



Technische Universität München

TUM School of Life Sciences Weihenstephan

Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Becker



# Eine systematische Untersuchung zu Lagermethoden von Brot

8. Frühjahrstagung



Weihenstephaner Institut für  
Getreideforschung

Kerpes, R.

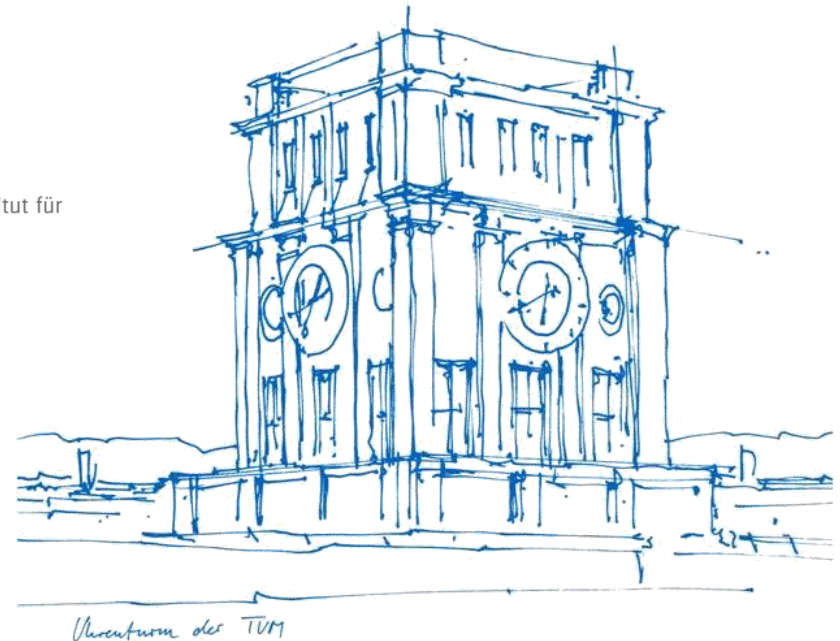
Alpers, T.

Nobis, A.

Hoi, K.

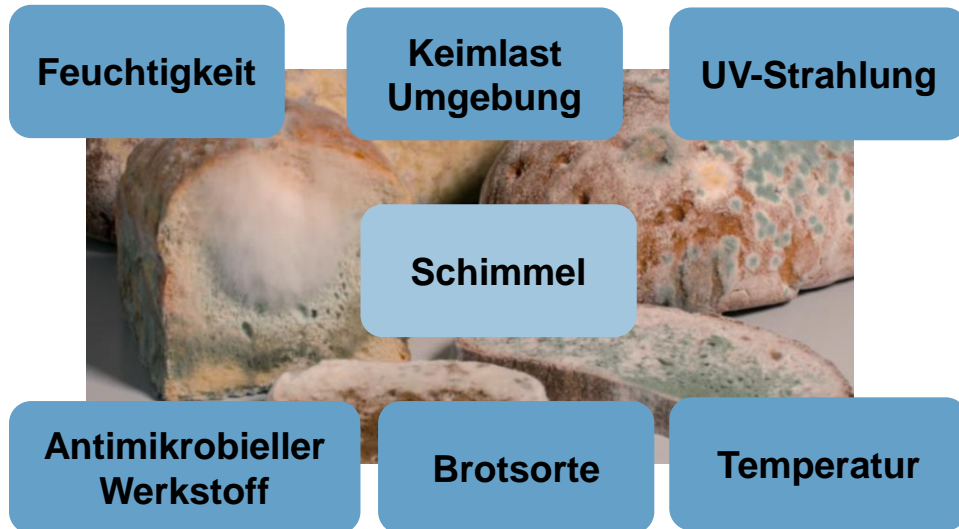
Jekle, M.

Becker, T.

