



Modul 4.1



Trocknung

Allgemeine Aspekte

**Roberto Moschetti*, Flavio Raponi,
Serena Ferri, Riccardo Massantini****

Department für Innovation in Bio-, Agro-Lebensmittel- und
Forstsystemen, Universität Tuscia,
Viterbo (Italien)

*Autor: rmoscetti@unitus.it

** verantwortlich auf wissenschaftl. Ebene: massanti@unitus.it

Gliederung

1. GLOBALISIERUNG DES MARKTES, ANGEBOT UND NACHFRAGE

2. LEBENSMITTELTROCKNUNG

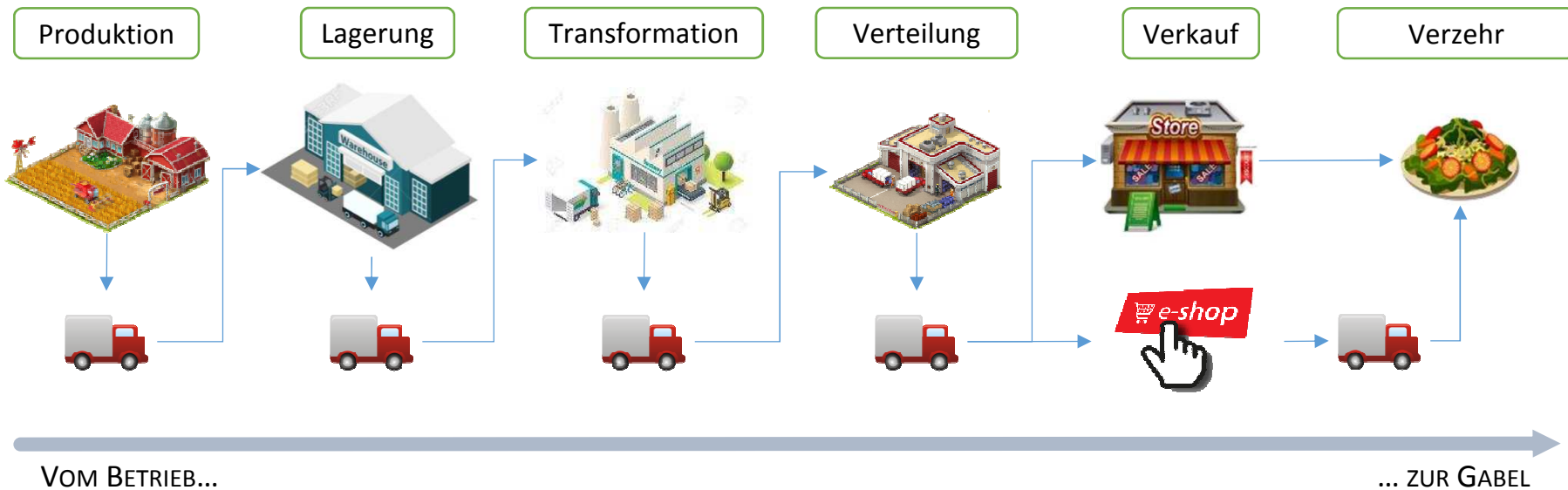
- » Ein Überblick
- » Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln
- » Auswirkungen auf die Produktionskosten
- » Art der Trocknungstechnologien
- » Auswirkungen der Trocknung auf die Produktqualitätsmerkmale
- » Verbraucherwahrnehmung der Trockenfutterqualität
- » Farbänderungen
- » Die enzymatische Bräunung
- » Die nicht-enzymatische Bräunung
- » Chemische Zusammensetzung zwischen Arten und Sorten
- » Energieeffizienz
- » Allgemeine Aspekte
- » Ein Ansatz für Qualität durch Design
- » Innovative Trocknungstechnologie
- » Die intelligente Trocknung
- » Vis/NIR-Spektroskopie

Lernerfolge

- » Verbesserung des technischen Wissens, das zur Optimierung von Prozessen und Technologien für biologische Rohstoffe aus ökologischer Produktion erforderlich ist, und der Faktoren, die berücksichtigt werden müssen.
- » Entwicklung von Wissen und Fähigkeiten in Bezug auf Lebensmittelqualität und -sicherheit sowie der wichtigsten Kriterien für ökologische Produkte.
- » Implementierung moderner Nachhaltigkeitskonzepte

GLOBALISIERUNG DES MARKTES, ANGEBOT UND NACHFRAGE

Die Globalisierung der Märkte gewährleistet die ständige Verfügbarkeit vieler Lebensmittel unabhängig vom Herstellungsdatum. Innovationen bei Produkten und Prozessen entlang der gesamten Lebensmittelkette sorgen für Lebensmittel mit verbesserter Haltbarkeit, organoleptischer Qualität, Nährwert, Sicherheit und Gesundheit.



LEBENSMITTELTROCKNUNG – EIN ÜBERBLICK

Die Trocknung kann die Haltbarkeit und Nährstoffqualität von Obst, Gemüse, Gewürzen und Kräutern sowie Fleisch und Fisch erheblich verlängern.



