



Modul 5



Verarbeitung unter hohen Temperaturen Allgemeine Aspekte

Paola Pittia

Universität Teramo, Fakultät für Biowissenschaften und
Technologie in Lebensmitteln, Landwirtschaft und Umwelt

Teramo (Italien)

ppittia@unite.it

Gliederung

In diesem Modul werden folgende Themen kurz dargestellt:

- Warum Hochtemperaturmaßnahmen in der Lebensmittelverarbeitung?
- Einfluss hoher Temperaturen auf Zerfallsprozesse
- Technologien und Anwendungen
 - Blanchieren
 - Pasteurisieren
 - Sterilisieren



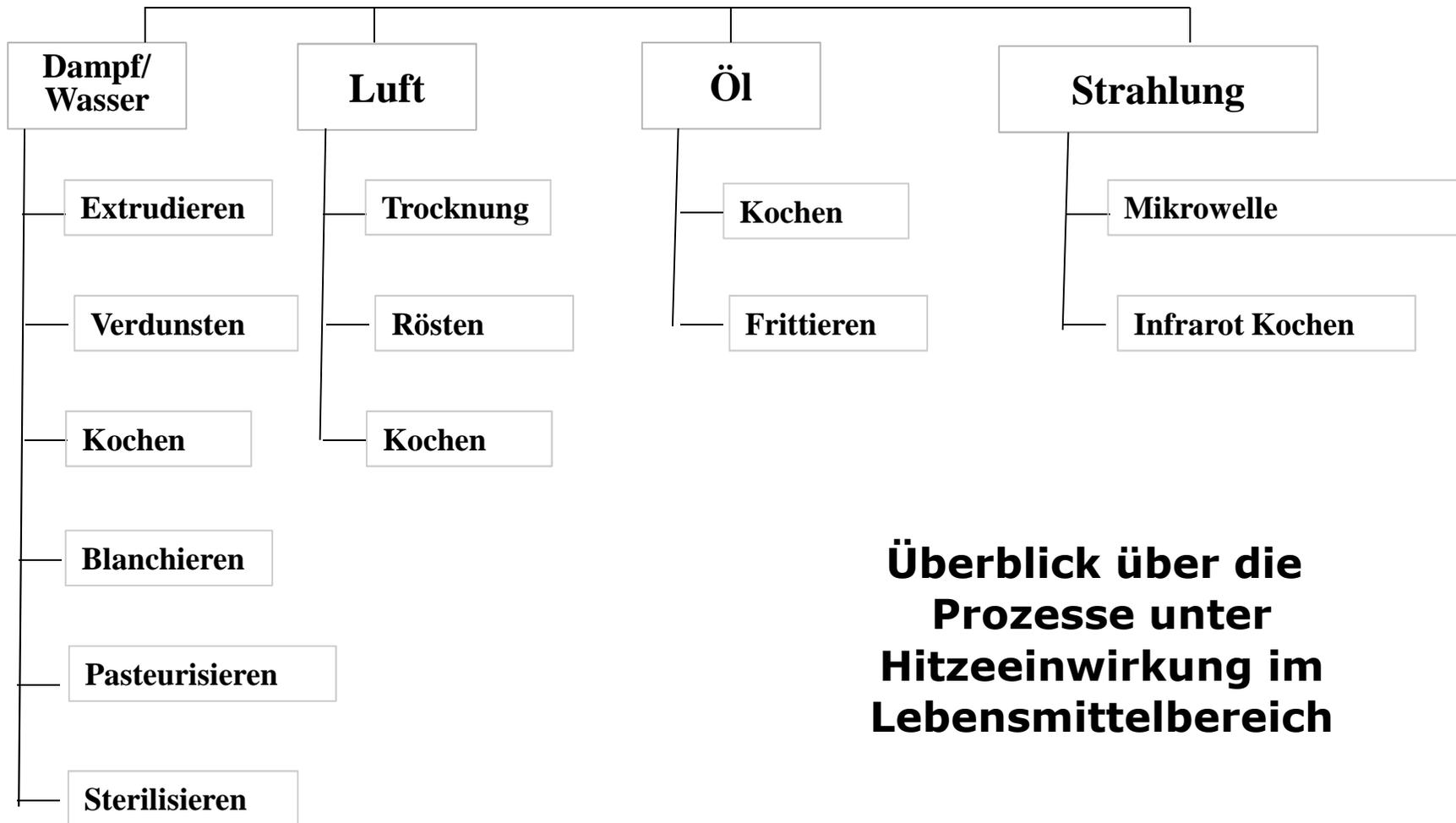
Lernerfolge

Der Teilnehmer wird sein Wissen erweitern im Bereich

- Stabilisierung von Lebensmitteln durch Hitzeeinwirkungen
- Bedeutsamkeit der Prozessparameter um Qualität und Stabilität zu gewährleisten

Hitzeeinwirkung in der Verarbeitung

Hitzeprozesse



Überblick über die Prozesse unter Hitze einwirkung im Lebensmittelbereich

Warum Hochtemperaturen in der Lebensmittelverarbeitung?

Gewünschter Effekt	Prozesse/Anwendungen
Enzyminaktivierung Absterben von Mikroorganismen	Microbielle and enzymatische Stabilisierung Kochen, Blanchieren Pasteurisieren und Sterilisieren Trocknung/Konzentrieren
Chemische Reaktionen	Modifikation qualitativer Eigenschaften Kochen Rösten
Phasenübergang/Trennen	Trennung/Isolierung von Inhaltsstoffen Destillation (Ethanol, flüchtige Substanzen) Trocknung (Wasserentzug)