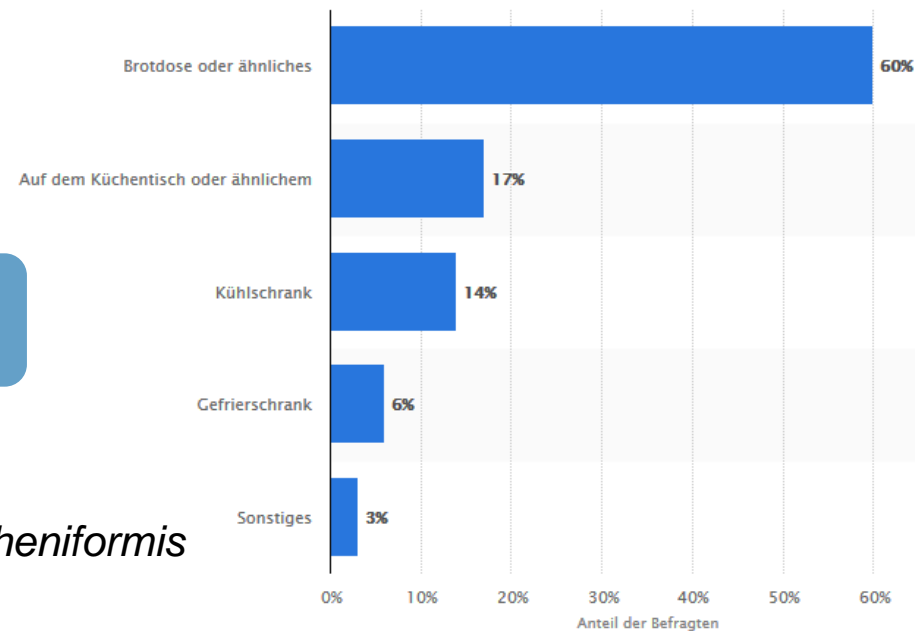


Freising, 26.03.2019

Ziel der Brotlagerung ist der Erhalt der physikalisch-chemischen Eigenschaften (Textur, Geschmack, Geruch, Aussehen, Frischeeindruck) ohne biologischen Verderb über den Lagerzeitraum



Welche Brotlagermethode verwenden die Deutschen bevorzugt in ihrem Haushalt?



## Potentielle Verderbnis-Keime Brot:

- *Bacillus*-Arten – *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*
- *Penicillium*-Arten – *P. roqueforti*
- *Aspergillus*-Arten – *A. niger*, *A. ochraceus*
- Weitere – z.B. *Cladosporium sp.*, *Trichotecium sp.*



## Gesund und lecker - Worauf es beim Brot ankommt

30.10.2018 Quarks · WDR Fernsehen

Wie geht gutes Brot - und woran kann man es erkennen? Welches ist das beste Getreide, das beste Mehl? Und was machen traditionelle Bäcker anders als Maschinen? [Zweite Fassung vom 30.10.2018 wegen einer korrigierten Maßeinheit im Beitrag "Weißbrot oder Vollkornbrot? Der Zwillingstest"]



### Wie geht gutes Brot?

19.12.2018 | 58:07 Min. | UT | WDR

Lecker soll es sein, das Brot – und gesund. Worauf kommt es bei gutem Brot an? Wie bewahre ich es am besten auf? Und was tun, wenn Brot krank macht?

[DOWNLOAD](#)



Quelle: Quarks und Co. (2018): Wie lange bleibt Brot Frisch. WDR. <https://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-tuete-oder-brotkasten--wie-bewahrt-man-brot-am-besten-auf-100.html>

**Ziel: Analyse Zeitdauer bis Weizen-/Roggenmischbrot visuell, mikrobiologisch, analytisch (Mykotoxine) Schimmelwachstum aufzeigen. Auswirkung auf getreidetechnologische Attribute**