OBST



GEMÜSE



**GEWÜRZE UND
KRÄUTER**



FLEISCH



FISCH

LEBENSMITTELTROCKNUNG – EIN ÜBERBLICK

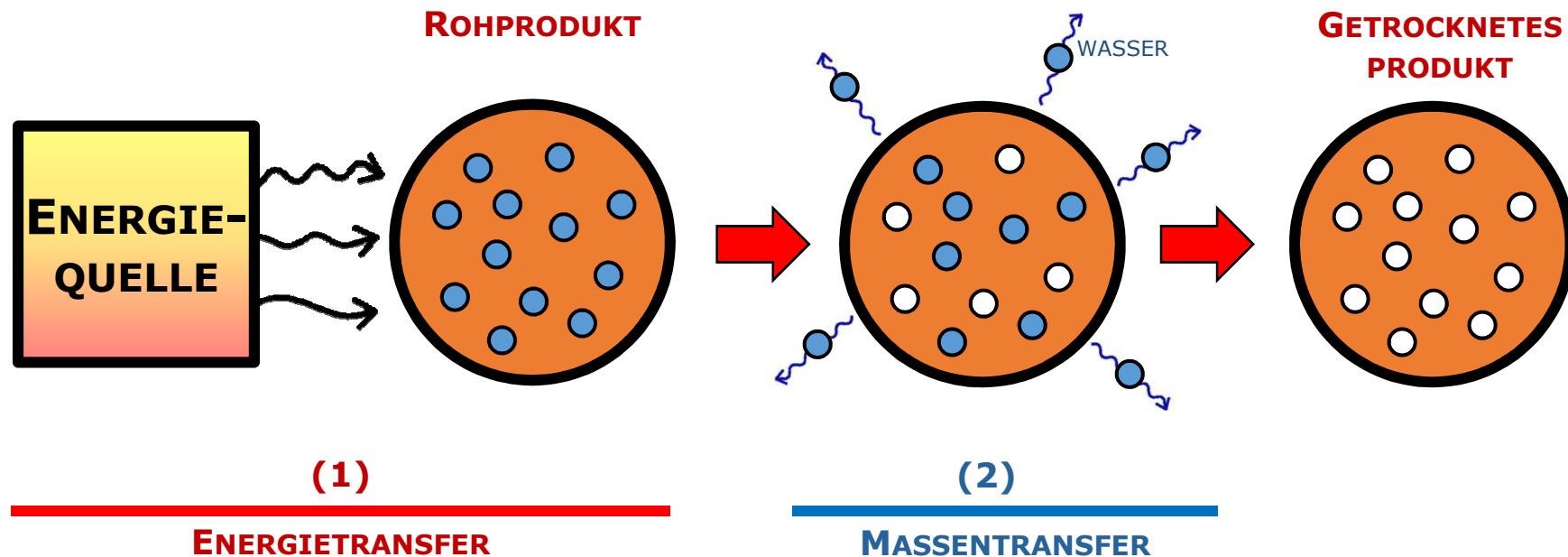
DIE LEBENSMITTELTROCKNUNG BESTEHT AUS 3 SCHRITTEN...



LEBENSMITTELTROCKNUNG – EIN ÜBERBLICK

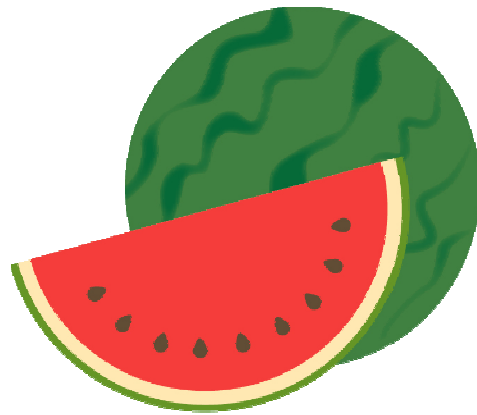
Bei der Trocknung werden zwei Prozesse gleichzeitig ausgeführt:

- (1) Übertragung von Energie aus einer Wärmequelle auf ein feuchtes Rohprodukt
- (2) Massentransfer als Wasserdampf



LEBENSMITTELTROCKNUNG – QUALITÄT UND SICHERHEIT

Obst und Gemüse hat einen hohen Wasseranteil



Wassermelone

93%

Wasser



Salat
Blattgemüse
Beeren
Tomaten
Radischen
Blumekohl
Zucchini
Paprika

90%

water



Eichel-, Butternut-Kürbis

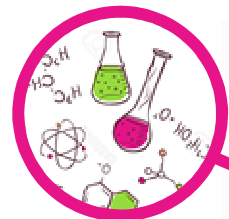
85%

water

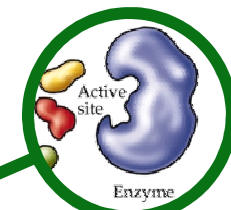
Drying - general aspects

LEBENSMITTELTROCKNUNG – QUALITÄT UND SICHERHEIT

Die Trocknung verlangsamt Verderbsprozesse



**CHEMISCHE
REAKTIONEN**



**ENZYMATISCHE
AKTIVITÄT**



**MIKROBIELLES
WACHSTUM**

Drying - general aspects

LEBENSMITTELTROCKNUNG – EINFLUSS AUF DIE PRODUKTIONSKOSTEN

Die Trocknung reduziert Lagerungs- und Transportkosten

ROHPRODUKT

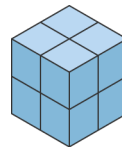


VS



**GETROCKNETES
PRODUKT**

Mehr Volumen/Größe



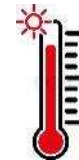
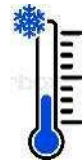
Geringe Größe/Volumen

