

---

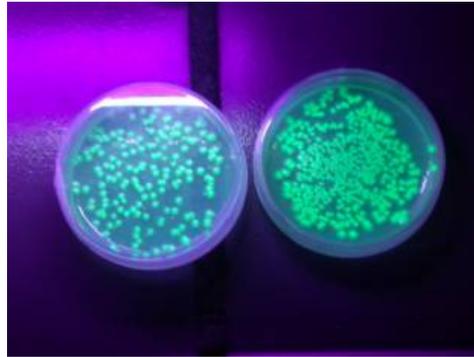
## Keimtötende Wirkung beim Strahlen mit festem Kohlendioxid

---

Robert Veit

Institut für  
Werkzeugmaschinen und  
Fabrikbetrieb

Technische Universität Berlin



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

### Inhalt

- Einteilung und Gefahrenpotenziale von Keimen
- Begriffsdefinitionen
- Kohlendioxid als Strahlmittel
- Druckluftaufbereitung
- Reinigung in der Lebensmittelindustrie
- Keimnachweisverfahren
- Reinigungsversuche in der Lebensmittelindustrie
- Untersuchungen am IWF
- Fazit und Ausblick

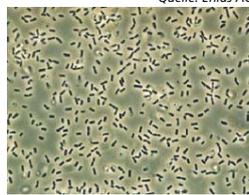


Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Allgemeine Einteilung von Keimen (Mikroorganismen)

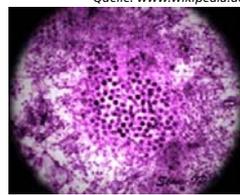
### Bakterien

- Einzeller
- Zellteilung
- Gärung



### Viren

- Wirtabhängig
- auch in toten Zellen
- Infektionskrankheiten (MKS, Vogelgrippe...)



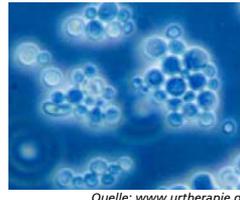
### Schimmelpilze

- Mehrzeller
- Pelzig, viele Farbvarianten
- Übelkeit



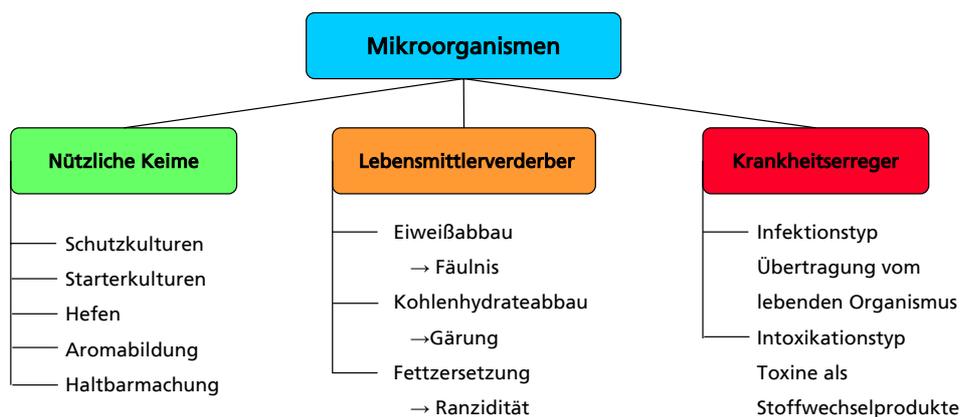
### Hefen

- Kolonien einzelliger Pilze
- Feucht, cremig-weiß
- Übelkeit



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Gefahrenpotentiale von Keimen in der Lebensmittelindustrie



Darstellung nach Pichhardt, 1998



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Begriffsdefinitionen



### Reinigung (DIN 10516)

„Entfernung unerwünschter Substanzen von Oberflächen von Räumen, Vorrichtungen und Geräten  
ANMERKUNG Unerwünschte Substanzen sind z. B. Lebensmittelreste, Beläge usw.“



### Desinfektion (DIN 10516)

„Verfahren zur Abtötung von Mikroorganismen auf ein Niveau, das weder gesundheitsschädlich ist noch die Qualität der Lebensmittel beeinträchtigt“



### Sterilisation

Abtöten sämtlicher Mikroorganismen



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Kohlendioxid als Strahlmittel



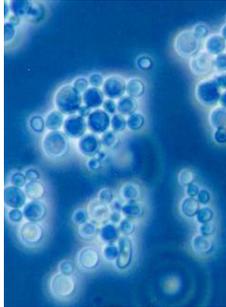
Quelle: Linde

- Qualitätsunterscheidung bei flüssigem Kohlendioxid
- CO<sub>2</sub> nach 96/97EG **lebensmittelrechtlich zugelassen**
- Keine Qualitätsunterscheidung bei Trockeneis
- Für Lebensmittelverarbeitung jedoch vielfach angewandt
- CO<sub>2</sub> wirkt bakteriostatisch



