



Technische Universität München

TUM School of Life Sciences Weihenstephan

Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie

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



Auf den Zeitpunkt kommt es an: Technologische Funktionalität exogener Enzyme nach dem Backen

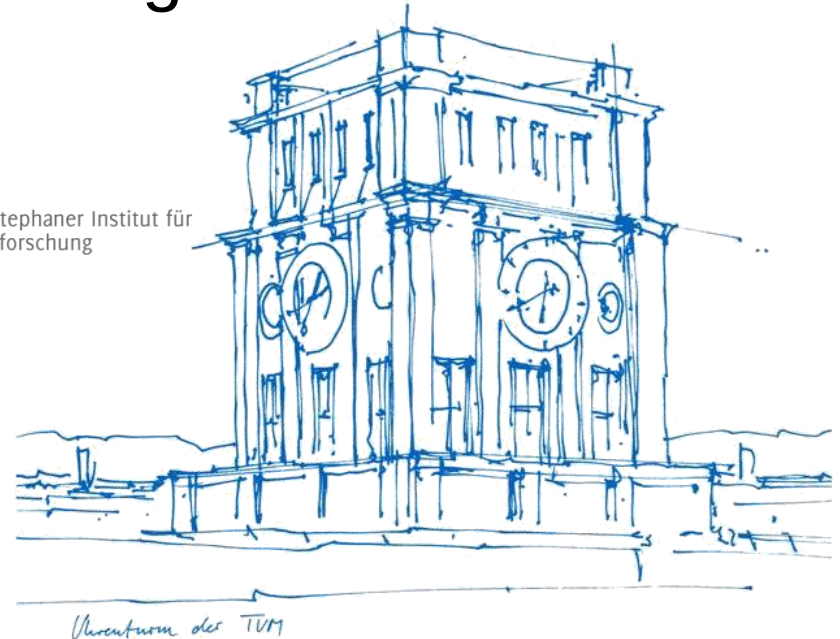
8. Frühjahrstagung



Weihenstephaner Institut für
Getreideforschung

Jekle, M.
Paulik, S.
Becker, T.

Freising, 26.03.2019



Exogene Enzyme in Backwaren beeinflussen...

Teigeigenschaften &
Verarbeitbarkeit



Teigphase

Volumen,
Krumenstruktur & -porung



Backvorgang

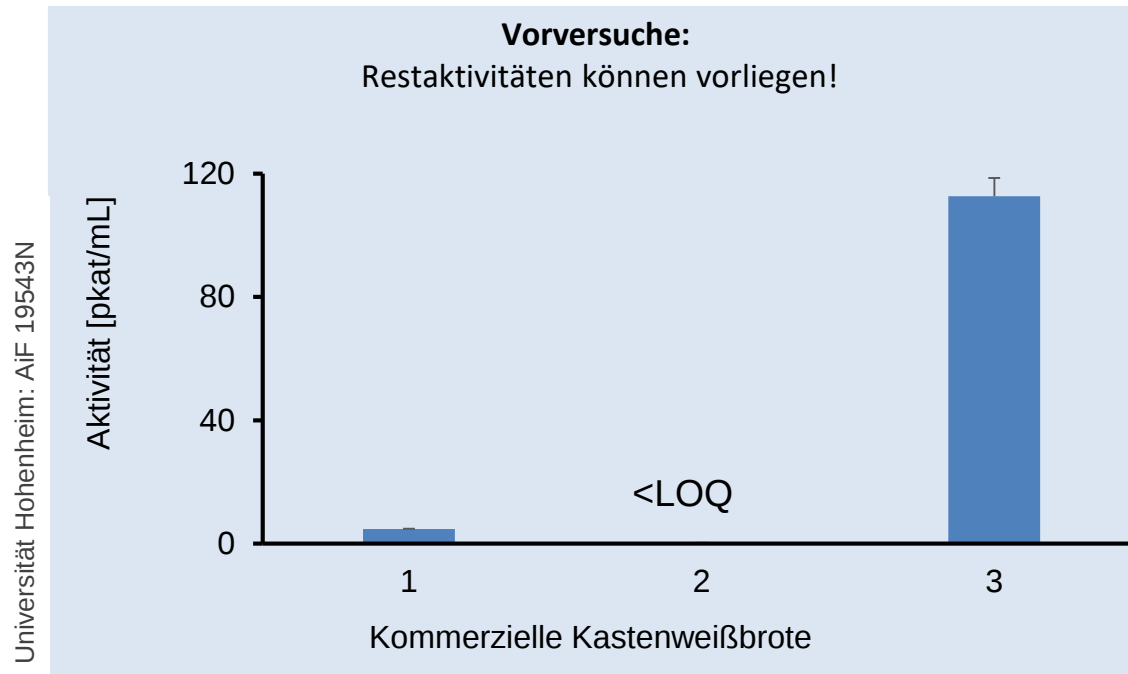
Krumenverfestigung
(Firming)



Lagerung

Keine Deklaration notwendig nach EU-Verordnung Nr. 1169/2011,
da Enzyme **keine technologische Wirkung im Endprodukt** zeigen
→ Verarbeitungshilfsstoffe

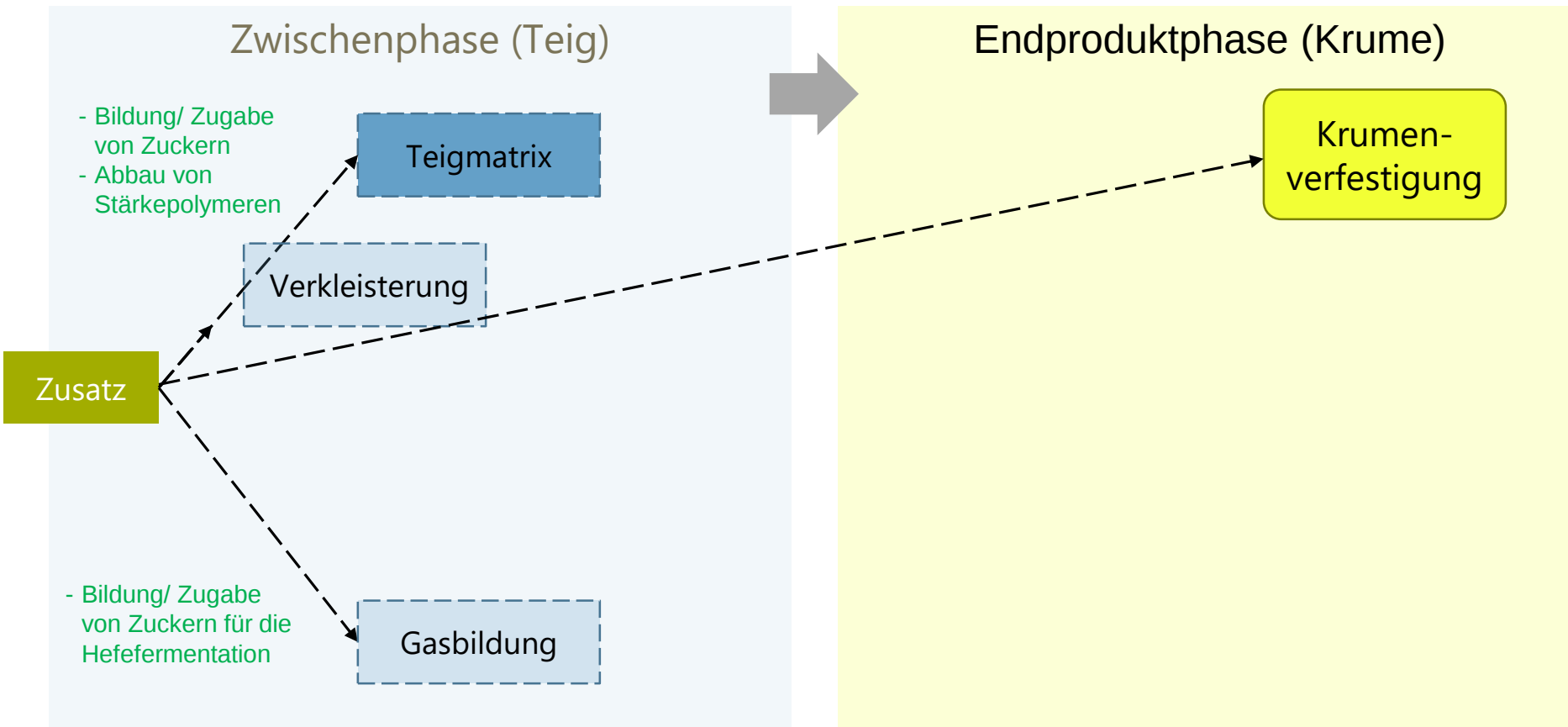
Was ist aber, wenn eine enzymatische Aktivität trotzdem vorliegt?