Höheres Gewicht



Geringes Gewicht

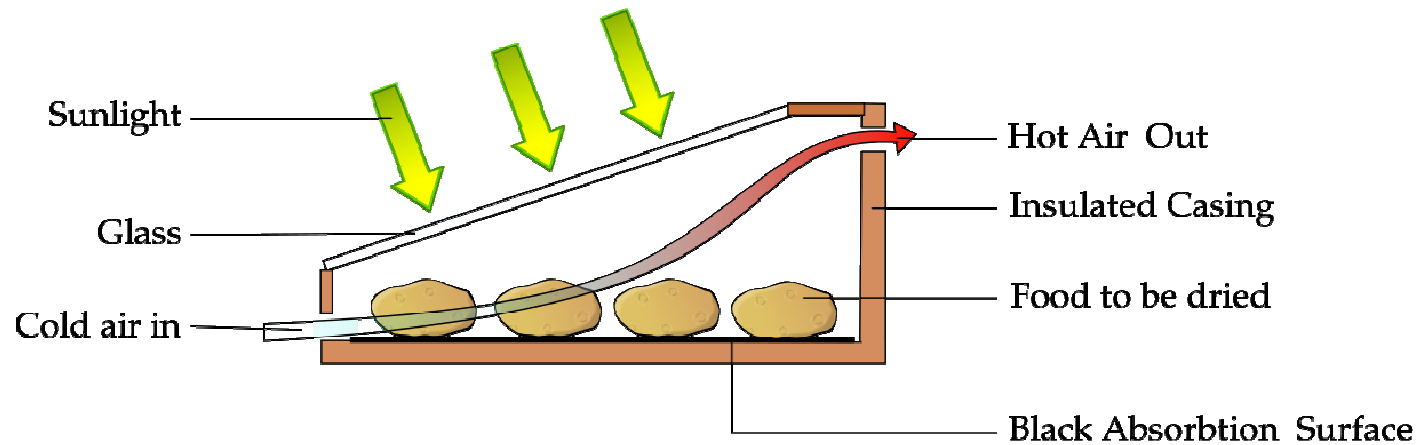
Kühllagerung



Lagerung bei Zimmertemperatur

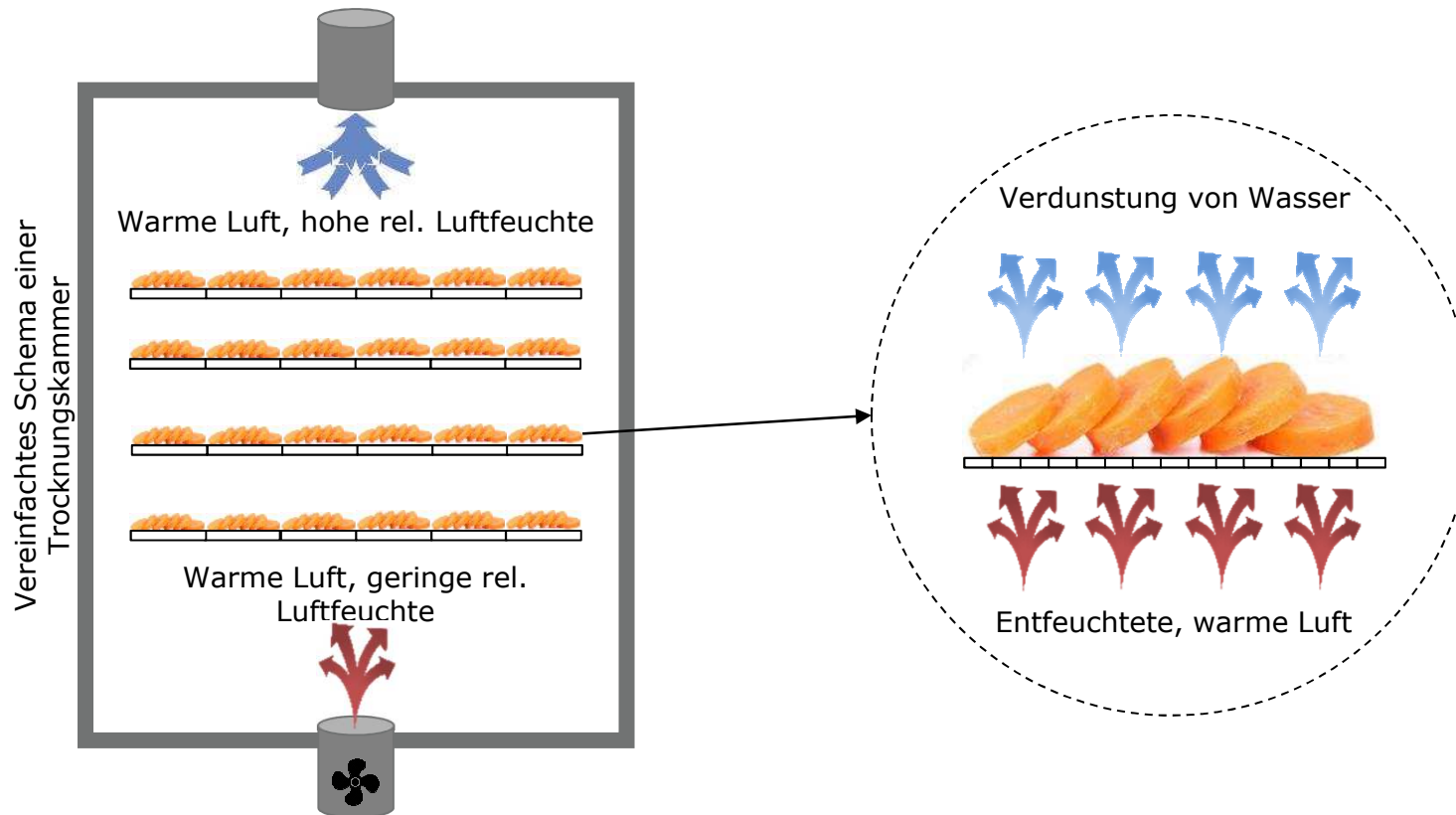
LEBENSMITTELTROCKNUNG - TROCKNUNGSTECHNIKEN

Solartrocknung ist die älteste Trocknungsmethode



LEBENSMITTELTROCKNUNG - TROCKNUNGSTECHNIKEN

Die Warmlufttrocknung ist die am häufigsten verwendete Technik





IMPACT OF DRYING ON PRODUCT QUALITY TRAITS

PHYSICOCHEMICAL CHANGES

- » Moisture content and water activity
- » Shape and size
- » Firmness and texture
- » Pigments content
- » Enzymatic and non-enzymatic browning

ORGANOLEPTIC CHANGES

- » Aspect
- » Odor
- » Taste
