

DLG-Expertenwissen 4/2017

3D-Lebensmitteldruck: Welche Möglichkeiten sich mit der neuen Technologie bieten



Foto: © Print2Taste (Freising), www.print2taste.de

Einleitung

Wir betreten das Restaurant. Die moderne Atmosphäre zeichnet sich durch die einzigartige und geradezu futuristische Inneneinrichtung aus. Eine digitale Speisekarte präsentiert uns am Tisch die unterschiedlichen Gerichte in einer Bildergalerie mit den wichtigsten Informationen auf einen Blick. Mit nur einem Klick erhalten wir weitere Details über die verwendeten Zutaten und erfahren außerdem etwas über die lokalen Produzenten. Als Vorspeise wählen wir kleine Teigwürfel in geometrischer Perfektion, aus deren Mitte zierliche Pflänzchen und Pilze sprießen. Unser Hauptgericht besteht aus traditioneller Pasta in Form wunderschöner Rosenblüten mit einer klassischen Tomatensoße. Die Idee mit der Rosenblüten-Pasta stammt von mir: Vor unserem Urlaub habe ich im Internet ein digitales 3D-Modell gefunden und per E-Mail an das Restaurant geschickt. Meine Liebste war sehr erstaunt und hat sich riesig gefreut – meine Überraschung ist mir damit wohl geglückt. Als Dessert bestellen wir eine Miniaturnachbildung des Kolosseums von Rom aus Schokolade – wir verbringen unseren Urlaub schließlich in der ewigen Stadt. Zum Abschied erhalten wir von dem Inhaber des Restaurants noch ein Geschenk: Eine Fruchtgummi-Botschaft mit dem Duft kalabrischer Bergamotten. Es sagt uns noch einmal „Grazie Mille“ für den Besuch.

So, oder auch so ähnlich, könnten sich zukünftig Erfahrungsberichte über Restaurants lesen lassen, in denen sowohl Teile des Inventars als auch einzelne Gerichte oder ganze Menüs aus dem 3D-Drucker stammen. Die Elemente dieses Szenarios lassen sich schon jetzt in der Praxis realisieren.

Mit der Eröffnung des ersten 3D-Druck-Restaurants im Juli 2016 in London konnte die ganzheitliche Umsetzung eines solchen Konzepts gezeigt werden. Die Erlebnisgastronomie kann sich schon jetzt auf die weiteren Entwicklungen der kommenden Jahre freuen. Vorgestellt wurde das Konzept auf der 3D Food Printing Conference im April 2016 in Venlo. Bereits zum zweiten Mal thematisierten Wissenschaftler, Gründer von Startups und Interessierte in den Niederlanden über die zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten des 3D-Lebensmitteldrucks in Unternehmen, der Gastronomie und im privaten Haushalt.

Wissenschaftliche Forschungsarbeiten zum 3D-Lebensmitteldruck existieren bereits seit etwa zehn Jahren. Schwerpunkt bisheriger Veröffentlichungen war die Auswahl geeigneter Lebensmittel und die Optimierung hinsichtlich einer höheren Stabilität bei weiteren Verarbeitungsschritten (Lipton et al., 2015; Soares & Forkes, 2014; Gong et al., 2014; Southerland et al., 2011; Lipton et al., 2010; Cohen et al., 2009; Periard et al., 2007). Neuere Forschungsarbeiten thematisierten zuletzt den personalisierten 3D-Lebensmitteldruck auf Basis biometrischer Daten (Lipton et al., 2015) und die Auswirkungen auf Zulieferer und Händler im stationären Einzelhandel durch den Einsatz von 3D-Lebensmitteldruckern (Jia et al., 2016).

Vom 3D-Modell zum gedruckten Lebensmittel

Der 3D-Lebensmitteldruck hat seinen Ursprung in der industriellen Fertigung. Bereits in den 1980er Jahren wurden unter anderem von Charles Hull (Stereolithographie) und Scott Crump (Fused-Deposition-Modeling) die ersten additiven Fertigungsverfahren entwickelt. Das Prinzip der unterschiedlichen Fertigungsverfahren ist jedoch gleich: Objekte werden digital am Computer modelliert und anschließend mit einem 3D-Drucker schichtweise gefertigt. Im Gegensatz zu subtraktiven Fertigungsverfahren,

wie dem Fräsen oder Schleifen, wird bei additiven Fertigungsverfahren vom ursprünglichen Werkstück kein Material abgetragen. Für den schichtweisen Aufbau wird demnach nur soviel Material verwendet wie tatsächlich