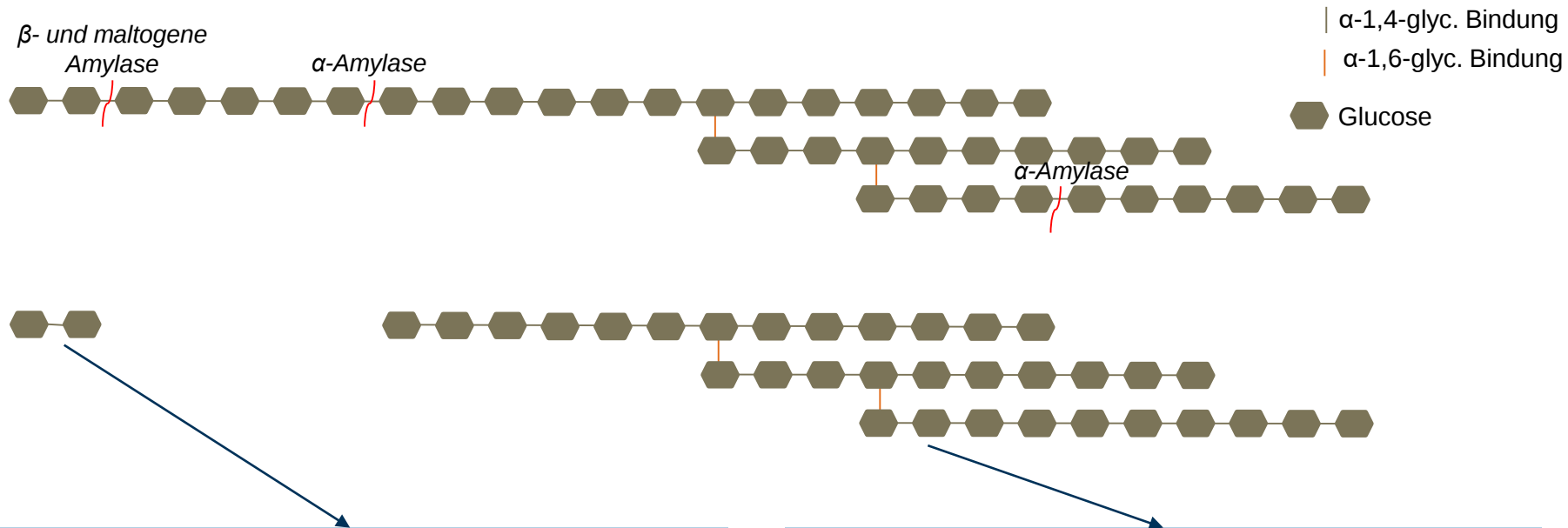


Ist eine **Deklaration** nach EU-Verordnung Nr. 1332/2008 **notwendig**, falls Enzyme eine **Restaktivität im Endprodukt** zeigen?



Wirkungsweisen von Zusätzen zur Verbesserung der Frischhaltung (Amylasen)