- » Texture

NUTRITIONAL CHANGES

- » Vitamins content
- » Carotenoids content
- » Total polyphenolic content
- » Antioxidant capacity
- » ...



VERBRAUCHERWAHRNEHMUNG DER QUALITÄT VON GETROCKNETEN PRODUKTEN

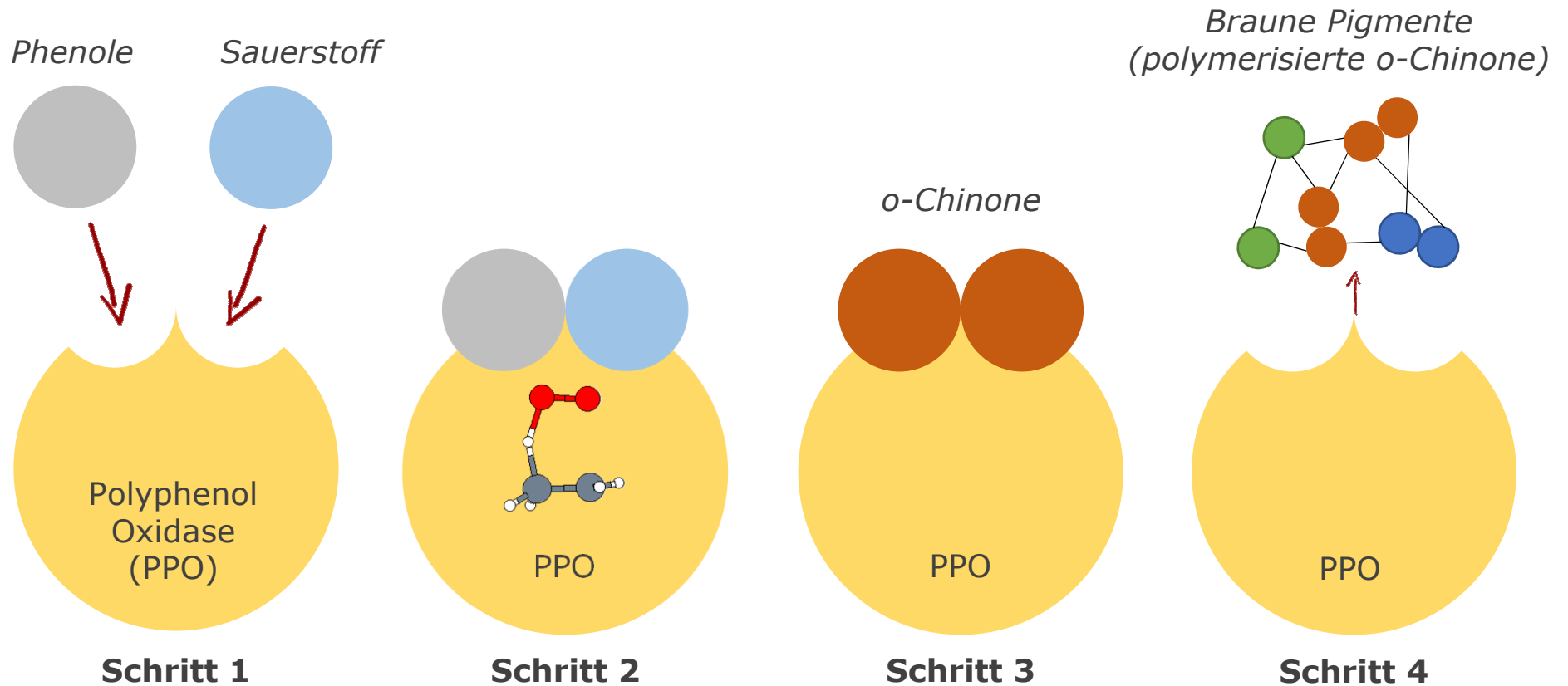


Auf der Grundlage der Farbwahrnehmung erhält der Verbraucher kritische, aber auch voreingenommene Informationen über die Qualität von Lebensmitteln, indem er Hinweise auf die Genusstauglichkeit sowie die Identität und Intensität des Geschmacks erhält.



Infolgedessen haben getrocknete Erdbeeren aufgrund der intensiveren Farbe im Vergleich zu getrockneten Äpfeln mehr Chancen, gekauft zu werden.