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Definition bakteriostatisch



- Wachstum und Vermehrung von Bakterien **hemmend**.
- Der Stoffwechsel von Mikroorganismen wird „eingefroren“, bei Wiedererwärmung können diese sich weitervermehrten.
- In der Mikrobiologie ist es üblich, Mikroorganismen „auf Eis“ zu legen, das heißt sie werden in Trockeneis oder flüssigem Stickstoff gelagert.
- Eine keimreduzierende Wirkung wurde lediglich für flüssiges CO<sub>2</sub> nachgewiesen und ist somit nur unter Druck in geschlossenen Systemen zu erreichen.



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Druckluftaufbereitung



Quelle: Kaeser

Belastung durch

- Keime
- Restöldampf
- Wasser
- Staub

Erforderliche Reinheitsklasse für Lebensmittel nach ISO 8573-1: **A**

Restöldampfgehalt  $\leq 0,003 \text{ mg/m}^3$ , gereinigt von Teilchen  $> 0,01 \text{ }\mu\text{m}$ , keimfrei



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Reinigung in der Lebensmittelindustrie

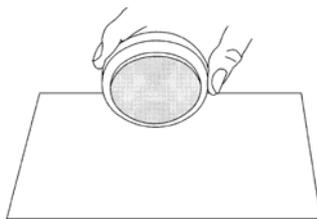


- Rechtliche Rahmenbedingungen:  
Produkthaftung,  
Allgemeine Richtlinien 93/43/EWG,  
Lebensmittelhygieneverordnung,  
HACCP-Konzept.
- Reinigung erfolgt meist mit Wasser und  
chemischen Zusätzen. Qualitätssicherung  
erfolgt durch Stichproben.
- In der EU gibt es keine festgeschriebenen Grenzwerte für Keimzahlen in der  
Produktion.
- Vorschlag der 2001/471/EG für Schlacht- und Zerlegebetriebe gelten jedoch als  
Richtwerte in der Fleischverarbeitung:  
  
Gesamtkeimzahl (GKZ)  $\leq 10 / \text{cm}^2$ , Enterobakterien  $\leq 1 / \text{cm}^2$



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Abklatschverfahren nach DIN 10113-3



- Ermittlung von Kontrollpunkten,
- Impfung der Entnahmevorrichtung,
- Bebrütung,
- Berechnung und Auswertung der Keimzahl.

## Tupferverfahren (einfach) nach DIN 10113-2

- Oberfläche bestimmt Größe markieren,
- Abstreichen mit feuchtem Tupfer auf Watteträger,
- Tupfer in Verdünnungslösung, anschließend auf einen Nährboden und Bebrütung,
- Berechnung und Auswertung der Keimzahl.



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Reinigungsversuche in der Lebensmittelindustrie



- Trockeneisreinigung einer Produktionsanlage für Tiefkühlprodukte unter Produktionsbedingungen.

- Ermittlung der durchschnittlichen Keimbelastung vor der Reinigung:

Gesamtkeimzahl: 35 Keime / cm<sup>2</sup>  
Enterobakterien: 2,5 Keime / cm<sup>2</sup>

- Ermittlung der durchschnittlichen Keimbelastung nach der Reinigung:

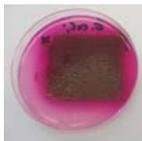
Gesamtkeimzahl: 1 Keim / cm<sup>2</sup>  
Enterobakterien: 0 Keime / cm<sup>2</sup>

→ Die geforderten Grenzwerte wurden unterschritten!



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Untersuchungen am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb



- Standardisierte Verkeimung von Edelstahlproben in Anlehnung an EHEDG:

Escherichia coli,

Bacillus,

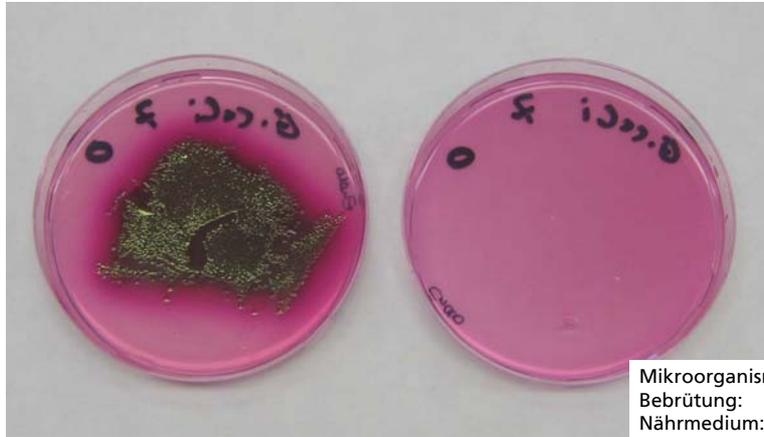
Hefe.