**Brotsorte:** Weizenbrot, Roggenmischbrot (Replikate N=3)

**Lagerarten:** Brotkasten, Plastiktüte RT, Plastiktüte Kühlschrank, Papiertüte PE-beschichtet

**Dauer:** 10 Tage

**Probenahme:**

- 1,25 cm dicke, endständige Scheibe
- Definiertes Schnittmuster – Homogene Probe (ca. 10 g)
- Brotlaib zurückgelegt in Versuchsansatz

**Probenvorbereitung:**

- Immersion in flüssigem Stickstoff, Mörsern

**Analysen:**

- Visuelle Begutachtung (Foto) Scheibe und Laib
- Broteigenschaften: pH (Tag 0), Säuregrad (Tag 0), aw-Wert (Tag 0), Textur, Wasserverlust
- Mikrobiologie – Koloniebildende Einheiten (Spatelverfahren nach ICC-Standard Nr. 146)
- Mykotoxine: Fumonisin B1, Fumonisin B2 (HPLC), Ochratoxin A (ELISA)

# Visuelle Begutachtung Brote

## Ergebnis Lagerversuche



Quelle: Quarks und Co. (2018): Wie lange bleibt Brot Frisch. WDR. <https://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-tuete-oder-brotkasten--wie-bewahrt-man-brot-am-besten-auf-100.html>

# Visuelle Betrachtung Brote

## Analyse der Lagerbehältnisse - Weizen

### Plastiktüte:

- Schimmel ab Tag 4 (N=1), Tag 5 (N=3)
- Krume zeigte nur an Tag 10 Mycel
- Schimmelwachstum auf Kruste und Boden – Staunässe

### Brotkasten:

- Schimmel ab Tag 4 (N=1), Tag 5 (N=2), Tag 6 (N=3)
- Schimmelwachstum auf Boden – Staunässe

### Papiertüte:

- Schimmel ab Tag 5 (N=2), Tag 6 (N=3)
- Schimmelwachstum auf Kruste

### Kühlschrank:

- Kein Wachstum

Lagerart	Temperatur [°C]	Feuchte [%]
Plastiktüte	21,9	89,9
Brotkasten	22	89
Papiertüte	21,3	80,5
Kühlschrank	8,0	91,3
Labor	22,3	40,5



# Visuelle Betrachtung Brote

## Analyse der Lagerbehältnisse - Roggen

### Plastiktüte:

- Schimmel ab Tag 10 (N=1), Tag 13 (N=3)
- Krume zeigte kein Schimmelwachstum
- Schimmelwachstum auf Kruste

### Brotkasten/ Papiertüte/ Kühlschrankschrank :

- Kein Schimmelwachstum (t=10 d)

### Erhöhung der Temperatur in Plastiktüte:

- Forcierte Lagerung (T=30°C)
- keine Steigerung Schimmelwachstum

### Erhöhung der Schimmellast in Plastiktüte:

- Schimmel ab Tag 4 (N=1), Tag 5 (N=3)

**Schimmellast in Lagerbehältnis  
großer Einflussfaktor!**





## Charakterisierung Ausgangsprobe (Tag 0):

- Weizenbrot – Säuregrad 4,2, pH 5,5, aw-Wert 0,98
- Roggenmischbrot – Säuregrad 9,1, pH 4,5, aw-Wert 0,97

Lagermethode  
Kühlschrank schlecht →  
Retrogradation

## Textur – Krumenfestigkeit:

- Weizenbrot – Papiertüte=Brotkasten>Kühlschrank>Plastiktüte
- Roggenmischbrot
  - Keine signifikanten Unterschiede
  - Geringere Zunahme Krumenfestigkeit  $\Delta$  10 Tage

## Wasserverlust:

Lagermethode	Roggenmischbrot [%]	Weizenbrot [%]
Papiertüte	19,0 ± 9	23,1 ± 2,7
Brotkasten	17,6 ± 3	14,5 ± 2,6
Plastiktüte, Raumtemperatur	8,7 ± 1,5	7,9 ± 2,3
Plastiktüte, Kühlschrank	9,6 ± 3,5	5,3 ± 0,9