Thermische Stabilisierungsprozesse

Ziele

1. Gewünscht

- **Haltbarkeit:** Verlängerung
- **Sicherheit:** Desinfizierungseffekt
 - ❖ Verringerung der Anzahl an Mikroorganismen, die für Gesundheitsrisiko darstellen.
 - ❖ Schaffung einer Umgebung, die das Wachstum von Verderbs-Mikroorganismen unterdrückt.
 - ❖ Abbau toxischer chemischer Verbindungen

2. Anderes

- **Qualitätseigenschaften:** Modifikation der sensorischen Qualität (z.B. Farbe und Aroma gebackener Produkte)
- **Nährwert:** erhöhte Verdaulichkeit, Bioverfügbarkeit



Thermische Stabilisierungsprozesse

Unerwünschte Nebeneffekte

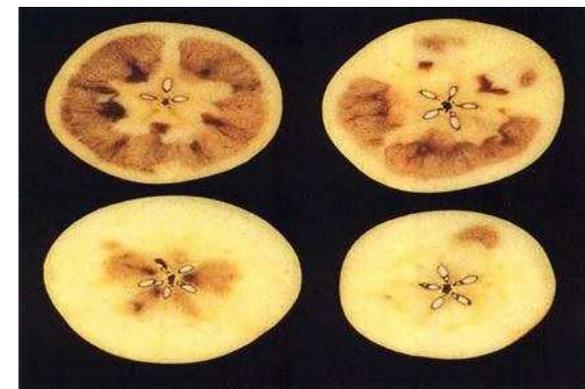
Intensive Behandlungen können hervorrufen

- **Sensorische Qualitätseigenschaften:** signifikante Veränderungen (Aroma, Farbe, Textur)
- **Nährwert und Gesundheitswert:** Rückgang durch Abbau thermolabiler Verbindungen

Enzyme: Proteine, die in der Lage sind, Reaktionen in den Systemen, in denen sie vorkommen, zu katalysieren und zu begünstigen, je nach ihrer Spezifität. in Lebensmitteln:
 endogene Enzyme (natürlich in der Nahrung vorhanden)
 exogene Enzyme (im Allgemeinen mikrobiellen Ursprungs). Die Aktivität von endogenen oder exogenen Enzymen (aus Mikroorganismen) kann zu unerwünschten Veränderungen der qualitativen Eigenschaften von Lebensmitteln führen.