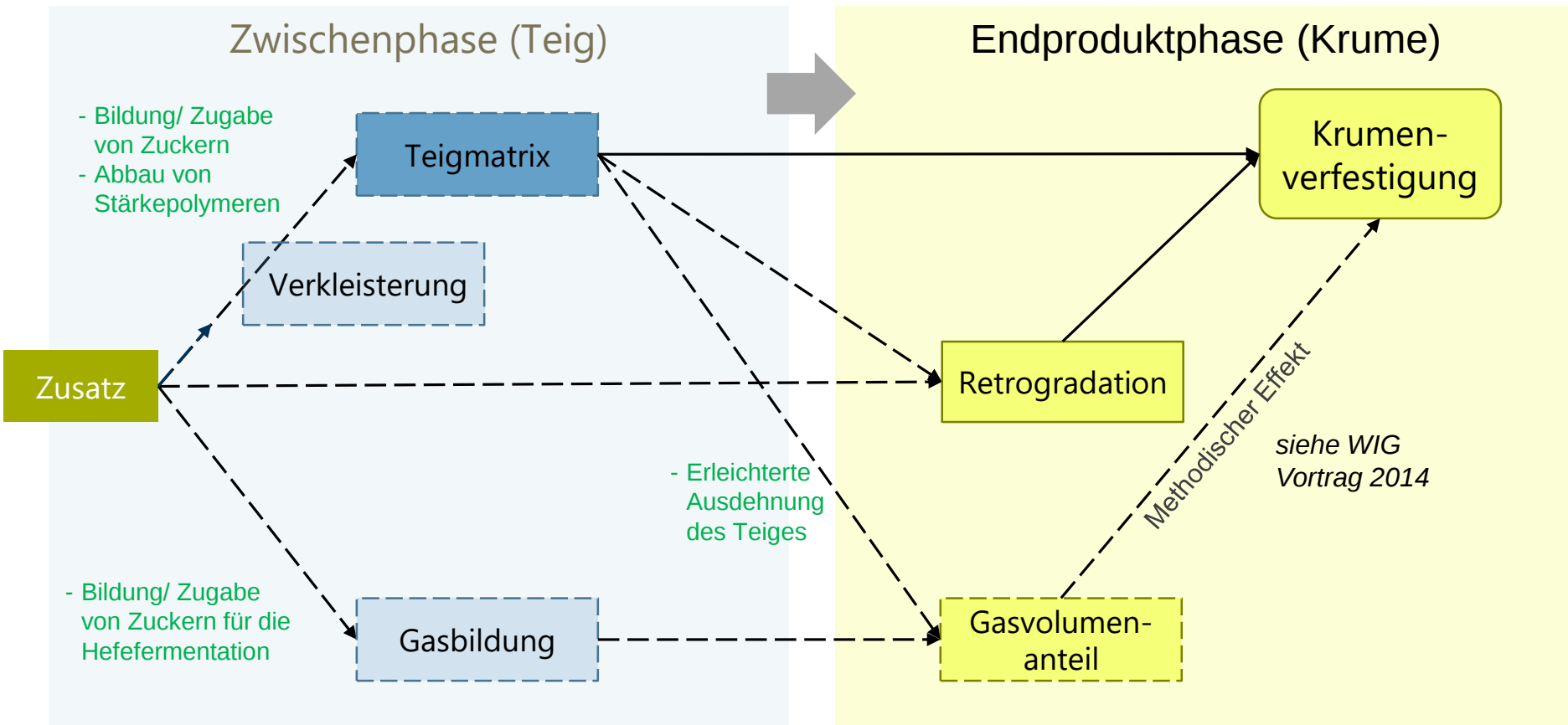


Bildung von Hydrolyseprodukten

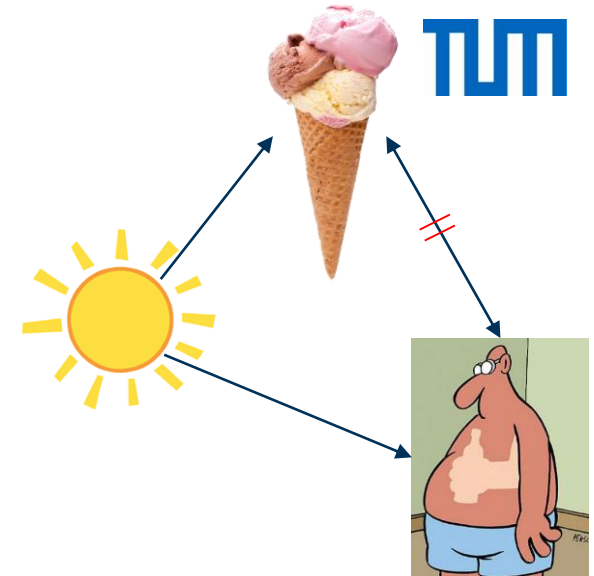
- Kurzkettige Dextrine verzögern Rekristallisation
→ Krumenverfestigung verzögert
- Beeinflussung der Fermentation

Modifikation von Amylose und Amylopektin

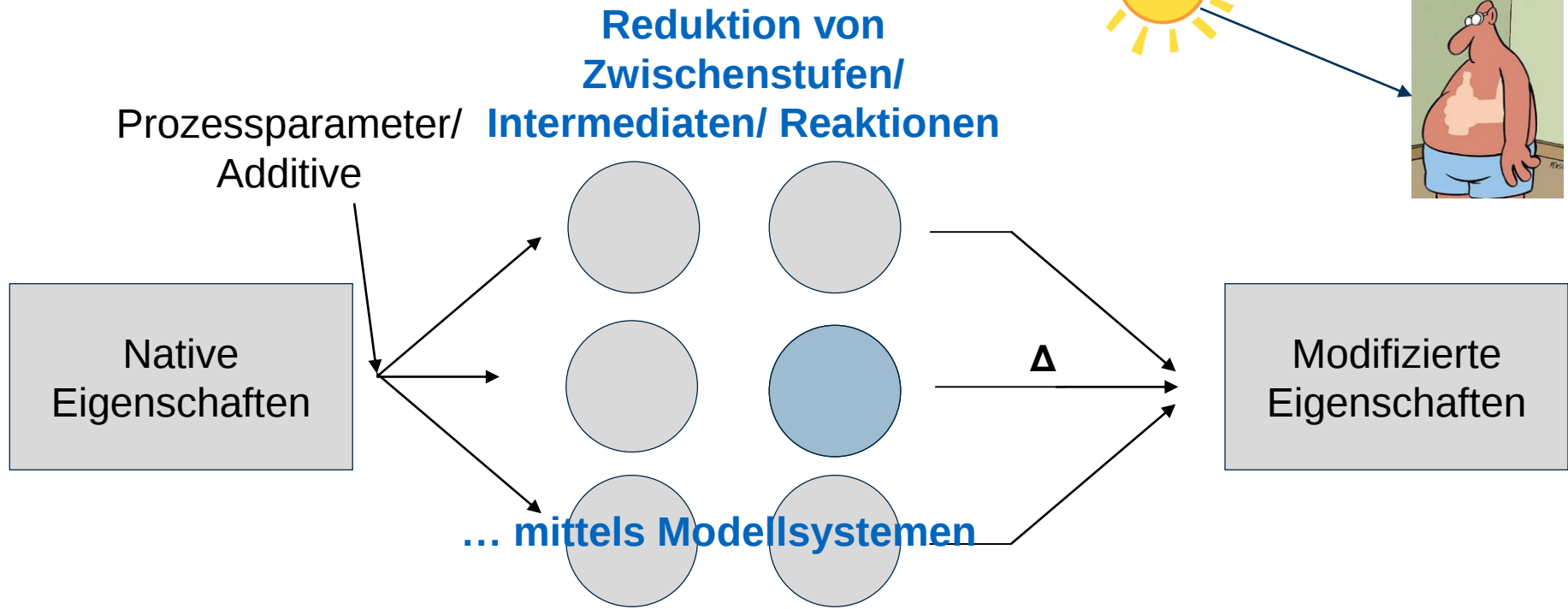
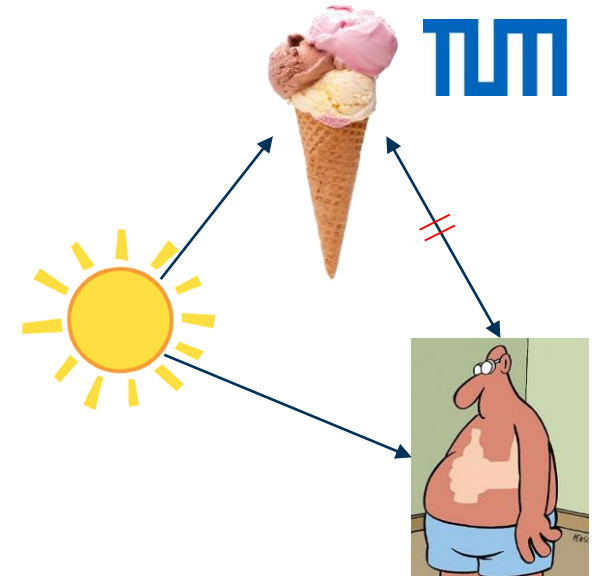
- Teilweiser Abbau von Amylopektinseitenketten
→ Krumenverfestigung verzögert