FARBVERÄNDERUNGEN – ENZYMATISCHE BRÄUNUNG



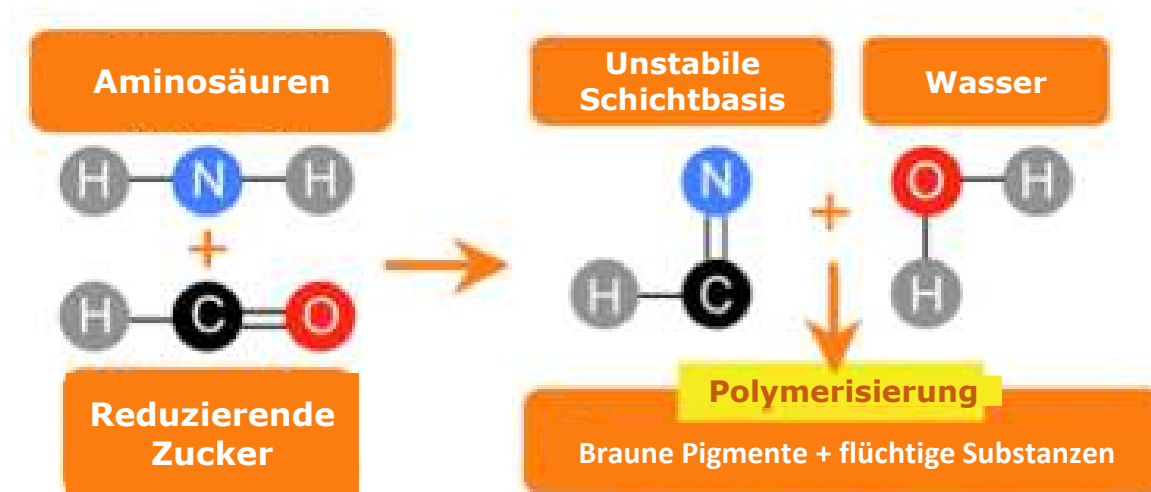
FARBVERÄNDERUNGEN – NICHT-ENZYMATISCHE BRÄUNUNG

Es gibt zwei Typen der nicht-enzymatischen Bräunung:

- 1) Karamellisation (ein prolytischer Prozess von Zuckern)
- 2) Maillard Reaktion (eine chem. Reaktion zwischen Aminosäuren und reduzierenden Zuckern). Diese Reaktion wurde 1912 erstmalig von Louis Maillard beschrieben.



Louis Camille Maillard



CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG VERSCHIEDENER ARTEN UND SORTEN

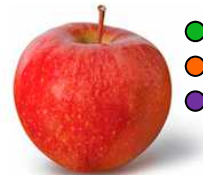
Arten, Sorten und andere agronomische Variablen (z.B. Erntezeitpunkt, Bodenart und Wasserverfügbarkeit) beeinflussen die chemische Zusammensetzung und funktionale Eigenschaft von Obst und Gemüse stark.