- Trockeneisreinigung,
- Abklatschproben der gesamten Probenfläche,
- Bebrütung und Auswertung.



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



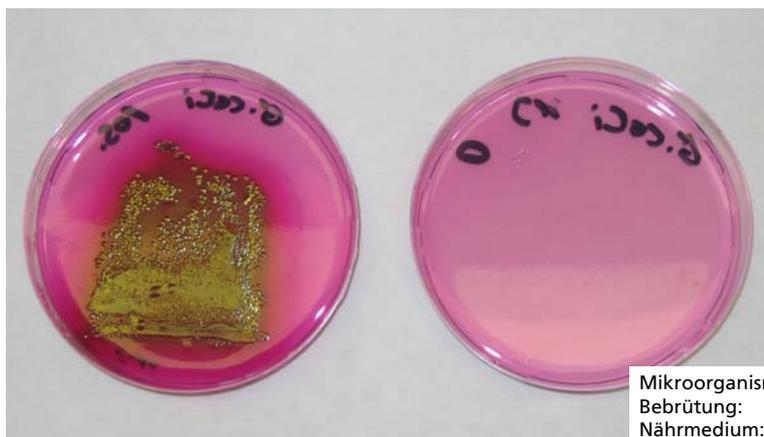
$p_s = 7 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: Escherichia coli  
Bebrütung: 22 h, 37 °C  
Nährmedium: Endo-Agar



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



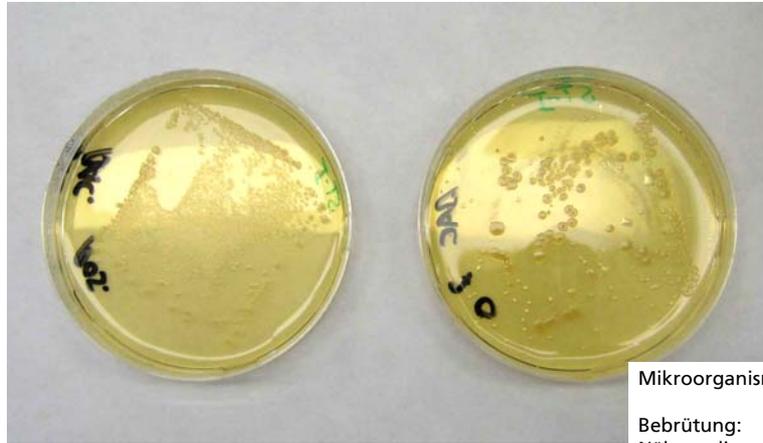
$p_s = 13 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: Escherichia coli  
Bebrütung: 22 h, 37 °C  
Nährmedium: Endo-Agar



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



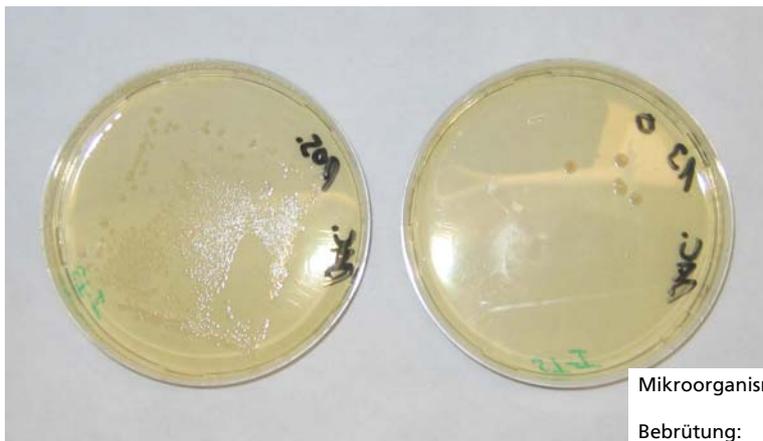
$p_s = 7 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: *Bacillus Stearothermophilus*  
Bebrütung: 22 h, 60 °C  
Nährmedium: ST I-Agar