Korrelation und Kausalität



Korrelation und Kausalität



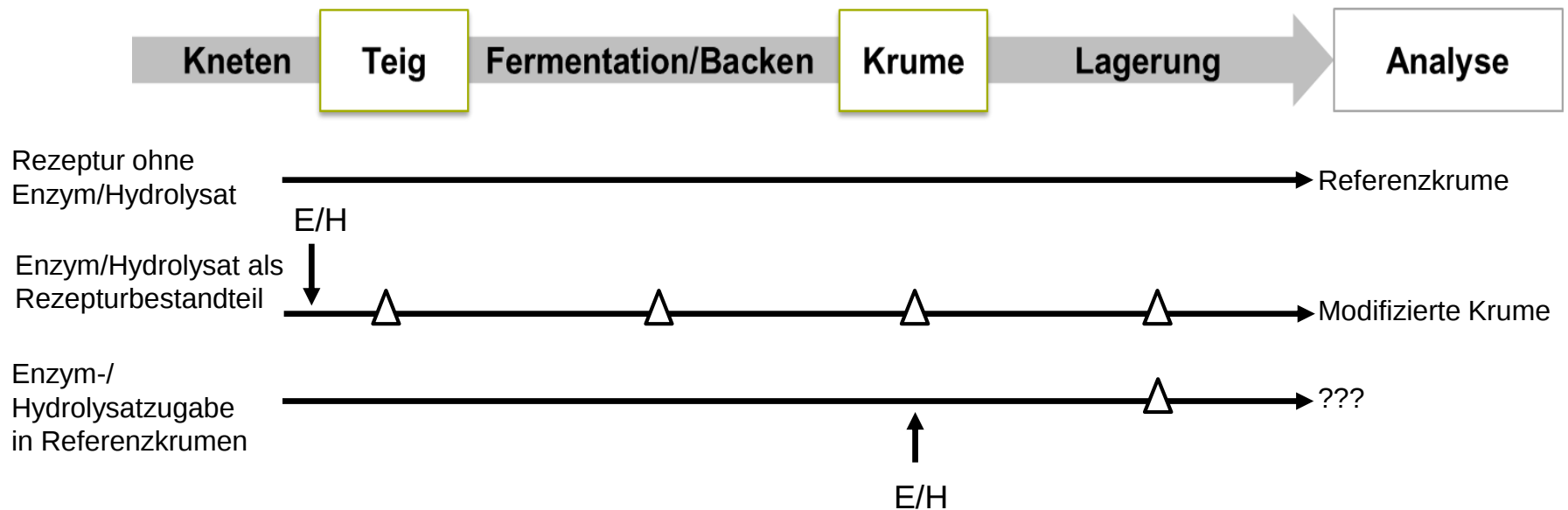
Zwischenreaktionen

Mögliche Wirkungsweisen von Antifirming-Enzymen (Amylasen)



Einflussfaktoren

- Veränderte Stärkepolymere bzw. Bildung von Dextrinen während der Teigherstellung und des Backprozesses
- Erhöhtes spezifisches Volumen → methodischer Fehler
- Mögliche Wirkung der Enzyme während der Lagerung



TPA “adaptierte Standardmethode”

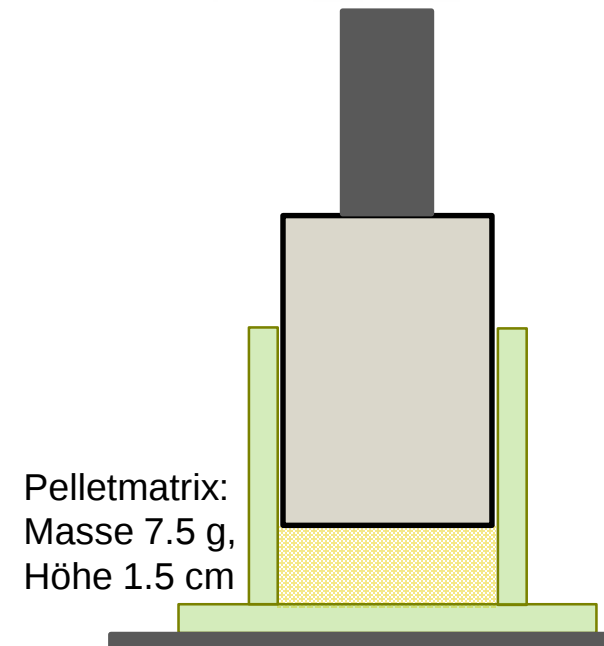
- Krumen in 1.25 cm dicke Scheiben geschnitten (Ausstanzen mit Zylinder)
- 2 Scheiben aufeinander gestapelt in einem 3D gedruckten Kompressionszylinder
- Kompression um 40%

→ Gleiches Volumen aller Proben vor der Kompression

Pellet – Gas-freie Methode

- Gefriergetrocknete Krume rehydratisiert im Z-Knetter
- 7.5 g Pelletmatrix in Kompressionszylinder gegeben
- Kompression auf 1.5 cm Höhe

→ Gleiches Volumen und gleiche Masse aller Proben nach der Kompression



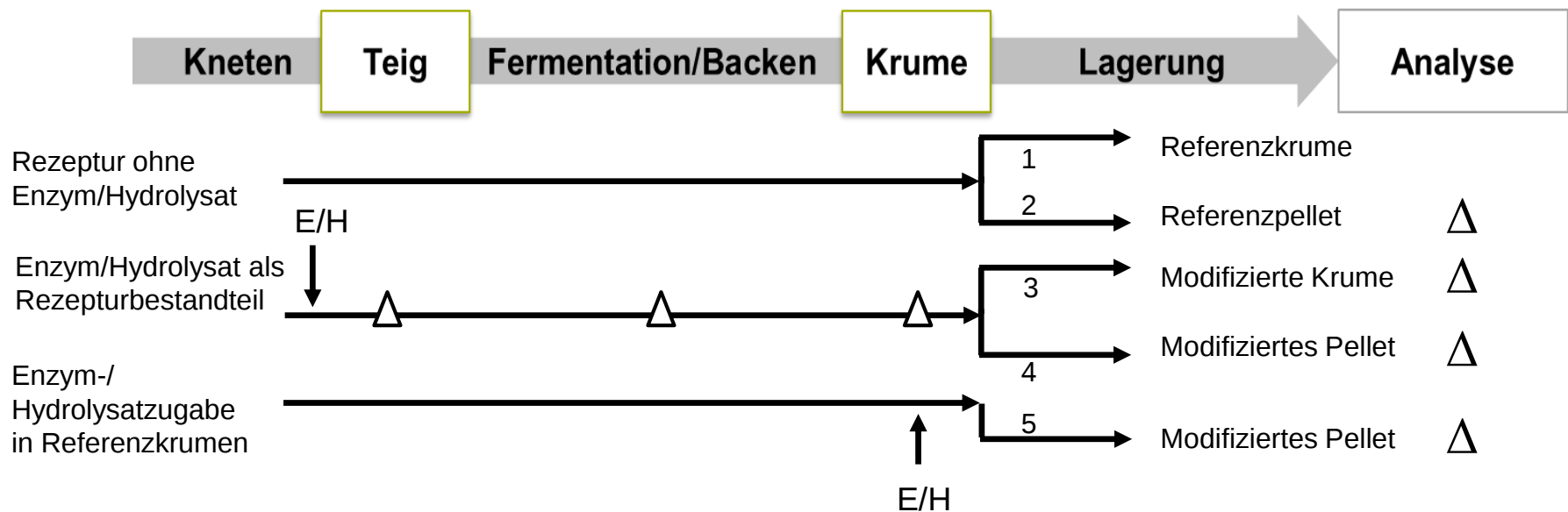
Gas-freie Pelletmatrix

Mögliche Wirkungsweisen von Antifirming-Enzymen (Amylasen)