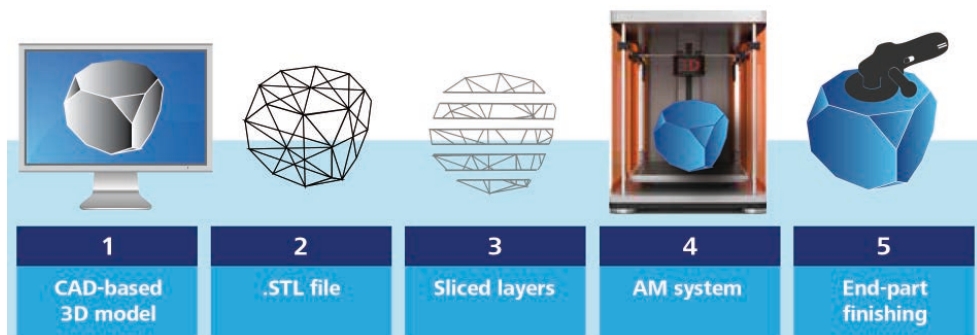


Abbildung 1: Allgemeiner Fertigungsprozess beim 3D-Druck

Quelle: Cotteleer et al. (2014)

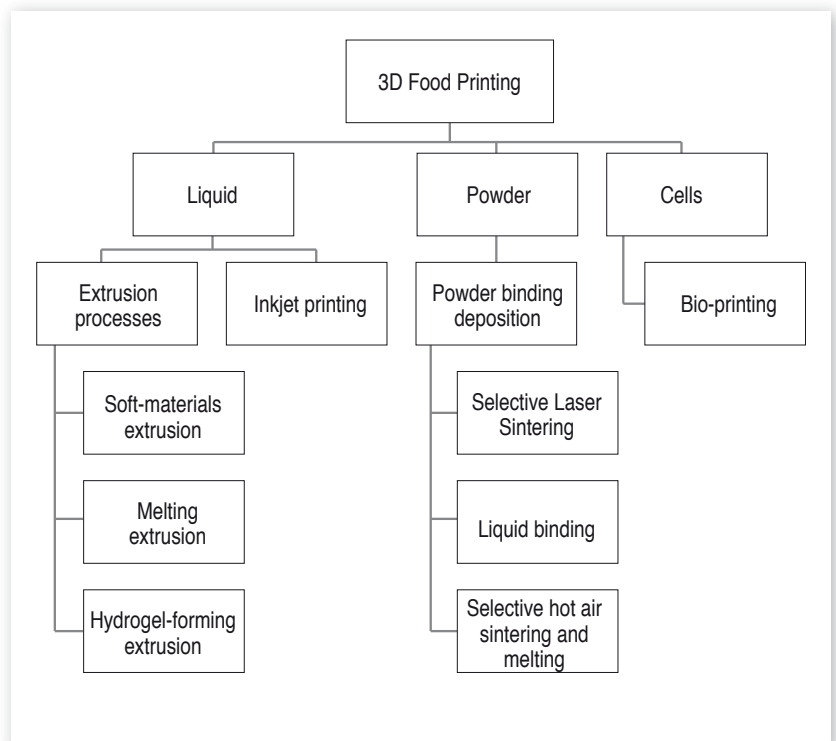
auch benötigt wird. Die ASTM International hat im internationalen Sprachgebrauch die Bezeichnung „Additive Manufacturing“ als Oberbegriff für alle additiven Fertigungsverfahren definiert. Umgangssprachlich wird hingegen häufig vereinfacht vom 3D Printing (deutsch: 3D-Druck) gesprochen.

Vom digitalen 3D-Modell über den schichtweisen Aufbau bis hin zum fertigen Objekt erfolgen beim 3D-Lebensmitteldruck die gleichen Prozessschritte wie beim industriellen 3D-Druck (Abbildung 1).

