunde Jungpflanzen verwendet - jedes Frühjahr altes Laub entfernt
Kulturführung	- zwischen den Reihen gefräst und in den Reihen Unkraut entfernt - vor Erntebeginn mit Stroh die Reihen gemulcht
Erntebedingungen	- möglichst nicht in nassen Beständen ernten - faulende Früchte aus dem Bestand herausnehmen
Witterung (Vorernte)	- Mai 2003 relativ warm und zu trocken - um nicht zu kleine Früchte zu ernten, musste 2003 mit Erntebeginn ausgiebig bewässert werden

Analog zur ersten Versuchsplanung wurden ausgehend von den Zielstellungen des Projekts Überlegungen zum produktoptimalen Handling von Erdbeeren hinsichtlich Raumklimabedingungen, Produktverträglichkeiten, direkten Präsentationsbedingungen und Temperaturempfindlichkeiten angestellt.

Laut Literaturhinweisen (OSTERLOH ET AL. 1996, [www.ucdavis.edu](http://www.ucdavis.edu)) können Erdbeeren bei Temperaturen um den Gefrierpunkt gelagert werden. Daher wurde ein Teil der Früchte während der gesamten Simulationsphase in einer begehbaren Klimazelle, ausgestattet mit einem Datenerfassungssystem zur Aufzeichnung der Raumklimabedingungen bei ca. 3°C (Dauerkühlung) aufbewahrt, um eine mögliche Verlängerung der Haltbarkeit zu erzielen.

Die in den Untersuchungen einbezogenen Verpackungen wurden so ausgewählt, dass hinsichtlich der lufttechnischen Eigenschaften verschiedene Varianten (luftdicht bis luftdurchlässig) abgedeckt wurden. Neben dem Pappkarton und der PET-Kunststoffschale, jeweils in den Größen 250g und 500g, kam der traditionelle 1000g Spankorb zum Einsatz. Ein Teil der Pappkartons wurde in eine unperforierte PE-Folie eingeschweißt, die Erdbeeren in den PET-Schalen wurden teilweise mit einem entsprechenden Deckel präsentiert. Insgesamt wurden folgende Varianten untersucht:

- 4 x ca. 1000g Spankorb offen
- 2 x ca. 1000g Spankorb offen (Dauerkühlung)
- 6 x ca. 250g + 500g Erdbeeren im Pappkarton offen
- 6 x ca. 250g + 500g Erdbeeren im Pappkarton foliert
- 3 x ca. 250g + 500g Erdbeeren im Pappkarton offen (Dauerkühlung)
- 6 x ca. 250g + 500g Erdbeeren in PET-Kunststoffschale mit Deckel
- 3 x ca. 250g + 500g Erdbeeren offen (Dauerkühlung)

Ausgehend von der Untersuchungserweiterung zum Einfluss der Mikroorganismen auf das Nachernteverhalten der Tomaten, wurde bei den Erdbeeren eine ähnliche Versuchsanordnung vorgenommen. Dazu wurden jeweils ca. 250g Erdbeeren bei 3°C und 20°C in Gläsern mit zwei unterschiedlichen Luftfeuchten (insgesamt 4 Varianten) bei 3 Wiederholungen bis zum sichtbaren mikrobiellen Befall aufbewahrt.

Parallel zum Beginn der klimatischen Belastungen wurden Referenzmessungen (Abmessungen, Frischmasse, Atmungsraten, Transpirationswiderstände, ausgewählte Inhaltsstoffe, Farb- und Festigkeitsmessungen) von 90 Früchten als Maßstab für den Ausgangszustand der Produkte und für auftretende Veränderungen während der Simulationsphase eingeordnet.

Analog zum Tomatenversuch wurden die Erdbeeren tagsüber bei Raumklimabedingungen um 20°C präsentiert und nachts bei 2° bzw. 15°C aufbewahrt.

Die Früchte wurden unter den genannten Bedingungen solange aufbewahrt bis die Verderbgrenze erreicht wurde. Die zerstörungsfreie Messung von ausgewählten Produkteigenschaften (Transpiration, Atmung, Festigkeit, Farbe) wurde bei allen Varianten im Abstand von 1-2 Tagen durchgeführt. Eine Bonitur auf charakteristische Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes (z.B. sichtbarer Schimmelbefall) wurde begleitend durchgeführt.

## 2.5 Versuchsserie „Waschmöhre“

In der dritten Versuchsreihe im Herbst 2003 wurden Waschmöhren der Sorte *Major* aus Teltow (Brandenburg) untersucht. Die Möhren wurden direkt vom Erzeuger abgeholt, um eine möglichst geringe Vorbelastung der Produkte zu gewährleisten. Der Probenumfang betrug ca. 110kg.