Einflussfaktoren

- Veränderte Stärkopolymere bzw. Bildung von Dextrinen während des Teig- und Backprozesses
- Erhöhtes spezifisches Volumen → methodischer Fehler
- Wirkung der Enzyme während der Lagerung



Weitere Herausforderung



Hefe ist essentiell für die Herstellung qualitativ hochwertiger Backwaren!

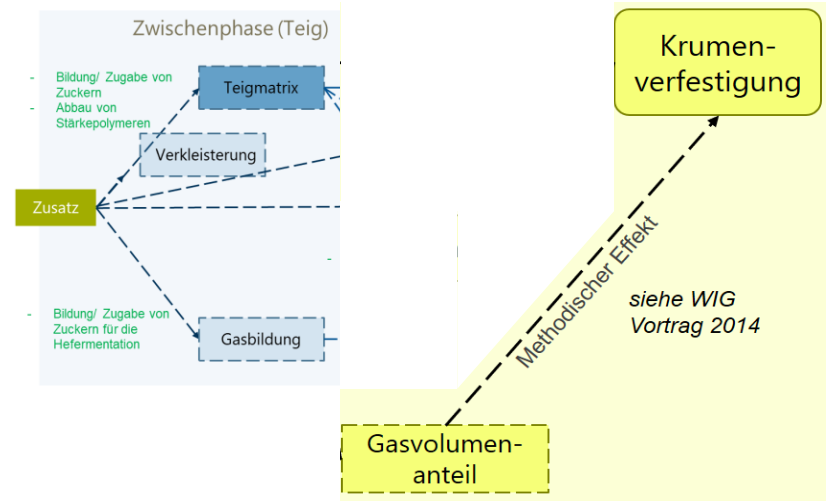
Herausforderung:

Enzyme und kurzkettige Dextrine beeinflussen Hefemetabolismus

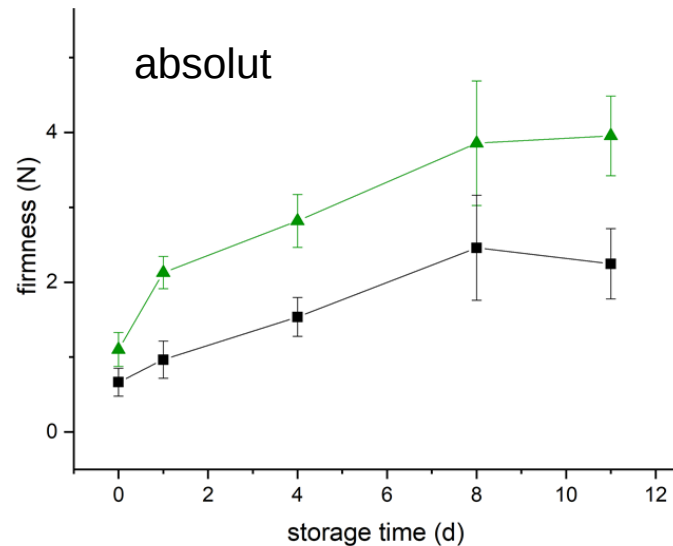
Lösung:

Verwendung chemischer Lockerungsmittel

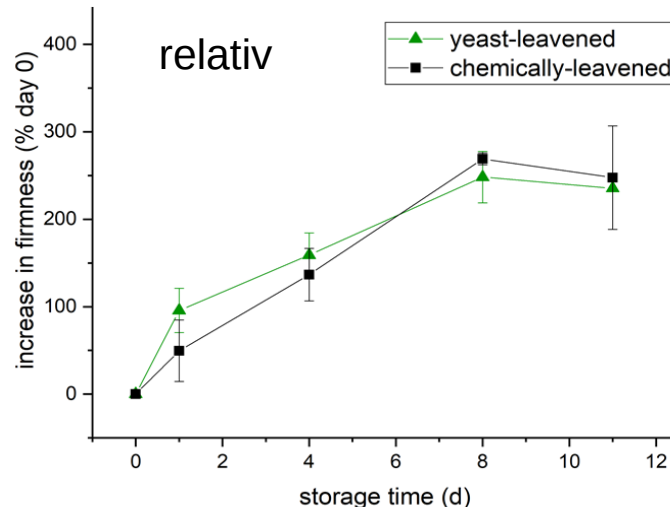
Kontrolle: Vergleich des Alterungsverhaltens chemisch und biologisch (Hefe) gelockerter Krumen



Krumenverfestigung von chemisch und biologisch gelockerten Krumen – adaptierte Standardmethode (40% Kompression)

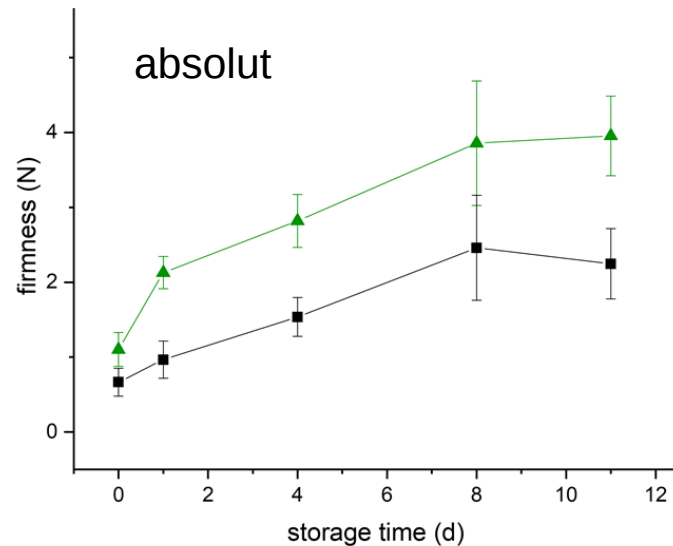


- Adaptierte Standardmethode: große Unterschiede in der Festigkeit chemisch und biologisch gelockerter Krumen



- Relativer Anstieg der Krumenfestigkeit ist vergleichbar

Krumenverfestigung von chemisch und biologisch gelockerten Krumen – adaptierte Standardmethode (40% Kompression)

