

*„Man wird Backwaren mit ganz neuen Eigenschaften herstellen können.“*

*Mario Jekle*



Die beliebtesten Brotsorten in Deutschland  
in Prozent (Stand 2017)



# Brot aus dem Drucker

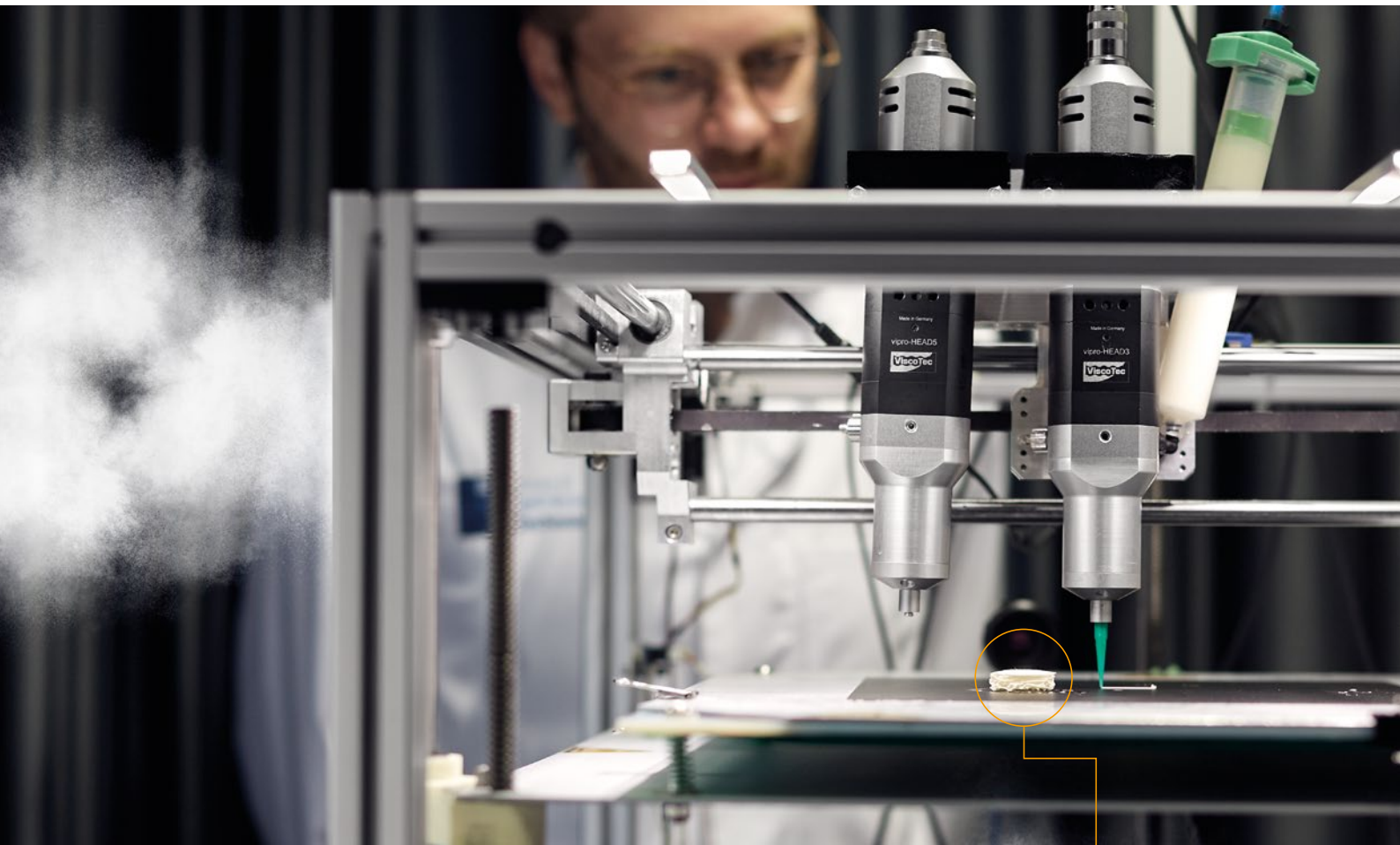
**Was verleiht Brot seinen Biss? Welche Prozesse machen die Kruste knusprig und die Krume weich? Mit einem 3D-Drucker entschlüsseln Forscher der TUM die Geheimnisse des Brotbackens und ebnen den Weg für eine schnelle und flexible Produktion der Zukunft.**

**S**eit mehreren tausend Jahren bäckt der Mensch Brot. Es gibt Tausende verschiedener Rezepturen und Herstellungsvarianten. Alle beruhen darauf, dass man Wasser mit Mehl – also Stärke und Proteinen – mischt, fermentiert und in einem Ofen erhitzt. Dort verwandelt sich der Teig in einen duftenden Laib mit weicher Krume und knuspriger Kruste. Aber warum eigentlich?