Die Angaben vom Erzeuger über die Vorerntebedingungen sind in der Tabelle 2.5 aufgeführt:

**Tab. 4: Vorerntebedingungen der Sorte *Major***

Aussaat	- 03./04. Juni 2003
Düngung	- in 2. Tracht (Gründüngung im Vorjahr 2002)
Bewässerung	- zusammen ca. 700 mm an Mitte VII bis Anfang IX
Pflanzenschutz	- Kulturschutznetz (Rantai-K) gegen Möhrenfliege - Abflammen im Voraufbau
Kulturführung	- 3 x Hackdurchgang mit der Handhacke - 1 x Handjäten mit Ablage als Mulchmaterial zwischen den Reihen
Erntebedingungen	- schonende Handernte
sonstige Maßnahmen	- teilweise Ausdünnung des zu dichten Bestandes
Witterung (Vorernte)	- max. Temperatur: 36°C - min. Temperatur: 2°C - Durchschnittstemperatur: 19°C (zu warm!) - natürlicher Niederschlag: 37 mm (zu trocken!)

Für die Referenzmessung waren 60 Möhren vorgesehen, dabei wurden sowohl äußere als auch innere Produkteigenschaften als Ausgangszustand und für einen Vergleich der aufgetretenen Veränderungen während der Simulationsphase ermittelt.

Die restlichen Möhren wurden für die Belastungsversuche vorbereitet: Für eine realitätsnahe Simulation der klimatischen Belastung im Einzelhandel und bei der Direktvermarktung wurde analog zu den vorherigen Versuchen eine Raumklimabelastung von ca. 20°C für die Warenpräsentation gewählt. Während der Nachtstunden wurden Temperaturen von 2°C bzw. 15°C vorgesehen.

Die Auswahl der Verpackungen richtete sich zum Teil nach der im Naturkosthandel gebräuchlichen Verwendung, hier werden vorzugsweise 5kg oder 10kg Kunststoff-Kisten, die mit feuchten Tüchern oder mit Folie ausgeschlagen sind verwendet. Vor allem im Sommer kommt es deshalb zu einer schnellen Schimmelbildung innerhalb der Verpackungseinheit. Als Alternative wurden biologisch abbaubare Folienbeutel mit einem Fassungsvermögen von 1kg für die Untersuchungen herangezogen. Als Abdeckung fand eine handelsübliche Lochfolie

Verwendung, die einerseits das Produkt vor Feuchtigkeitsverlusten schützt, andererseits auch einen Luftaustausch ermöglicht. Hierbei wurde eine Kiste komplett mit der Folie ausgeschlagen, eine weitere Kiste wurde nur nachts mit der Folie bzw. mit einem Textilgewebe abgedeckt. Insgesamt ergaben sich 5 Verpackungsvarianten bei jeweils 2 Temperaturen:

- 1 x 5kg Möhren in Plastiksteige offen
- 1 x 5kg Möhren in Plastiksteige nachts mit Folie abgedeckt
- 1 x 5kg Möhren in Plastiksteige mit Folie ausgeschlagen, nachts mit Folie abgedeckt
- 1 x 5kg Möhren in Plastiksteige nachts mit Textil abgedeckt
- 3 x 1kg Möhren im Folienbeutel

Zusätzlich wurden Untersuchungen zum Einfluss der mikrobiellen Tätigkeit auf das Nachernteverhalten von Möhren bei unterschiedlichen Temperaturen und Luftfeuchten angeordnet. Dazu wurden jeweils 10 Möhren bei 2°C, 15°C und 20°C in Gläsern mit und ohne Abdeckung und in offenen, flachen Schalen (insgesamt 9 Varianten) bei 6 Wiederholungen bis zum sichtbaren mikrobiellen Befall aufbewahrt.

Die Dauer der Verkaufssimulation unter den genannten Bedingungen war abhängig vom Produktzustand bzw. vom Erreichen der Verderbgrenze. Die zerstörungsfreien Messungen der äußeren und inneren Produkteigenschaften (Transpiration, Atmung, Festigkeit, Farbe) wurde bei allen Varianten im Abstand von 2-4 Tagen durchgeführt. Eine Bonitur auf typische Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes (z.B. Abnahme der Festigkeit) wurde begleitend durchgeführt.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse**

Die Ergebnisse der umfangreichen, eigenen Versuche und der recherchierten Arbeiten anderer Autoren wurden in einem Leitfaden auf ca. 30 DIN A4-Seiten für die weitere Verwendung aufbereitet. Die Rohfassung dieses Leitfadens liegt diesem Bericht als Anlage bei.