Wesentlicher Unterschied ist somit nur die Verwendung von Nahrungsmitteln als Ausgangsmaterial für den 3D-Druck. Die Eigenschaften der ausgewählten Nahrungsmittel können hinsichtlich ihrer Form, Farbe, Textur und ihres Geschmacks verändert werden, um neue und individuelle Produkte zu kreieren. Mit einem CAD-Programm wird am Computer zunächst ein 3D-Modell entworfen. Das 3D-Modell wird anschließend in das .stl-Dateiformat (Standard Triangulation Language) exportiert. Hierbei wird das ursprüngliche und aus Punkten bestehende CAD-Modell mit einer Oberfläche überzogen (Triangulation). Im nächsten Schritt erfolgt die Zerlegung des 3D-Modells in die einzelnen Druckschichten und die Festlegung der benötigten Druckparameter. An den 3D-Drucker wird die sogenannte „G-Code-Datei“ übermittelt, die alle relevanten Informationen über das zu druckende Objekt enthält. Mit der Informationsübermittlung aus der G-Code-Datei erhält der 3D-Drucker seine Befehle wie beispielsweise Ausstoßdruck, Ausstoßmenge, Bewegungskordinaten und Bewegungsgeschwindigkeit des Druckkopfes. Sowohl beim industriellen 3D-Druck als auch beim 3D-Lebensmitteldruck ist das eingesetzte Fertigungsverfahren abhängig von der Beschaffenheit des Ausgangsmaterials.

Nach Lipton et al. (2015) können beim 3D-Lebensmitteldruck drei Ansätze unterschieden werden: Der „bio-driven“-Ansatz beschreibt die künstliche Züchtung von komplexem Zellgewebe mit anschließendem Wachstum. Während das „Tissue Engineering“ in der Medizin als Möglichkeit gesehen wird, zukünftig Knorpel, Gefäße oder Organe künstlich im Reagenzglas herzustellen, soll es der Agrar- und Ernährungswirtschaft als ressourcenschonende und tierfreundliche Lösung in der Fleischproduktion dienen. Wissenschaftler der Maastricht University zeigten bereits im Jahr 2013 mit einem im Labor gezüchteten Burger die Machbarkeit einer solchen Idee auf. Der „bottom-up“-Ansatz verfolgt das Ziel, aus alternativen Nahrungsquellen, wie Algen und Insekten, visuell ansprechende und schmackhafte Lebensmittel zu erzeugen. Ein Beispiel hierfür ist das Projekt „Insects Au Gratin“ von Soares & Forkes (2014): Zu Pulver vermahlene Insekten werden mit Schokolade oder Frischkäse und Gewürzen, wie Ingwer, Zimt und getrockneten Chillies, kombiniert und anschließend mit Hilfe eines 3D-Druckers zu neuen Formen verarbeitet. Projektziel ist es, das Potenzial von Insekten als alternative Nahrungs- und Proteinquelle und als Beitrag zur weltweiten Ernährungssicherung aufzuzeigen. Gegenwärtig wird allerdings der „top-down“-Ansatz am häufigsten verfolgt und ist daher am weitesten entwickelt. Hierbei werden unter anderem aus Schokolade, Fruchtgummi, Pasteteig oder Zucker neue Formen und Figuren erzeugt. Unter Zugabe von Hydrokolloiden zur Formerhaltung lassen sich auch Früchte und Gemüse in pürierter Form drucken.

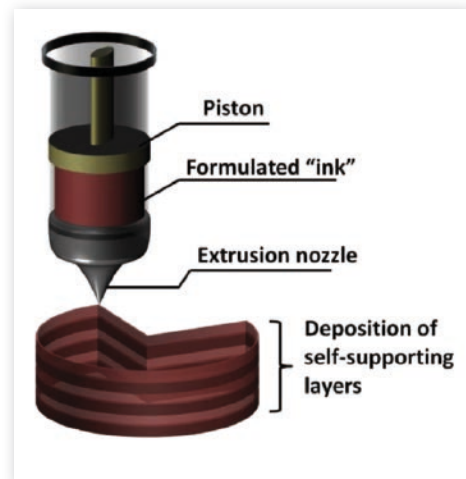
Godoi et al. (2016) unterteilen die Druckverfahren des 3D-Lebensmitteldrucks nach der Beschaffenheit des Ausgangsmaterials (Abbildung 2).