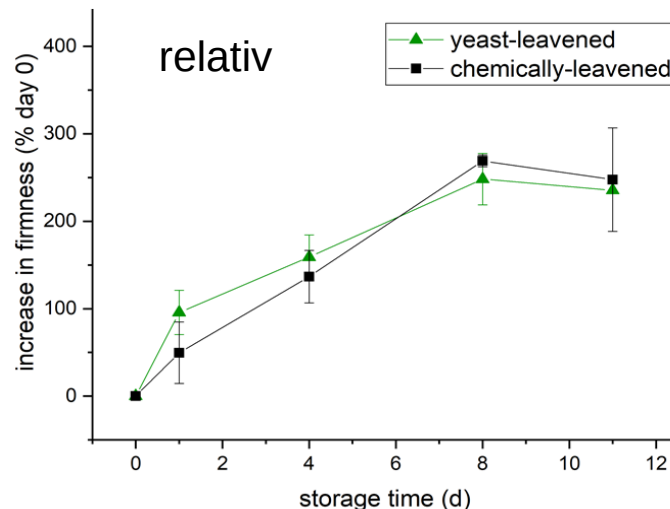


Avrami Gleichung

$$\frac{F_{\infty} - F_t}{F_{\infty} - F_0} = e^{-kt^n}$$

$$\rightarrow k_{\text{biologisch}} = 0.305 \text{ s}^{-1}$$

$$\rightarrow k_{\text{chemisch}} = 0.286 \text{ s}^{-1}$$



F_0 = Initiale Krumenfestigkeit/ Pelletfestigkeit

F_{∞} = Krumenfestigkeit/ Pelletfestigkeit am letzten Lagertag

F_t = Krumenfestigkeit/ Pelletfestigkeit am Tag t ,

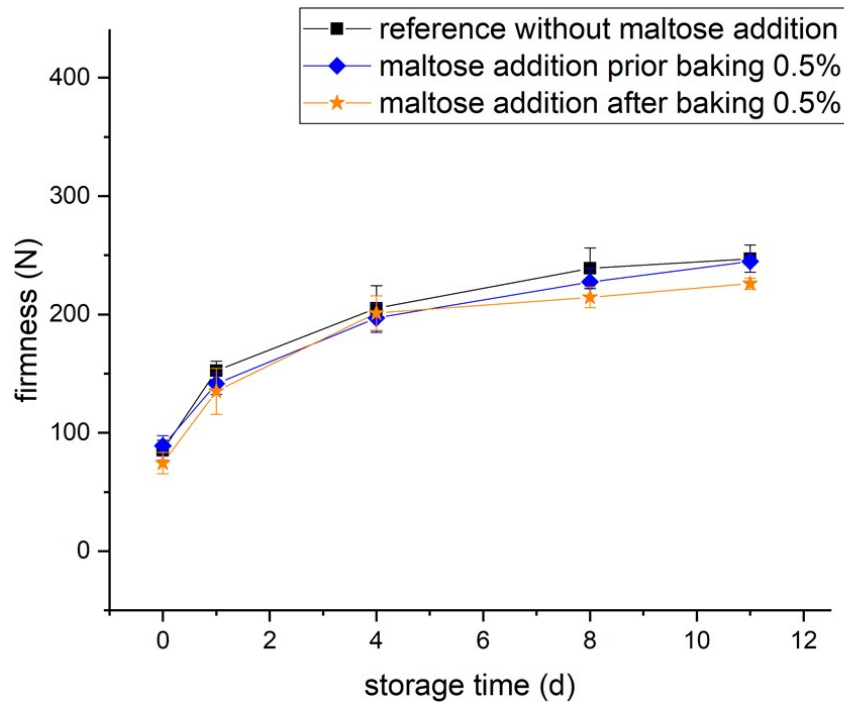
k = Verfestigungsrate

n = Avrami-Exponent = 1

Alterungsverhalten von chemisch und biologisch gelockerten Weizenbrot ist identisch

Wirkung von Maltose

– Gasfreie Pelletmatrixanalyse (7.5 g Matrix)



Avrami Verfestigungsrate k der Pellets

$$\rightarrow k_{\text{Referenzpellet}} = 0.410 \text{ s}^{-1}$$

$$\rightarrow k_{\text{Pellets mit Maltosezusatz vor dem Backen}} = 0.255 \text{ s}^{-1}$$

$$\rightarrow k_{\text{Pellets mit Maltosezusatz nach dem Backen}} = 0.469 \text{ s}^{-1}$$

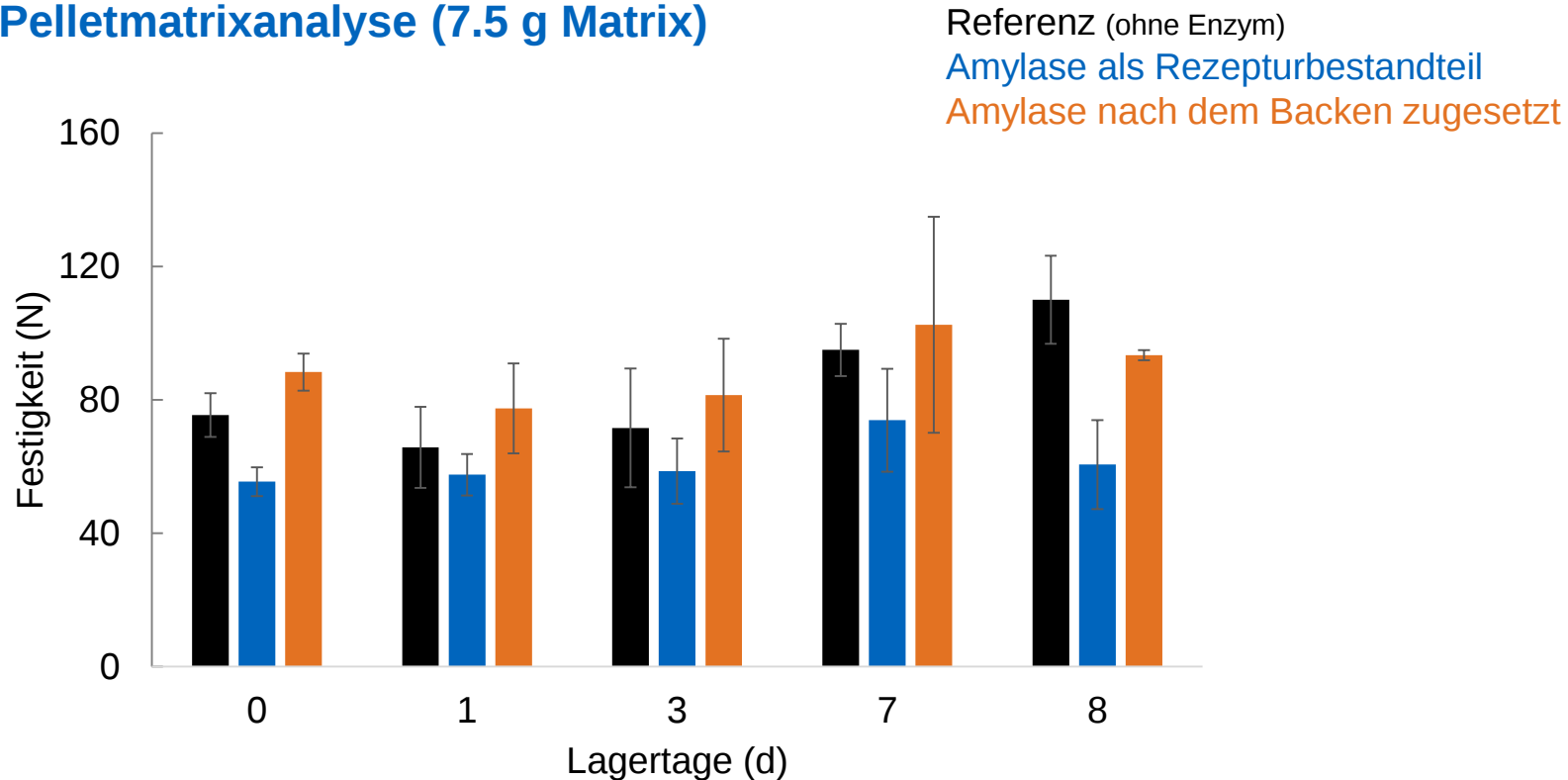
Maltose beeinflusst nicht die Verfestigungsrate
nach dem Backen in der Krume
(in der gasfreien Pelletmatrix)