**Es wurden keine sign. Unterschiede in Abhängigkeit des Schimmelwachstums festgestellt**

## Weizenbrot:

- Kein Schimmelbefall an Tag 0

### Aspergillus spp.:

- 3 Kolonien Papiertüte/Brotkasten an **Tag 2**
- Exp. Zunahme KbE bis 10. Tag
- Ubiquitäre Präsenz Endosporen

### Penicillium spp.:

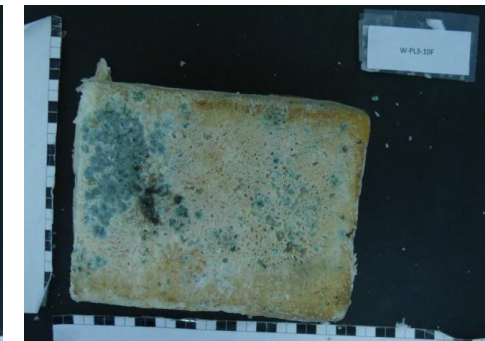
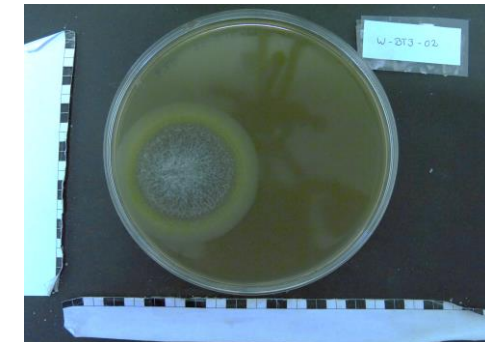
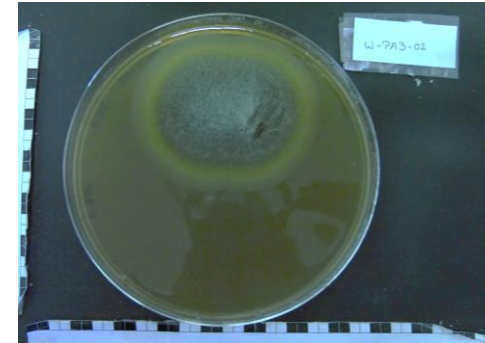
- 5 Kolonien Plastiktüte an Tag 4
- 1–5 Kolonien Papiertüte/Brotkasten Tag 6
- Zunahme KbE bis 10. Tag

### Cladosporium spp.:

- KbE Plastiktüte/Brotkasten Tag 8

## Roggenmischbrot:

- Kein Schimmelbefall an Tag 0
- *Verdacht auf Penicillium spp.* Plastiktüte an Tag 10



**Bildung:** *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp.

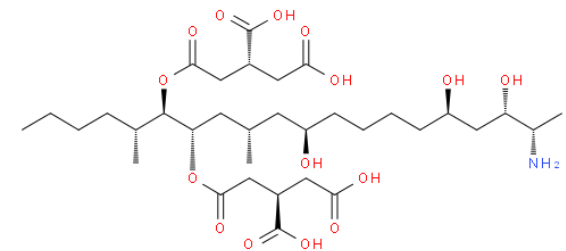
**Toxizität:** Kanzerogen, nephrotoxisch, hepatotoxisch

**Verordnung (EG) Nr. 1126/2007 Fumonisin B1 und B2 in Lebensmitteln:**

Erzeugnis	Höchstgehalt [µg/kg]
Unverarbeiteter Mais außer unverarbeitetem Mais, der zur Verarbeitung durch Nassmahlen bestimmt ist	4000
Zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmter Mais, zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmte Lebensmittel auf Maisbasis	1000
Frühstückscerealien und Snacks auf Maisbasis	800
Getreidebeikost und andere Beikost auf Maisbasis für Säuglinge und Kleinkinder	200