„Bis heute sind die komplexen Vorgänge beim Backen nicht vollständig aufgeklärt“, sagt Dr. Mario Jekle am Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie von Prof. Thomas Becker an der TUM. Mehrere Dutzend Parameter beeinflussen das Ergebnis – darunter die Zusammensetzung und Korngröße der Zutaten, die Fähigkeit der Proteine, sich zu vernetzen, die Menge des zugegebenen Wassers sowie Prozessparameter wie die Temperatur des Ofens. Im Labor des Weihenstephaner Wissenschaftszentrums für

Ernährung, Landnutzung und Umwelt untersucht Jekles Team, wie sich diese Faktoren gegenseitig beeinflussen. „Dafür müssen wir nicht nur unter standardisierten Bedingungen backen, sondern auch die Prozesse entkoppeln“, betont der Lebensmitteltechnologe. „In einem herkömmlichen Backofen ist das nicht möglich. Wir nutzen daher 3D-Drucktechnik.“

Noch lassen sich mit dem neuen Verfahren nur kleine Brötchen backen – sie sind kaum größer als Zuckerwürfel. Dafür ist bei der Herstellung nichts dem Zufall überlassen: Jede Zutat wird chemisch analysiert und gewogen, bevor ein Miniaturnührer sie mit Wasser zu einer Art Teig knetet. Den verwandelt der Drucker in Brot – ohne Hefe oder andere Backtriebmittel und ohne langes Warten auf ein „Aufgehen“ des Teigs. ▶



Drei Jahre haben die Forscher daran gearbeitet, die Druckbarkeit von Teig zu erforschen und den Prozess zu optimieren. „Eine große Herausforderung lag darin, den Teig gleichmäßig aufzutragen: Die zähe und elastische Masse aus Mehl und Wasser muss durch einen Trichter, den Applikator, gepresst werden, ohne dass die knapp einen Millimeter dünne Öffnung verstopft“, berichtet Jekle. Er leitet die Arbeitsgruppe Getreidetechnologie und -verfahrenstechnik am Lehrstuhl.

Mittlerweile haben die Forscher das System perfektioniert: Während der Druckerkopf surrend hin- und herfährt, werden dünne Teigfäden erzeugt und aneinandergelegt, bis eine etwa 1 Quadratzentimeter große Fläche vollständig bedeckt ist. Dann rastert ein Laserstrahl die Teigschicht ab, die Wärme sorgt dafür, dass sich die Proteine vernetzen und eine stabile Struktur schaffen. Ist diese „Transformation“ abgeschlossen, legt der Druckerkopf die nächste Schicht darüber – wobei er die Stellen, an denen Poren entstehen sollen, ausspart. Nach 5 Minuten ist der Brotwürfel fertig. Hunderte solcher Mini-Brote haben die Forscher schon gedruckt.



**Bisher bäckt der 3D-Drucker** nur ganz kleine Brötchen, aber er ermöglicht es, immer die gleichen Backbedingungen zu garantieren und die einzelnen Prozesse zu entkoppeln. Jekle (dahinter) und sein Team haben das Verfahren optimiert.



**Die Eigenschaften eines Brotes** hängen ab von den Zutaten, der Vernetzungsfähigkeit der Proteine und der Backtemperatur. Im Brottechnikum analysieren Jekle und sein Team Kruste und Krume.

Jeder Würfel ist anders, enthält unterschiedliche Anteile von Stärke und Proteinen, unterschiedlich große Poren, wurde mehr oder weniger stark erhitzt, um Kruste und Krume zu erzeugen. Jekles Team misst bei jedem Würfel Druckfestigkeit, Feuchteverlust, Gewicht und Porosität. Für die Untersuchung von Geruch und Geschmack werden die Proben an den Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik der TUM geschickt. Gemeinsam wollen die Wissenschaftlerteams jetzt erforschen, inwieweit Porosität und Geschmacksfreisetzung zusammenhängen.

Die Ergebnisse will Jekle dann nutzen, um mathematische Modelle zu entwickeln, mit denen sich der Backprozess darstellen lässt. Mithilfe der Simulationen lässt sich beispielsweise herausfinden, wie eine Bäckerei mit dem geringsten Energieaufwand das beste Ergebnis erzielen kann, erklärt der Forscher: „Dafür müssen wir modellieren, wann wie viel Wärme für die Stabilisierung der Struktur benötigt wird.“



Die 3D-Drucktechnik eröffnet darüber hinaus auch neue Möglichkeiten der Produktentwicklung: „In wenigen Jahren wird es Brotdrucker geben für den Heimbedarf, für kleine Bäckereien, aber auch für Kliniken, in denen Diätvorschriften eingehalten werden müssen“, prognostiziert Jekle. „Man wird Backwaren mit ganz neuen Eigenschaften herstellen können: außen weich und mit eingelagerten, knusprigen Krustenstücken, mit oder ohne bestimmte Proteine. Die Fertigung im 3D-Drucker lässt sich einfach und schnell an die Wünsche des Kunden anpassen.“

■ *Monika Weiner*