Beispiele:

Polyphenoxidase: Bräunung
 Peroxidasen: Fehlgeschmack,
 Lipidoxidation
 Pektinasen: Erweichung

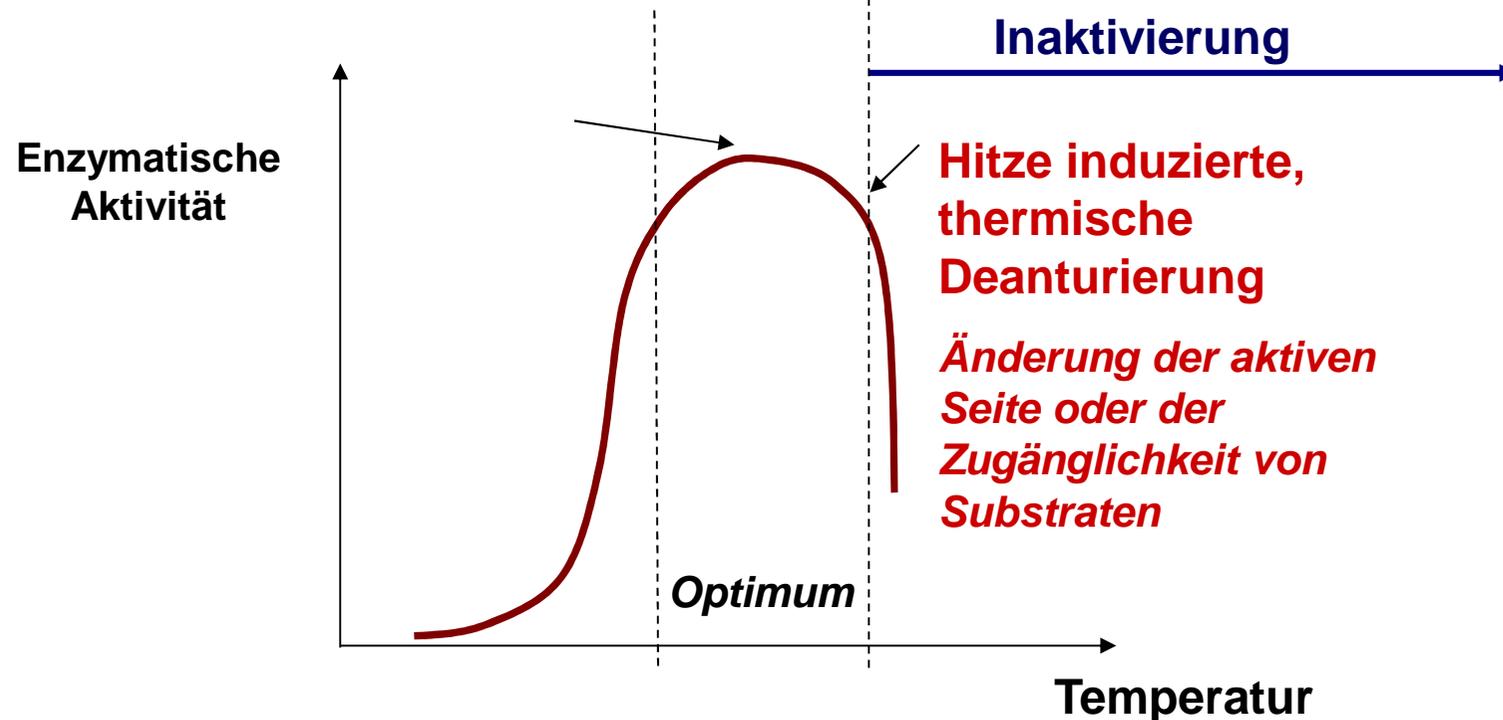


Different stages of enzymatic browning

Effekt von Hitze auf Enzyme

Jedes Enzym weist einen optimalen Temperaturbereich auf (min-max):

- unter der Mindesttemperatur: Die Aktivität wird deutlich verlangsamt.
- über dem Maximum: Proteine können denaturieren und Wärme kann seine Fähigkeit zur Katalyse chemischer Reaktionen ändern.