Im Hinblick auf die künftige Nutzung des Leitfadens im Fachhandel und in der Direktvermarktung wurde versucht, die meist komplizierten Zusammenhänge so allgemeinverständlich wie möglich darzustellen.

#### **3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; ggf. Angaben zu Erfindungen/Schutzrechten; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse**

Die erarbeiteten Ergebnisse für die drei ausgewählten Produktarten stellen Entscheidungshilfen für alltägliche Situationen im Naturkostfachhandel und bei der Direktvermarktung dar. Sowohl durch die Gestaltung der Umgebungsbedingungen als auch durch die Aus-

wahl von zweckmäßigen Verpackungen und dergleichen sind Effekte zu erreichen, die insgesamt die Attraktivität von ökologisch erzeugten Produkten verbessern.

Von Seiten der Autoren ist vorgesehen, den Leitfaden in dem vorliegenden Umfang, ergänzt um einige gestalterische Elemente, auf den Internetseiten des Institutes für Agrartechnik (ATB) unter [www.atb-potsdam.de](http://www.atb-potsdam.de) zu veröffentlichen. Der Umfang an Informationen, die auf dem Internetportal des ökologischen Landbaus veröffentlicht werden sollen, ist noch festzulegen.

Es ist außerdem zu entscheiden, ob der Leitfaden (in vollem Umfang oder auszugsweise) auch in gedruckter Form z.B. für Messen und Ausstellungen erstellt werden soll. Die dazu erforderlichen finanziellen Mittel waren nicht eingeplant.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden auch der Bioakademie Langgöns für Lehrzwecke zur Verfügung gestellt.

## 4. Zusammenfassung

Ausgehend von einer Analyse der verfügbaren Informationen zur Qualitätserhaltung von ökologisch erzeugten Produkten nach der Ernte wurden Versuchsanstellungen mit 3 ausgewählte Produktarten konzipiert und durchgeführt, die die Erarbeitung von fehlenden Angaben zur verlustarmen Aufbewahrung von Tomaten, Möhren und Erdbeeren zum Inhalt hatten.

Im Ergebnis der durchgeführten Arbeiten werden in Form eines Leitfadens Angaben zu den Nacherntebedingungen bereitgestellt, die eine möglichst lange Haltbarkeit der Produkte gewährleisten sollen. Solche Angaben umfassen, abgeleitet aus den konkreten Anforderungen des Produktes an die Nachernteumgebung:

- Empfehlungen zum Nachernteklima (Temperatur, Luftfeuchte) und Auswirkungen auf die Haltbarkeit bei Abweichung von diesen Werten
- Empfehlungen zu zweckmäßigen Verpackungen und Auswirkungen auf die Haltbarkeit in Abhängigkeit von deren Nutzung
- Angaben zu Produktverträglichkeiten bei der gleichzeitigen Präsentation von verschiedenen Produktarten und Auswirkungen auf Produkteigenschaften
- Hinweise zum Umgang mit mikrobiellen Aktivitäten

Weitere Arbeiten mit den genannten und anderen Produktarten sollten durchgeführt werden, um die Informationsdefizite zu beseitigen, deren direkte Folge große Nachernteverluste sind und die insbesondere die Attraktivität von ökologisch erzeugtem Obst und Gemüse verbessern könnten.

## 5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Die geplanten Ergebnisse konnten in den wesentlichen Punkten erreicht werden. Einschränkungen der erarbeiteten Aussagen sind hauptsächlich auf Grund der kurzen Projektlaufzeit und wegen der Vielfalt möglicher Nachernteszenarien erforderlich.

Auch für die drei ausgewählten Produktarten müssen daher Fragen zum Nachernteverhalten offen bleiben. Insbesondere der Einfluss von Vorerntebedingungen konnte nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt werden. Aufgrund des vorgegebenen Zeitrahmens und wegen der begrenzten personellen Kapazitäten war es nicht möglich, saisonale (Vorernteklima) und regionale Unterschiede (Boden, Nährstoffversorgung, ...) einzubeziehen, die erheblichen Einfluss auf die Haltbarkeit haben können.

Mikrobielle Aktivitäten konnten nur in dem Rahmen berücksichtigt werden, wie sie real auf den Produkten zum Erntezeitpunkt vorhanden waren. Mikrobielle Belastungen hängen jedoch stark von den Vorerntebedingungen (Klima) ab. In Bezug auf das Zurückdrängen von mikrobiellem Verderb werden zudem neue Möglichkeiten gesehen, die in weiterführenden Arbeiten untersucht werden sollten.