BRAEBURN



COX



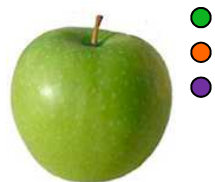
CAMEO



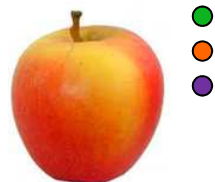
FUJI



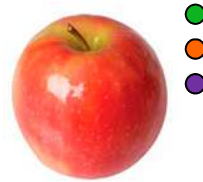
GOLDEN DELICIOUS



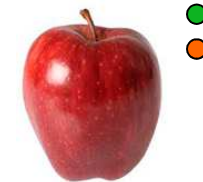
GRANNY SMITH



JAZZ



PINK CRISP



RED DELICIOUS



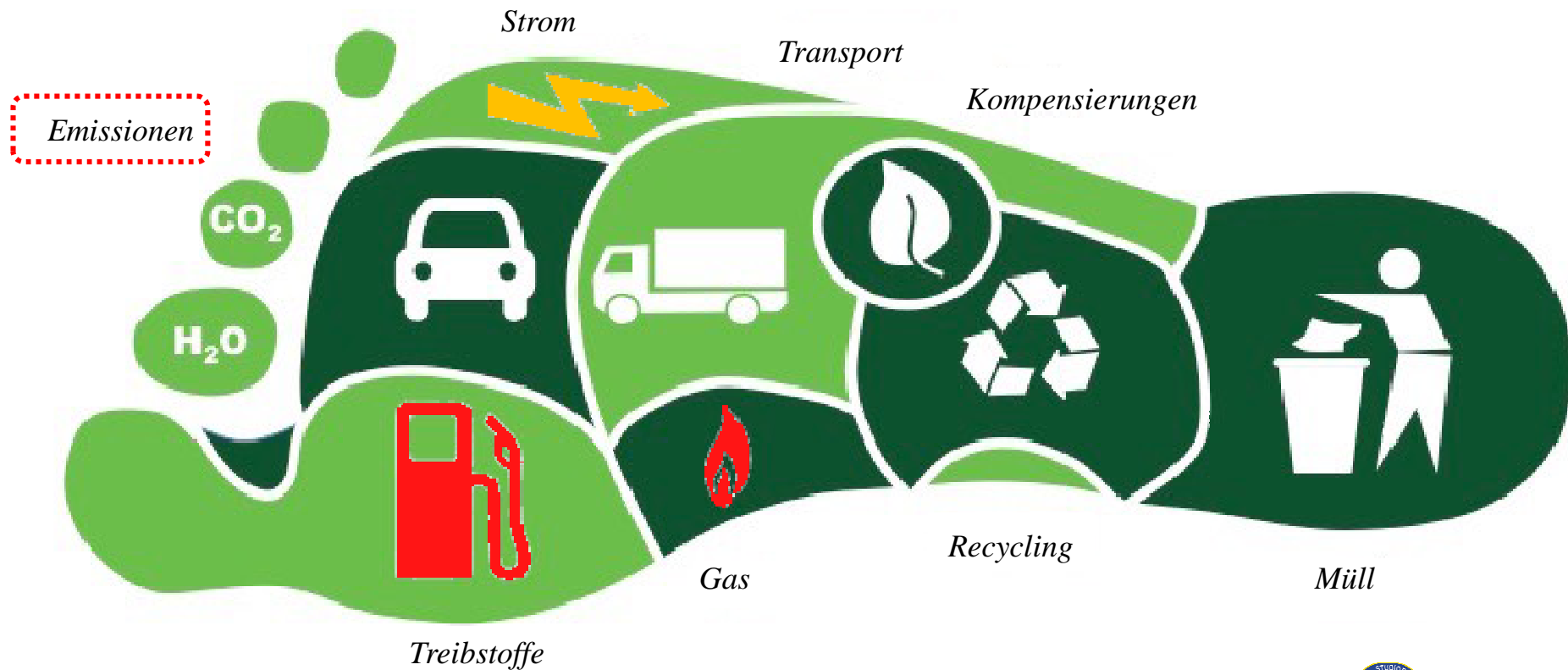
ROYAL GALA

LEGENDE

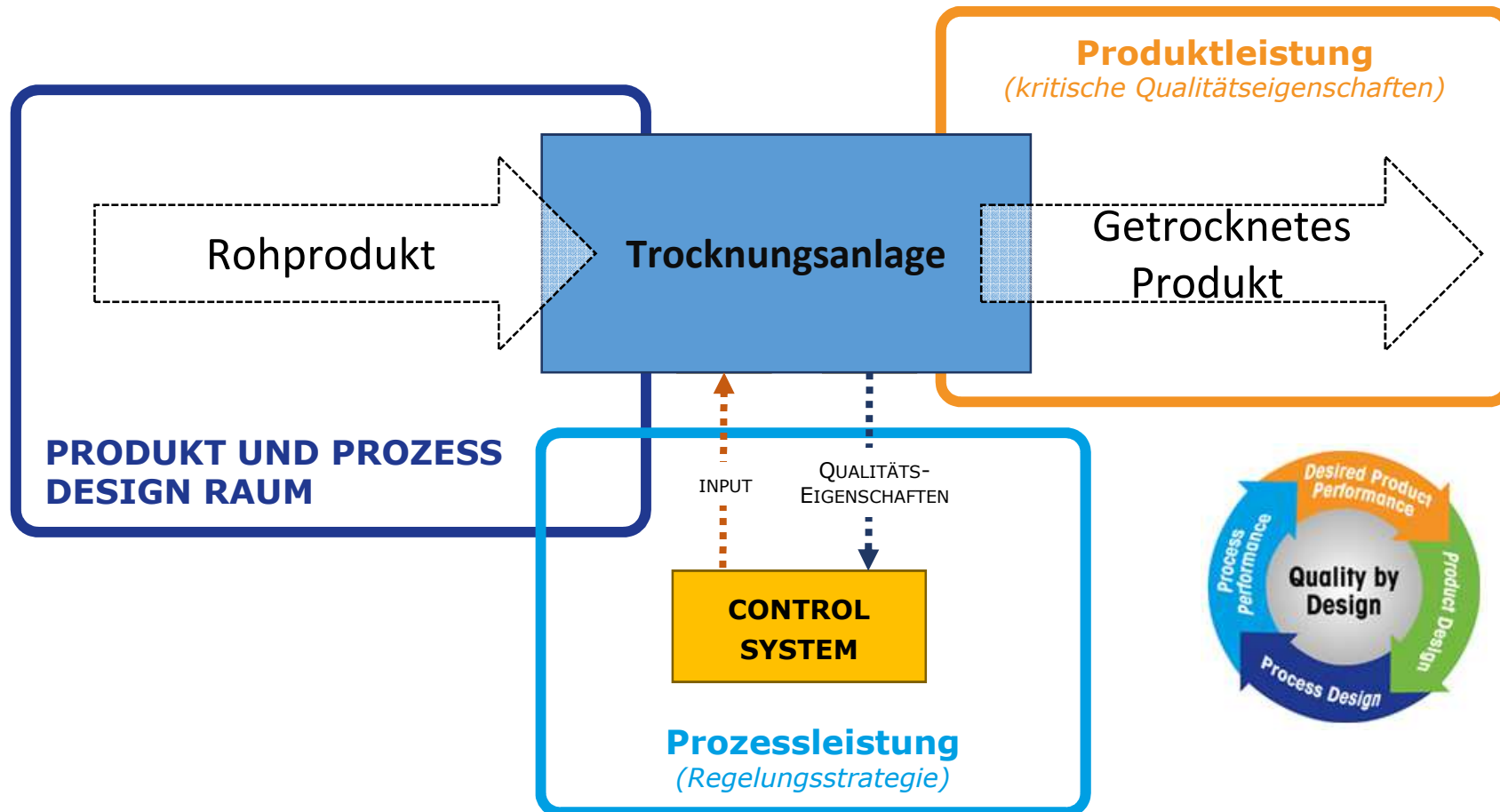
● Roh-
verzehr
 ● Backen
 ● Kochen

ENERGIEEFFIZIENZ UND LEBENSMITTELTROCKNUNG

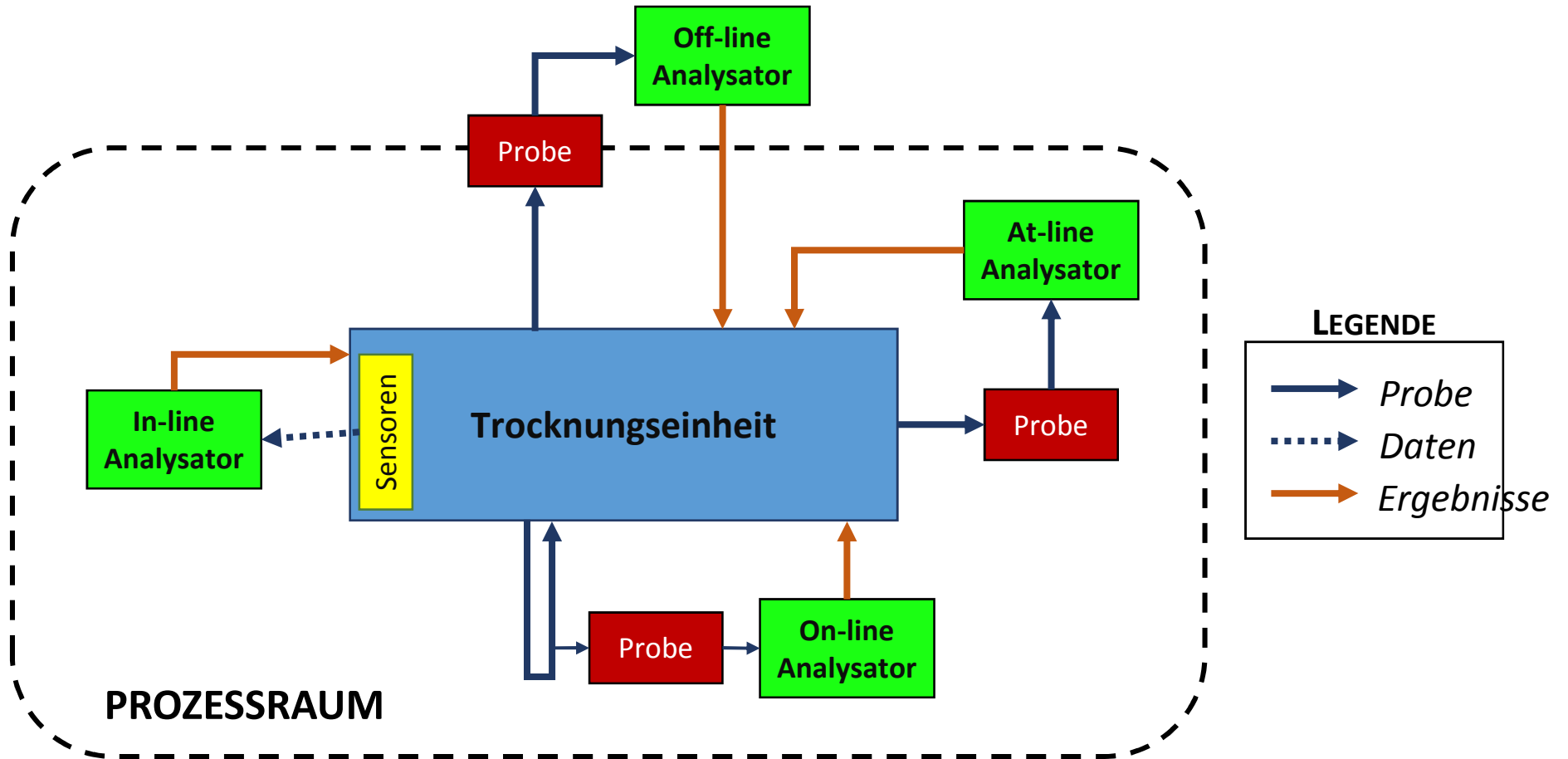
Die Lebensmitteltrocknung ist ein sehr energieintensiver Vorgang, der die Umwelt negativ beeinflusst (Treibhausgasemissionen).



DRYING EFFICIENCY – A QUALITY BY DESIGN APPROACH



INNOVATIVE TROCKNUNG - SMART DRYING



INNOVATIVE TROCKNUNG - SMART DRYING

1) Steuerungssysteme in Trocknern

- *Druck*
- *Temperatur*
- *Luftgeschwindigkeit*
- *Luftfeuchte*

▶ Einfluss auf die Produktqualität

▶ Information über den Trocknungsverlauf

2) Biomimetische Systeme

- *Geruchswahrnehmung (Elektronische Nase)*
- *Geschmackswahrnehmung (Elektronische Zunge)*