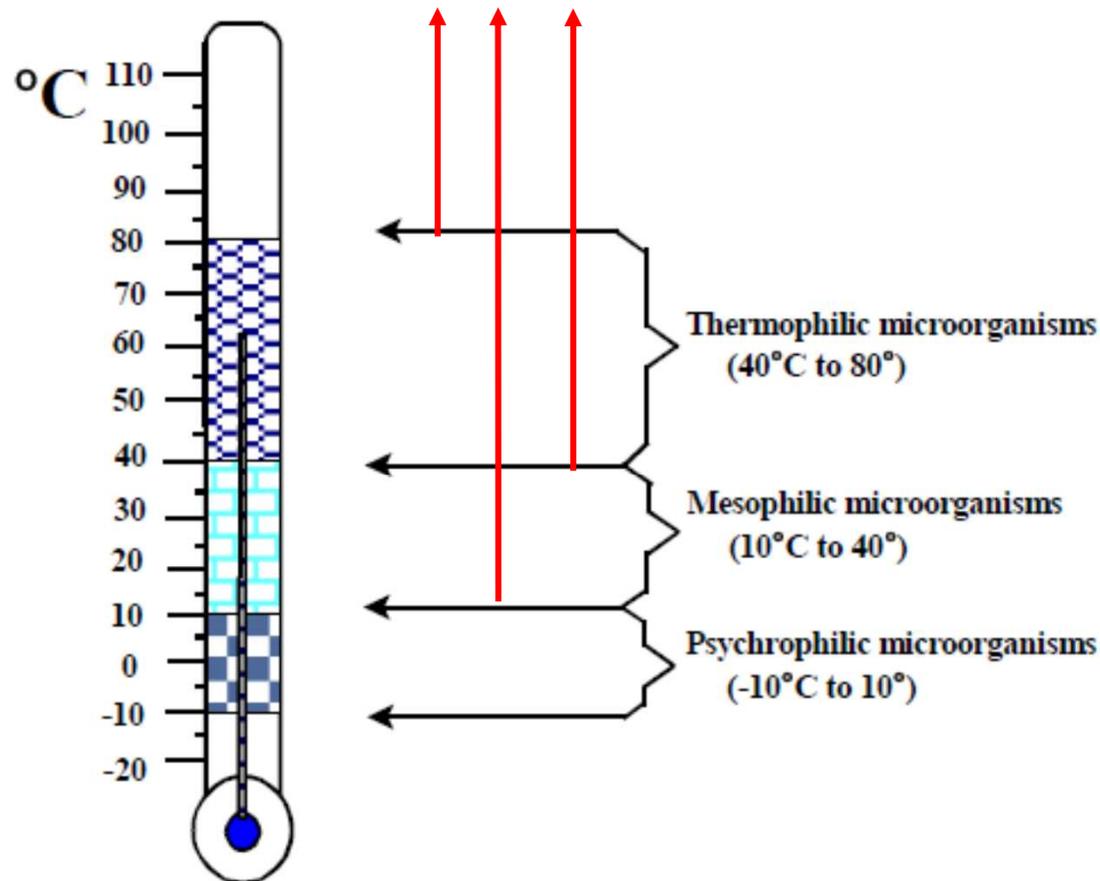


Effekt von Hitze auf Mikroorganismen

Mikroorganismen (vegetative, Sporen, Schimmel, Hefen): jeder Mikroorganismus hat einen optimalen Temperaturbereich (min-max) für Wachstum und Toxinproduktion (nur toxinogenetische Mikroorganismen), sodass:

- unter der Mindesttemperatur: Die Aktivität deutlich reduziert wird
- über dem Maximum: Die Zelle nach und nach geschädigt und der Zelltod verursacht wird

Effekt von Hitze auf Mikroorganismen



Optimum temperature range for microorganisms.

Oberhalb der maximalen Temperatur des optimalen Temperaturbereichs werden mikrobielle Zellen zunehmend geschädigt, was zum Tod führt.

Effekt von Hitze auf Mikroorganismen

Jeder Mikroorganismus hat eine spezifische Thermowiderstand, die durch zwei Parameter beschrieben wird:

D_T = Zeit (min), die bei einer bestimmten Temperatur T benötigt wird, um den Tod eines Protokolls (= 90%) einer mikrobiellen Population zu bestimmen.

z: Temperaturbereich, der die Reifung des 10-fachen D_T bestimmt.

Jede Wärmebehandlung wird als eine Kombination aus Zeit und Temperatur eingestellt, um einen bestimmten Grad der mikrobiellen Inaktivierung zu bestimmen.

Die thermischen Bedingungen sind je nach Zielmikroorganismen, Lebensmittelart und Verarbeitungsbedingungen der Wärmebehandlung unterschiedlich.