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



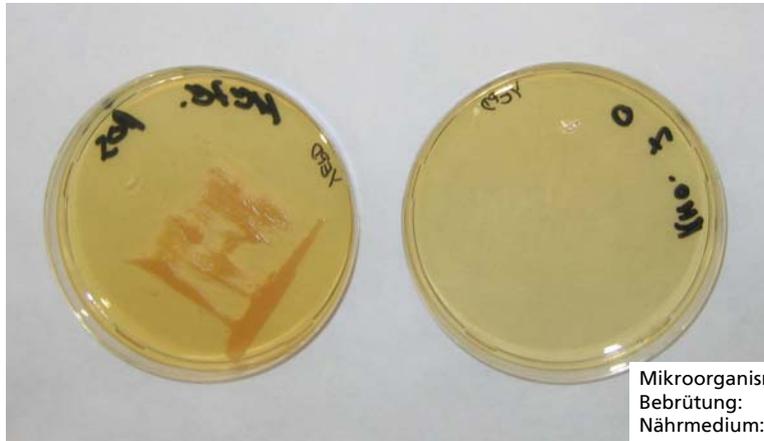
$p_s = 13 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: *Bacillus Stearothermophilus*  
Bebrütung: 22 h, 60 °C  
Nährmedium: ST I-Agar



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



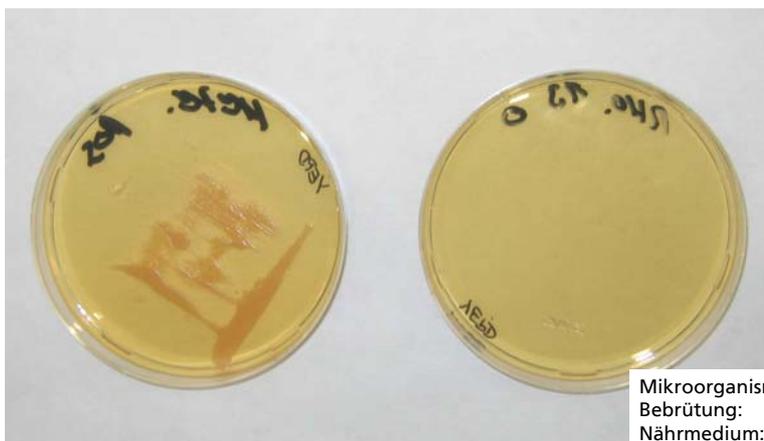
$p_s = 7 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: Brauhefe  
Bebrütung: 22 h, 26 °C  
Nährmedium: Würze



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Ergebnisse



$p_s = 13 \text{ bar}$   
 $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$

Mikroorganismus: Brauhefe  
Bebrütung: 22 h, 26 °C  
Nährmedium: Würze



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Untersuchung der Abluft bzw. der entfernten Keime

- Analyse der Abluft durch Überströmen vorbereiteter Nährböden mit anschließender Bebrütung.



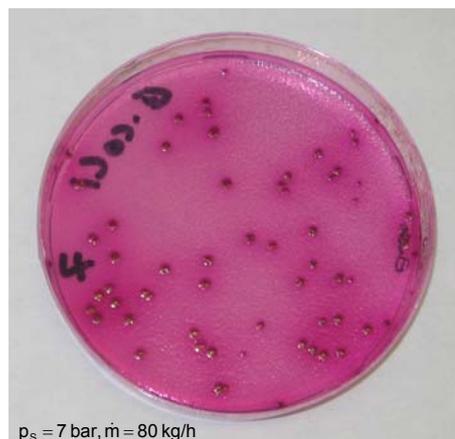
Mikroorganismus: *Bacillus Stearothermophilus*  
Bebrütung: 22 h, 60 °C  
Nährmedium: ST I-Agar

$p_S = 7 \text{ bar}$ ,  $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Untersuchung der Abluft bzw. der entfernten Keime



Mikroorganismus: *Escherichia coli*  
Bebrütung: 22 h, 37 °C  
Nährmedium: Endo-Agar

$p_S = 7 \text{ bar}$ ,  $\dot{m} = 80 \text{ kg/h}$



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Untersuchung der Abluft bzw. der entfernten Keime



Mikroorganismus: Escherichia coli  
Bebrütung: 22 h, 37 °C  
Nährmedium: Endo-Agar



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin

## Fazit und Ausblick

- Das Strahlmittel Trockeneis sorgt von sich aus für keine Reduktion von Mikroorganismen,
- durch Trockeneisstrahlen können jedoch Oberflächen von Mikroorganismen befreit werden.
- Im Abluftstrahl wurden lebende Keime nachgewiesen, so dass bei der Reinigung eine vollständige Absaugung gewährleistet werden muss, um eine Kontamination benachbarter Flächen zu vermeiden.
- Eine quantitative Untersuchung der Keimzahl im Abluftstrahl steht noch aus.



Institut für  
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb  
Technische Universität Berlin