▶ Geruch und Geschmack

▶ Größe, Form, Farbe

3) Computer Vision Technologie

4) Mikrowellen/dielectricische Spektroskopie

▶ Chemische, physikalische and Physicochemische Eigenschaften

5) Sichtbare und oder Nahinfrarotspektroskopie

- *Einzelpunkt*
- *multi/hyperspektrale Bildgebung*

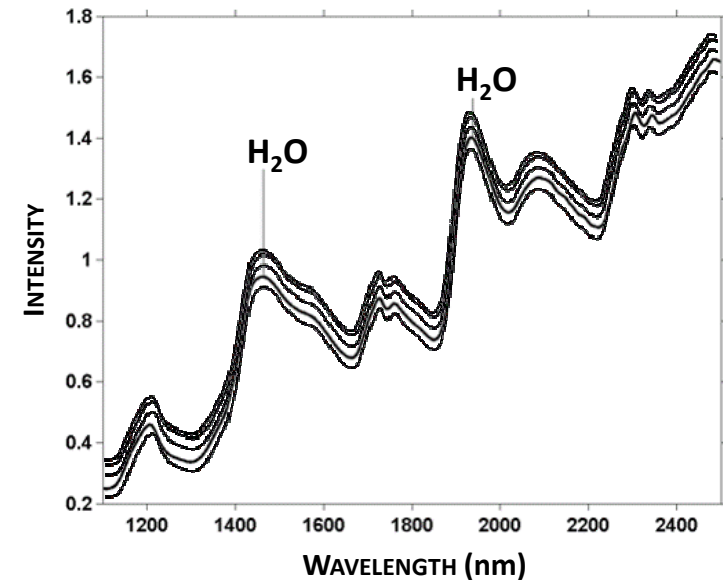
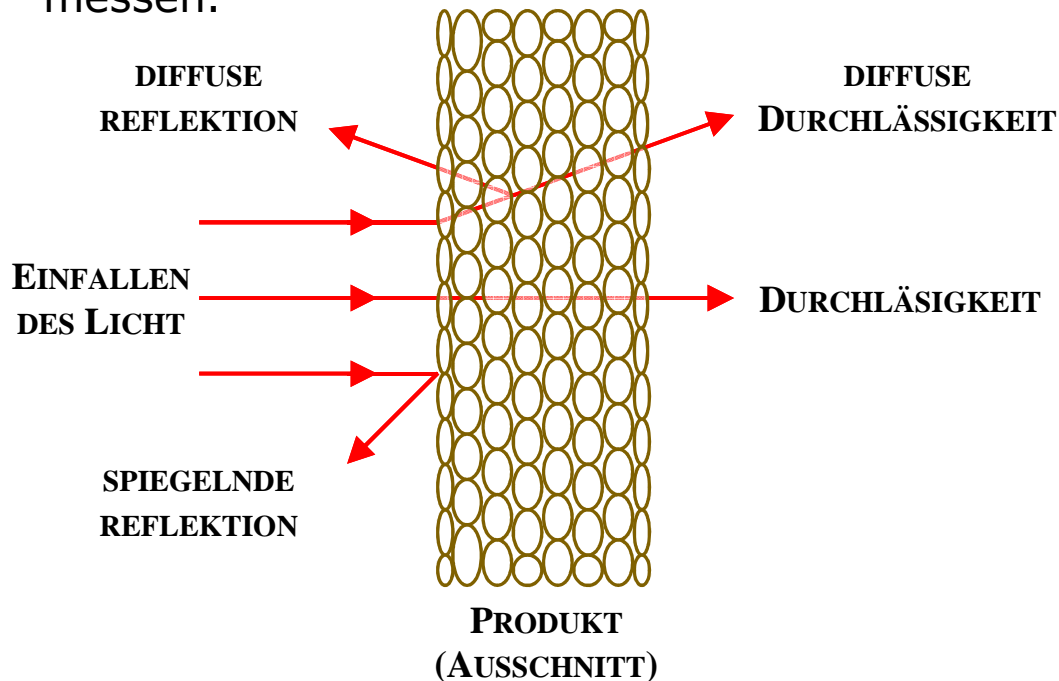
▶ Information über den Trocknungsverlauf

6) Magnetische Resonanz Bildgebung

7) Ultraschall Techniken

INNOVATIVE TROCKNUNG - Vis/NIR SPEKTROSKOPIE

Sichtbare (Vis) / Nahinfrarots (NIR) Spektroskopie ist eine Form der nicht-invasiven Bildgebung, die sichtbare und nahe Infrarotstrahlung auf Chemikalien oder biologische Subjekte anwendet, um die unterschiedliche Absorption zu messen.



Referenzen

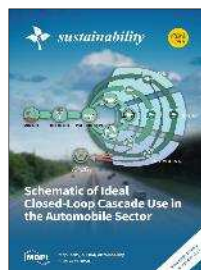


2017

Journal: Food and Bioprocess Technology

Authors: Moscetti R, Haff RP, Ferri S, Raponi F, Monarca D, Liang P, Massantini R

Title: Real-time monitoring of organic carrot (var. romance) during hot-air drying using Near-Infrared spectroscopy

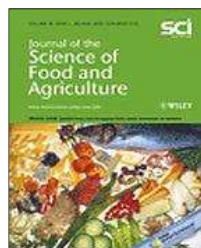


2017

Journal: Sustainability

Authors: Raponi F, Moscetti R, Monarca D, Colantoni A, Massantini R

Title: Monitoring and optimization of drying fruits and vegetables process using computer vision: a review



2017

Journal: Journal of the Science of Food and Agriculture

Authors: Moscetti R, Sturm B, Crichton SOJ, Amjad W, Massantini R

Title: Postharvest monitoring of organic potato (cv. anuschka) during hot-air drying using vis/nir hyperspectral imaging



2018

Journal: Journal of Food Engineering

Authors: Moscetti R, Raponi F, Ferri S, Colantoni A, Monarca D, Massantini R

Title: Real-time monitoring of organic apple (var. Gala) during hot-air drying using Near-Infrared spectroscopy