Hitze zur Stabilisierung

Anwendungen:

- **Blanchieren**
- **Pasteurisieren**
- **Sterilisieren**

Medium zur Wärmeübertragung:

- Direkt (Luft)
- Indirekt (Wärmetauscher, Dampf oder Wasser)
- Mikrowellen
- Ohmsche Erhitzung

Blanchieren

Wärmebehandlung bei relativ niedrigen Temperaturen (70-105°C) und kurzer Zeit als Vorbehandlung von Gemüse, das weiteren Stabilisierungsprozessen (Trocknen, Gefrieren, Sterilisieren) unterzogen werden muss.

Durch Eintauchen in heißes Wasser, durch Tunnel mit Wasserdampf oder Mikrowellen durchgeführt.

Hauptziel:

- Inaktivierung von Enzymen

Jedes Gemüse hat spezifische Zielenzyme, die inaktiviert werden müssen, um die Stabilität zu erhalten und Qualitätsveränderungen während der Verarbeitung und Lagerung zu vermeiden.

So wird nach jeweiligem Enzym und dessen Thermostabilität das Blanchieren unter Prozessbedingungen durchgeführt.

**Geringer Einfluss auf weitere
Qualitätsparameter**

Pasteurisieren

Die bei $T \leq 100^{\circ}\text{C}$ durchgeführte milde Wärmebehandlung hat zum Ziel, pathogene Mikroorganismen und vegetative Zellen von abbauenden Mikroorganismen mit geringem Wärmewiderstand abzutöten.

Die für bestimmte Prozessbedingung angewandte Pasteurisierung bewirkt auch die Inaktivierung von Enzymen.

Hauptziel:

- **Das Abtöten pathogener Mikroorganismen (Lebensmittelsicherheit)**
- **Inaktivierung von Enzymen**



Geringer Einfluss auf andere Qualitätsmerkmale (Nährwert, Sensorik)

Pasteurisieren

Abhängig vom pH-Wert des Lebensmittels kann die Pasteurisierung zu folgenden Ergebnissen führen

- wenn Lebensmittel nach der Pasteurisierung einen **pH-Wert < 4,5 haben**, ist das Produkt eine Konserve (d.h. ein bei Umgebungstemperatur stabiles Produktregal). Bei diesem pH-Wert können nur hitzelabile, nicht pathogene und nicht sporenbildende Mikroorganismen wachsen und die Pasteurisierung so ihr thermisches Absterben verursachen.
- bei Lebensmitteln mit einem **pH-Wert > 4,5** ist das Produkt nach der Pasteurisierung nicht lagerfähig und aus Stabilitätsgründen sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich (Kühlung). In Lebensmitteln bei $\text{pH} > 4,5$ wachsen pathogene, thermoresistente Mikroorganismen und werden durch die milde Wärmebehandlung nicht getötet.

Pasteurisieren

pH-Wert	Mikroorganismen	
<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">4.6</p> <p style="text-align: center;">4.5</p>	<p>Sporenbildend, thermophil</p> <p>Bacillus, <i>Salmonella</i></p> <p><i>Cl. Botulinum</i></p>	<p>PATHOGEN</p> <p>Hohe Thermoresistenz (Behandlungen T > 100°C nötig)</p>
<p style="text-align: center;">4.2</p> <p style="text-align: center;">3.9</p> <p style="text-align: center;">1.5</p>	<p><i>Cl. butirricum, E. coli</i></p> <p>Nicht-sporenbildende</p> <p>Lactobacillus</p>	<p>PATHOGEN niedrige</p> <p>Thermoresistenz (Behandlung T < 100°C ausreichend)</p>

Sterilisieren

Die bei $T > 100^{\circ}\text{C}$ durchgeführte intensive Wärmebehandlung zielt darauf ab, alle Mikroorganismen (vegetative Zellen und Sporen) abzutöten, auch solche mit hoher Thermoresistenz.

Für die Prozessbedingungen bestimmt die angewandte Sterilisation auch die Inaktivierung von Enzymen.