## LC-MS:

- Isotopenmarkierte Standards (FB1, FB2)
- FB1 11,2 µg/kg (LOD), 30,3 µg/kg (LOQ)
- FB2 8,2 µg/kg (LOD), 22,7 µg/kg (LOQ)



**Ergebnis:** Es konnte kein FB1 und FB2 quantifiziert werden

→ Isolierung und Beprobung einzelner Kolonien positiv (Wolf, 2016) – Nicht repräsentativ, reproduzierbar

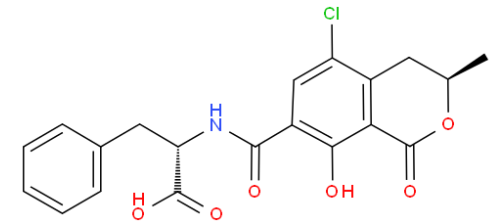
**Mittlere tägliche Aufnahme:** 6–7000 ng/kg (Maisprodukte, Europa)

# Quantitative Analyse der Brotproben auf Ochratoxin A

**Bildung:** *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.

**Toxizität:** Kanzerogen, nephrotoxisch, hepatotoxisch

**Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 Ochratoxin A in Lebensmitteln:**



Erzeugnis	Höchstgehalt [µg/kg]
Unverarbeitetes Getreide	5
Aus unverarbeitetem Getreide gewonnene Erzeugnisse, einschließlich verarbeitete Getreideerzeugnisse und zum unmittelbaren menschlichen Verzehr bestimmtes Getreide	3
Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	0,5
Diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke, die eigens für Säuglinge bestimmt sind	0,5

**ELISA Ochratoxin A:** Nachweisgrenze: 1,25 µg/kg

**Ergebnis:** Alle Proben wiesen Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze auf

→ Isolierung und Beprobung einzelner Kolonien positiv (Gonzalez-Osnaya, 2007) – Nicht repräsentativ, reproduzierbar

**Mittlere tägliche Aufnahme:** 3–7 ng/kg (Europa)

**Mikrobiologische Untersuchung positiv auf Schimmelpilze → keine Mykotoxine in Brotscheibe quantifiziert**

## Plastiktüte:

- Höchste Konzentration KbE → Schimmelpilzwachstum (Feuchte, Temperatur)
- Schimmelpilzwachstum Weizenbrot (Tag 4) und Roggenmischbrot (Tag 10)
- Zunahme Krumenfestigkeit und Wasserverlust gering

## Brotkasten:

- Schlechte Luftzirkulation, hohe Feuchte – Schimmelpilzwachstum begünstigt (Tag 4)
- *Aspergillus* spp. ab Tag 2 (Plattenkultur) → Ubiquitäre Endosporen
- Zunahme Krumenfestigkeit und Wasserverlust hoch

## Papiertüte:

- Geringstes Schimmelpilzwachstum (Tag 5)
- *Aspergillus* spp. ab Tag 2 (Plattenkultur) → Ubiquitäre Endosporen
- Zunahme Krumenfestigkeit und Wasserverlust am Höchsten

## Kühlschrank:

- Kein Schimmelpilzwachstum
- Geringer Wasserverlust, geringere Zunahme Krumenfestigkeit

## Aber: Retrogradation!

**Alle Lagerversuche:** Keine Mykotoxine quantifizierbar!

**Roggenmischbrote lagerstabiler als Weizenbrot. Kühlschrank schlecht da Retrogradation!  
– Papiertüte insgesamt geeignetste Methode –**

# Herzlichen Dank ...

## **... für Ihre Aufmerksamkeit**

Auf den Zeitpunkt kommt es an:  
Eine systematische  
Untersuchung zu  
Lagermethoden von Brot

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie  
Weihenstephaner Steig 20  
D-85354 Freising

Tel: +49 8161 71 3277  
Fax: +49 8161 71 3883  
E-Mail: [roland.kerpes@tum.de](mailto:roland.kerpes@tum.de)  
[lbgt.wzw.tum.de](http://lbgt.wzw.tum.de)