JEDOCH

beeinflusst die Verfestigungsrate
bei Zugabe während der Teigbereitung
durch Modifikation der Krumenausbildung

Wirkung von maltogener Amylase

– Gasfreie Pelletmatrixanalyse (7.5 g Matrix)



- Einsatz von maltogener Amylase als Rezepturbestandteil:
→ reduzierte Krumenverfestigung an Tag 0 und über die Lagerzeit
- Einsatz von maltogener Amylase nach dem Backen:
→ keine signifikanten Unterschiede in der Krumenverfestigung im Vergleich zur Referenz

Keine feststellbare Wirkung nach dem Backen

Wann muss man Enzyme deklarieren?

Deklaration notwendig nach EU-Verordnung Nr. 1169/2011,
falls Enzyme **eine technologische Wirkung im Endprodukt** zeigen

**Zugabe von Spaltprodukten (Dextrine)
in die fertige Backware**

↓
techn. Wirkung

↙
Ja

↓
Verbesserte
Frischhaltung durch
teilweise Verzuckerung

keine Deklaration

↘
Nein

↓
Restzucker von keiner
technologischen
Relevanz → Abbau d.
Stärkepolymere?

keine Deklaration

**Zugabe von Amylasen
in die fertige Backware**

↓
techn. Wirkung

↙
Ja

↓
Verbesserte
Frischhaltung von
Backwaren bei
Amylase-Restaktivität

Deklaration

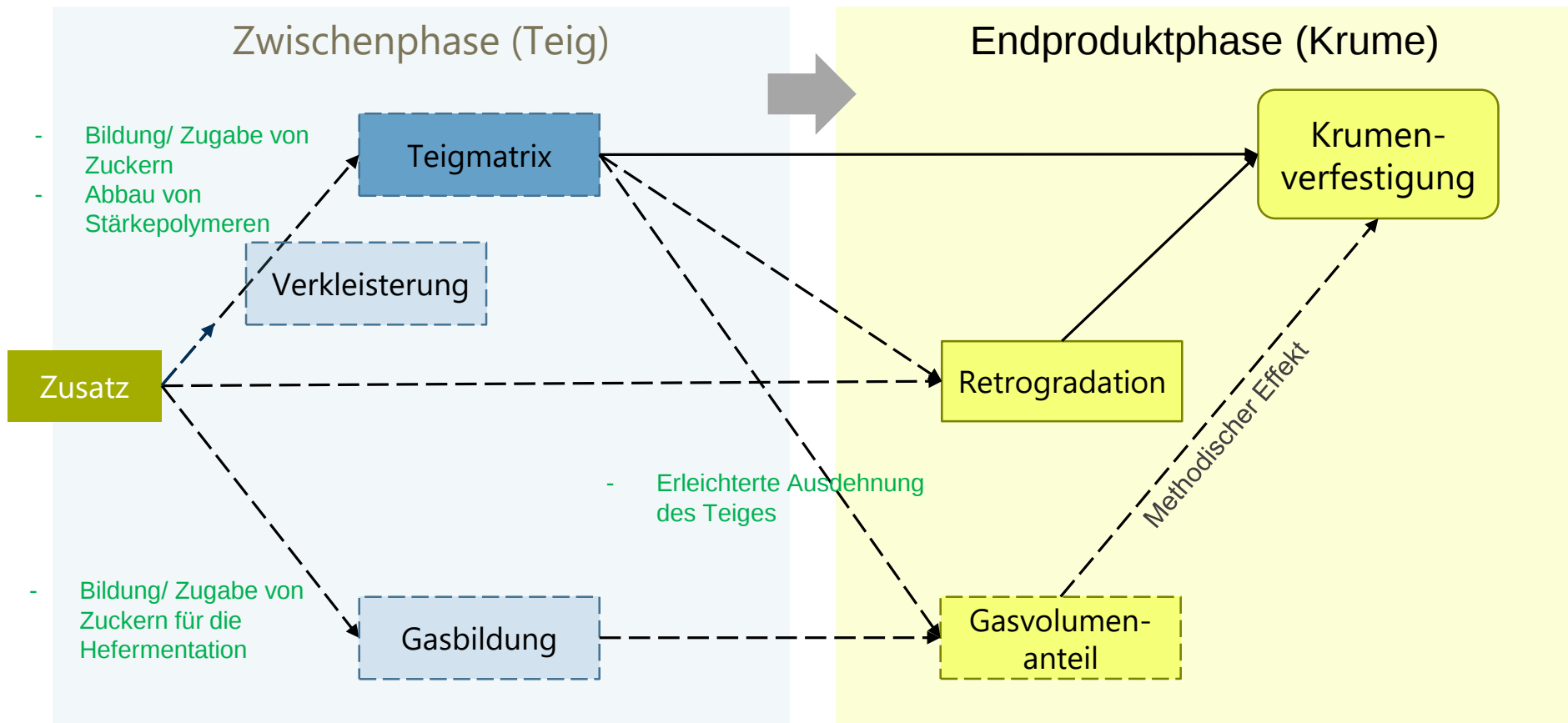
↘
Nein

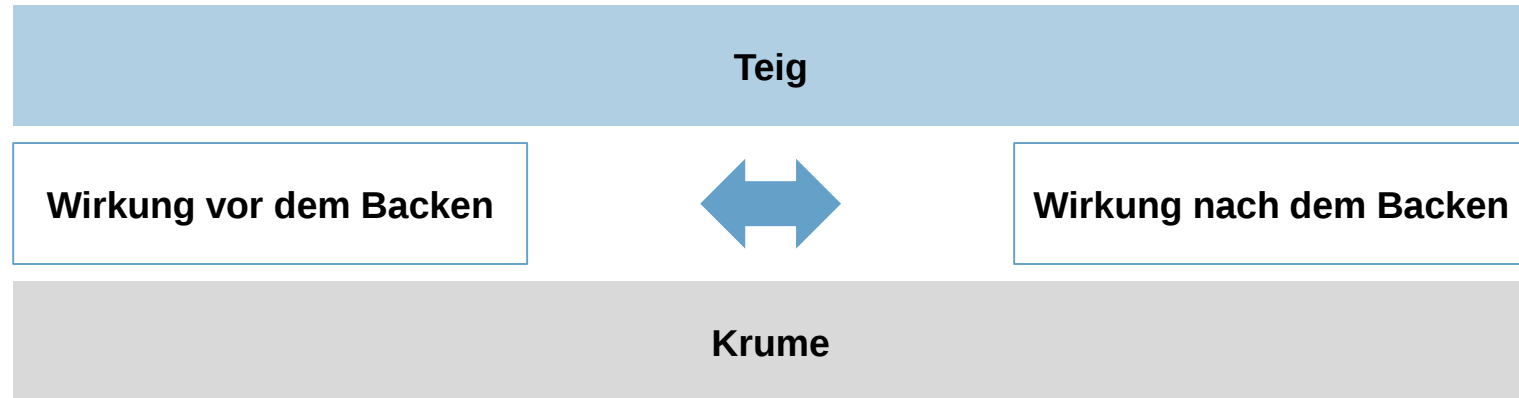
↓
Amylase-Restaktivität
von keiner
technologischen
Relevanz

keine Deklaration

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass ...