Hauptziel:

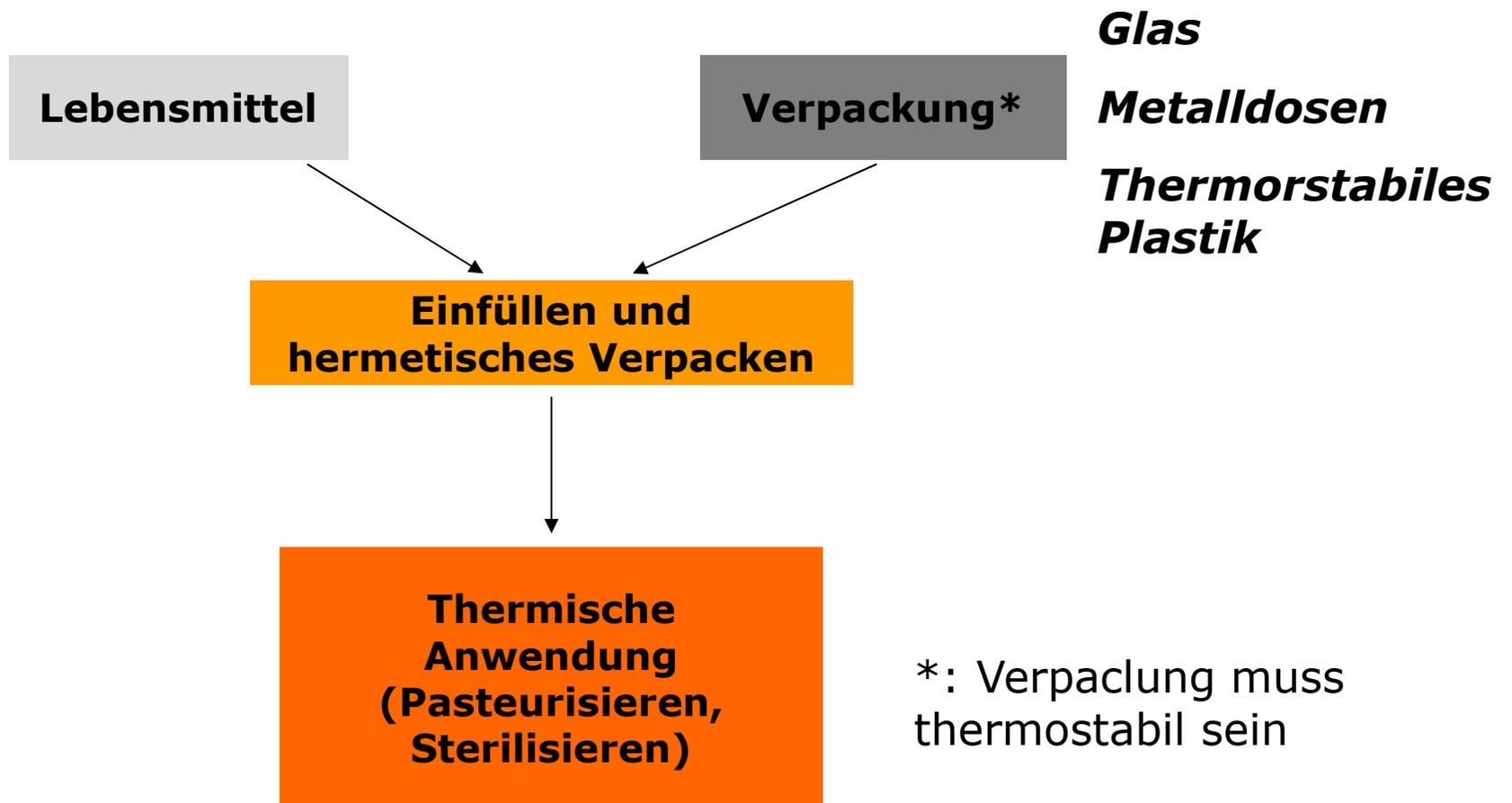
- **Das Abtöten pathogener Mikroorganismen (Lebensmittelsicherheit)**
- **Inaktivierung von Enzymen**



Beeinflussung weiterer Qualitätsparameter (Nährwert, Sensorik)