Für andere empfindliche, gartenbauliche Produktarten sind ebenfalls nur unzureichende Informationen zum Handling nach der Ernte verfügbar. Dies hat zur Folge, dass Produkte, die mit großen Aufwendungen erzeugt wurden, durch Fehler bei der Aufbewahrung/Präsentation häufig unnötig schnell verderben.

## 6. Literaturverzeichnis

- ALVERSLEBEN, R. V.; BRUHN, M. (2001): [Verbrauchereinstellungen zu Öko-Produkten – Ergebnisse einer Langfriststudie](#). Vorträge zur Hochschultagung 2001. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Heft 92 (2001), S. 91-100.
- BEN-YEHOSHUA, S. (1987): Transpiration, Water Stress and Gas Exchange. In: WEICHNMANN, J. (Ed.): Postharvest Physiology of Vegetables. Marcel Dekker Inc. New York, S. 113-170.
- BÖTTCHER, H.(1996): Frischhaltung und Lagerung von Gemüse. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Daßler, E. und Heitmann, G. (1991): Obst und Gemüse – Eine Warenkunde. 4. Aufl., Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg.
- HAMM, U (2002): Wie geht es weiter mit Öko? In: DLG-Mitteilungen 4/2002, S. 76-79.
- HUYSKENS-KEIL, S. (1999): Aktuelle Trends bei Verkaufsverpackungen für Gemüse – die Qualität der verpackten Produkte erhalten. Gemüse (10), S. 364-366.
- KADER, A.A (2000): A. A.: mündliche Mitteilung auf der POSTHARVEST 2000, 4th International Conference on Postharvest Science, 26.-31.03.2000, Jerusalem, Israel
- KRUG, H. (HRSG.) (1991): Gemüseproduktion: Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. 2. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg.
- LINKE, M. UND GEYER, M. (2001): Postharvest Transpiration Behaviour of Vegetables – A New Approach. In: BEN-ARIE, R.; PHILOSOPH-HADAS, S. (Eds): Proceedings of the Fourth International Conference on Postharvest Science, Acta-Horticulturae, No. 553, S. 487-490.

- LINKE, M. UND GEYER, M. (2002): Postharvest Behaviour of Tomatoes in Different Transport Packaging Units. *Acta Horticulturae* (im Druck).
- MOLNAR, P.J. (1995): A Model for overall description of food quality. *Food Quality and Preference* 6:3, S. 185-189
- MÜLLER, K., LINKE, M. (2002): Modellkonzept zur Frischeprognose empfindlicher gartenbaulicher Produkte. *Landtechnik* (57), 2/2002, S. 102-103.
- OSTERLOH, A., EBERT, G., HELD, W.H., SCHULZ, H., URBAN, E. (1996): Lagerung von Obst und Südfrüchten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SCHENK, A., VERLINDEN, B., NICOLAI, B. (2001): Erdbeerpackungen. Spargel- und Erdbeer Profi 2/01, s. 52-53.
- SPILLER, A. (2002): Preispolitik für ökologische Lebensmittel. Vortrag im Rahmen des Berliner Agrarökonomischen Kolloquiums am 27.05.2002.
- TIJSKENS, L.M.M; POLDERDIJK, J.J. (1996): A Generic Model for Keeping Quality of Vegetable Produce During Storage and Distribution. *Agricultural Systems*, 51:4, S. 431-452.
- VERBAND DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN E.V. (STAND APRIL 2003): Qualitätsnormen und Handelsklassen für Gartenbauerzeugnisse und Kartoffeln – Gesetze, Verordnungen, Kommentare - Lose-Blatt-Sammlung, Heft Nr. 61, Band II.

[www.ucdavis.edu](http://www.ucdavis.edu), 15.11.2003

[www.biogemüse.de](http://www.biogemüse.de), 15.11.2003

[www.landwirtschaftsachsen.de](http://www.landwirtschaftsachsen.de), 15.11.2003

## 7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

**Abb. 1:** Grenzwerte für die Verkaufsfähigkeit von frischen Produkten

**Abb. 2:** Messung der Atmungsintensitäten

**Abb. 3:** Messung von Transpirationswiderständen

**Tab. 1:** Verfügbare Informationen aus Fachliteratur und Internet am Beispiel Tomate

**Tab. 2:** Tabellarischer Zeitplan

**Tab. 3:** Vorerntebedingungen der Sorte *Polka*

**Tab. 4:** Vorerntebedingungen der Sorte *Major*