- methodische Effekte ausgeschlossen werden können durch gasfreie Analyse,
- keine Wirkung von Maltose und maltogener Amylasen nach dem Backen stattfindet,
- Maltose und maltogene Amylasen vor der Lagerung technologisch wirken.





Der Zeitpunkt ist entscheidend

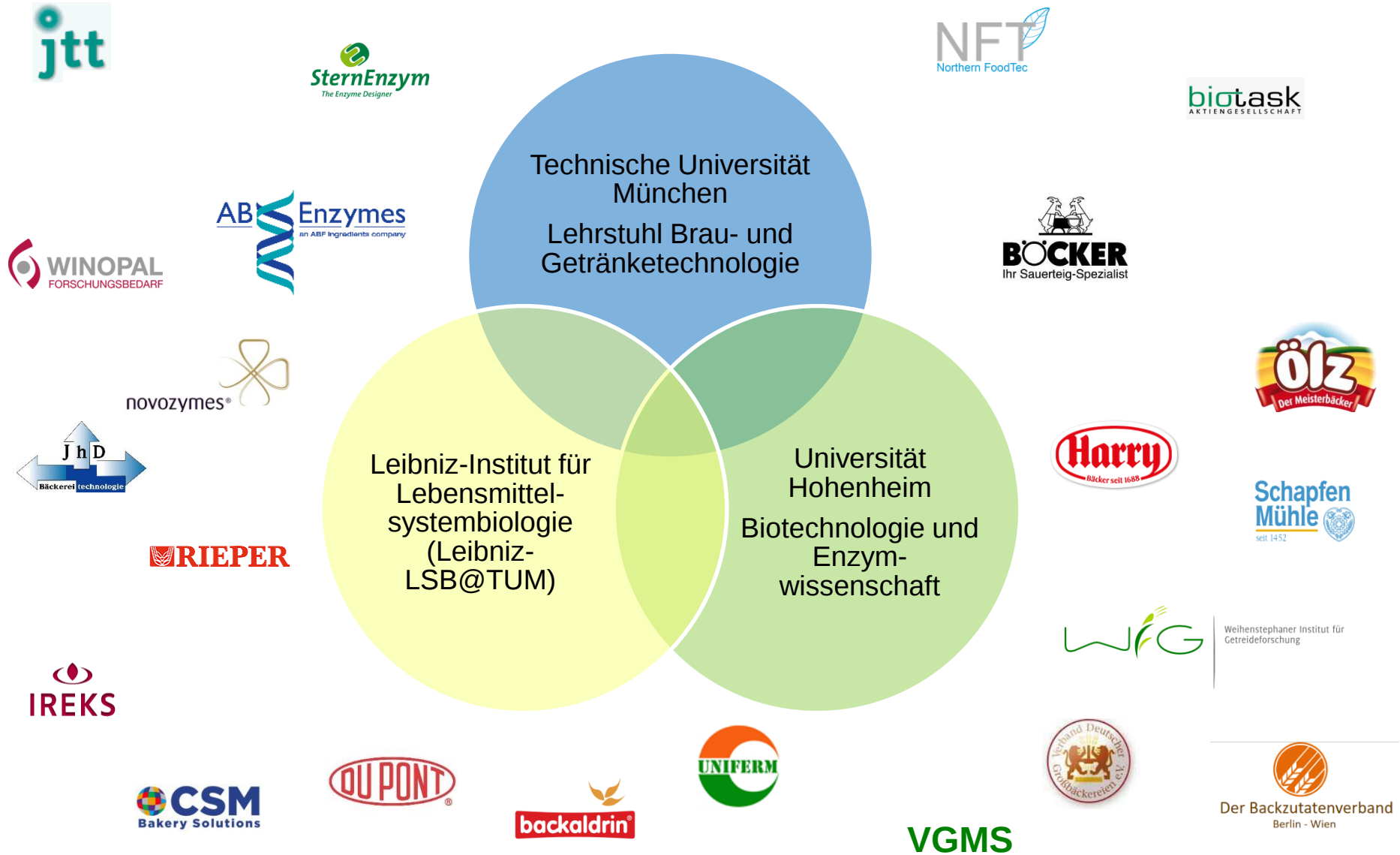
- für die Aufklärung der Wirkungsweise von Enzymen
- für den gezielten Einsatz von Enzyme
- für die Bestimmung einer notwendigen Deklaration

Ein Pellet-Verfahren ermöglicht

- den Ausschluss von Poren bei der Texturanalyse
- ein nachträgliches Einbringen von Enzymen nach dem Backen
- ein gezieltes „Inaktivieren“ von Enzymen nach dem Backen

Einsatz eines Modellsystems führt zur Reduktion der Komplexität und einer systematischen Aufklärung

Interesse der Forschung und Industrie



Herzlichen Dank ...

... für Ihre Aufmerksamkeit

Auf den Zeitpunkt kommt es an:
Technologische Funktionalität
exogener Enzyme nach dem
Backen

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

Tel: +49 8161 71 3669
Fax: +49 8161 71 3883
E-Mail: mjekle@tum.de
[linkedin.com/in/mario-jekle](https://www.linkedin.com/in/mario-jekle)
lbgt.wzw.tum.de

gefördert durch



Weihenstephaner Institut für
Getreideforschung

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

AiF 19543



Arbeitsgruppe
Getreidetechnologie und -verfahrenstechnik