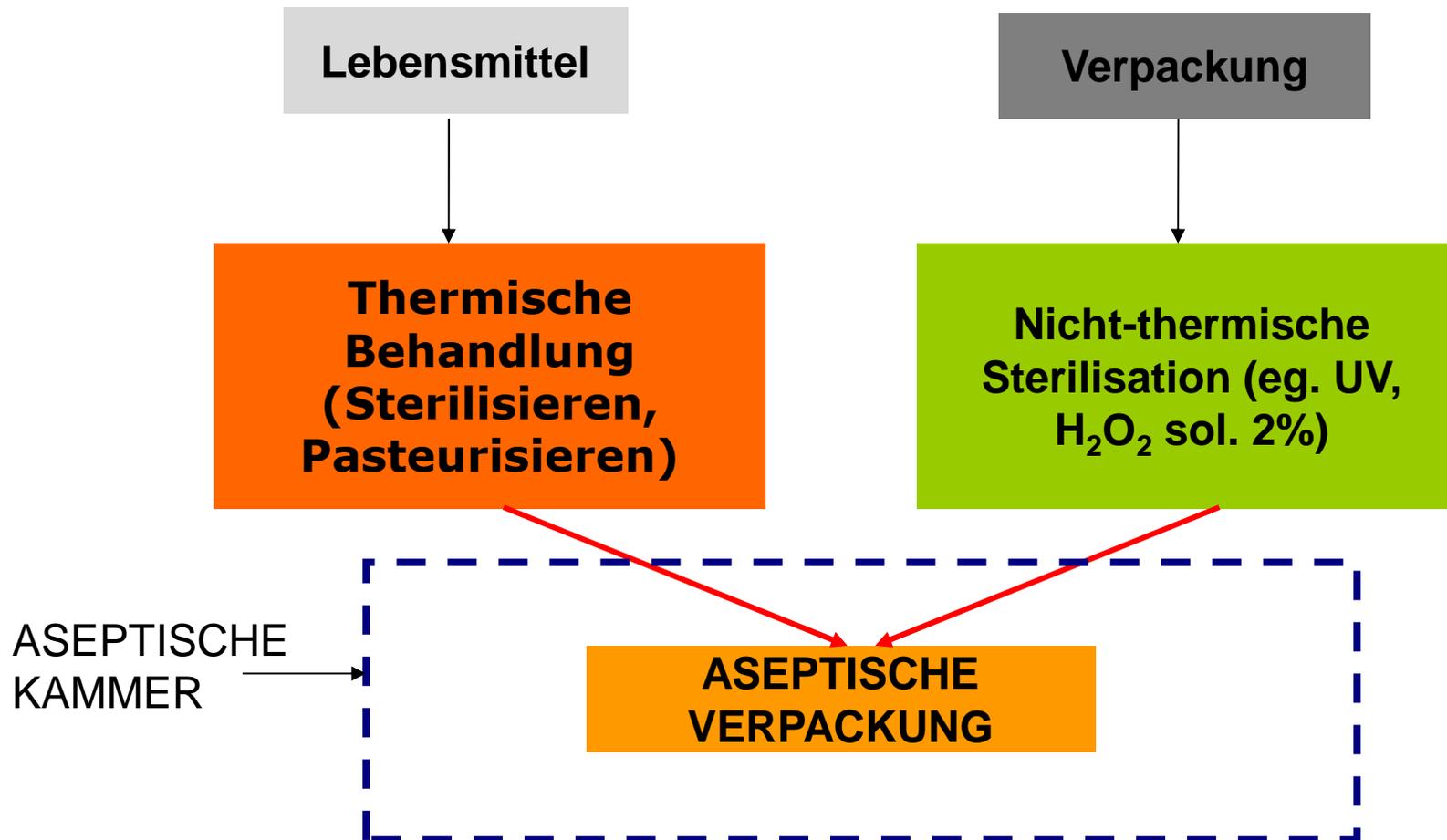
Thermische Verarbeitung

- Des Produktes nach dem Verpacken (konventionell)



Thermische Verarbeitung

- Auf dem Produkt vor der Verpackung (z.B. HTST- und UHT-Verfahren). In diesem Fall ist es mit einer aseptischen Verpackung gekoppelt.





Referenzen

- Sing R.P, Eldman D. Introduction to Food Engineering. 5th Edition Academic Press, 2013
- Fellows P.J. Food Processing Technology. 4th Edition. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2016.