Quelle: Eigene Darstellung nach Godoi et al. (2016)

Abbildung 2: Druckverfahren im 3D-Lebensmitteldruck in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial

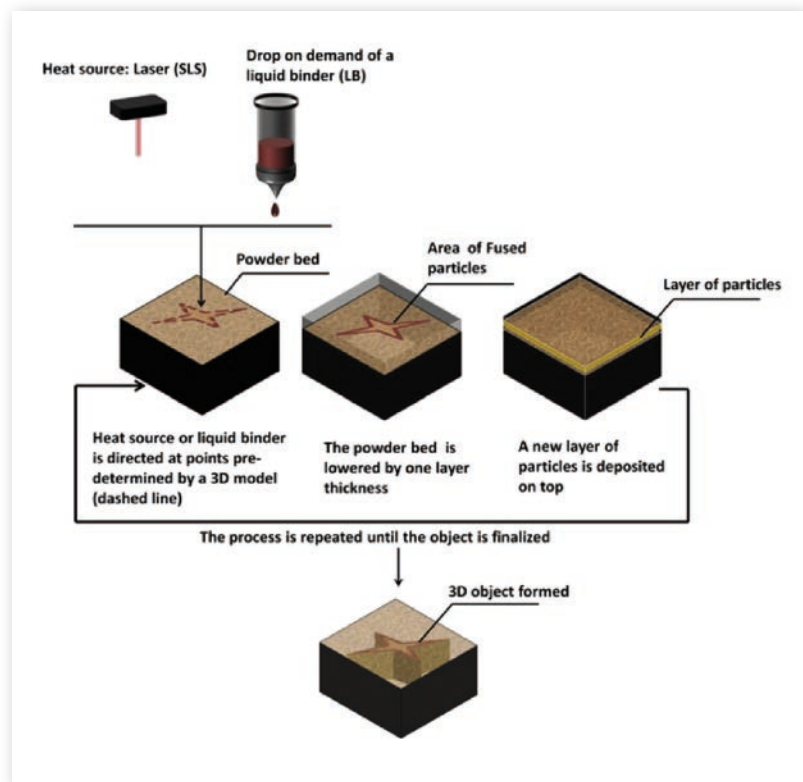
Exemplarisch werden an dieser Stelle die extrusionsbasierten Verfahren und die Verfahren auf Basis von pulverisierten Nahrungsmitteln beschrieben. Bei den unterschiedlichen Extrusionsverfahren kommen jeweils flüssige oder weiche Nahrungsmittel, wie geschmolzene Schokolade, Fondant, Pastateig sowie Frucht- und Gemüsepürees, zum Einsatz. Die Masse wird zunächst in eine Kartusche gefüllt und anschließend unter Druck durch eine Extrusionsdüse gepresst (Abbildung 3). Aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften lässt sich geschmolzene Schokolade sehr gut verarbeiten und gehört derzeit zu den am häufigsten verwendeten Nahrungsmitteln im 3D-Lebensmitteldruck. Die Auswahl und Beschaffenheit der Nahrungsmittel entscheidet am Ende wesentlich über die Formstabilität. So können die gedruckten Objekte entweder aufgrund der rheologischen Eigenschaften, durch die anschließende Abkühlungsphase oder den zusätzlichen Einsatz eines Hydrogels ihre Form behalten. Auch die zuvor festgelegten Parameter, wie Ausstoßdruck, Ausstoßmenge, Bewegungskoodinaten und Bewegungsgeschwindigkeit des Druckkopfes, haben einen wesentlichen Einfluss auf die Formstabilität.



Quelle: Godoi et al. (2016)

Abbildung 3: 3D-Lebensmitteldruck auf Grundlage extrusionsbasierter Verfahren

Bei den pulverbasierten Verfahren kommen beispielsweise Zucker, Kakao-pulver oder Gewürze zum Einsatz, um daraus komplexe Formen zu kreieren. Das Ausgangsmaterial wird zunächst auf einer ebenen, absenkbaaren Fläche verteilt. Eine Hitzequelle, wie ein Laser oder ein heißer Luftstrom, dient dazu, die Partikel einer jeden Schicht entlang der Koordinaten kurzzeitig zu erhitzen und an den entsprechenden Stellen auf diese Weise miteinander zu verschmelzen. Nachdem die Bauplattform um eine Schichtdicke abgesenkt wurde, wird neues Pulvermaterial auf der Fläche verteilt und erneut an den vorgegebenen Stellen miteinander verschmolzen (Abbildung 4). Alternativ kann für diesen Vorgang auch ein flüssiges Bindemittel verwendet werden (Abbildung 4).



Quelle: Godoi et al. (2016)

Abbildung 4: 3D-Lebensmitteldruck auf Grundlage pulverbasierter Verfahren

Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis

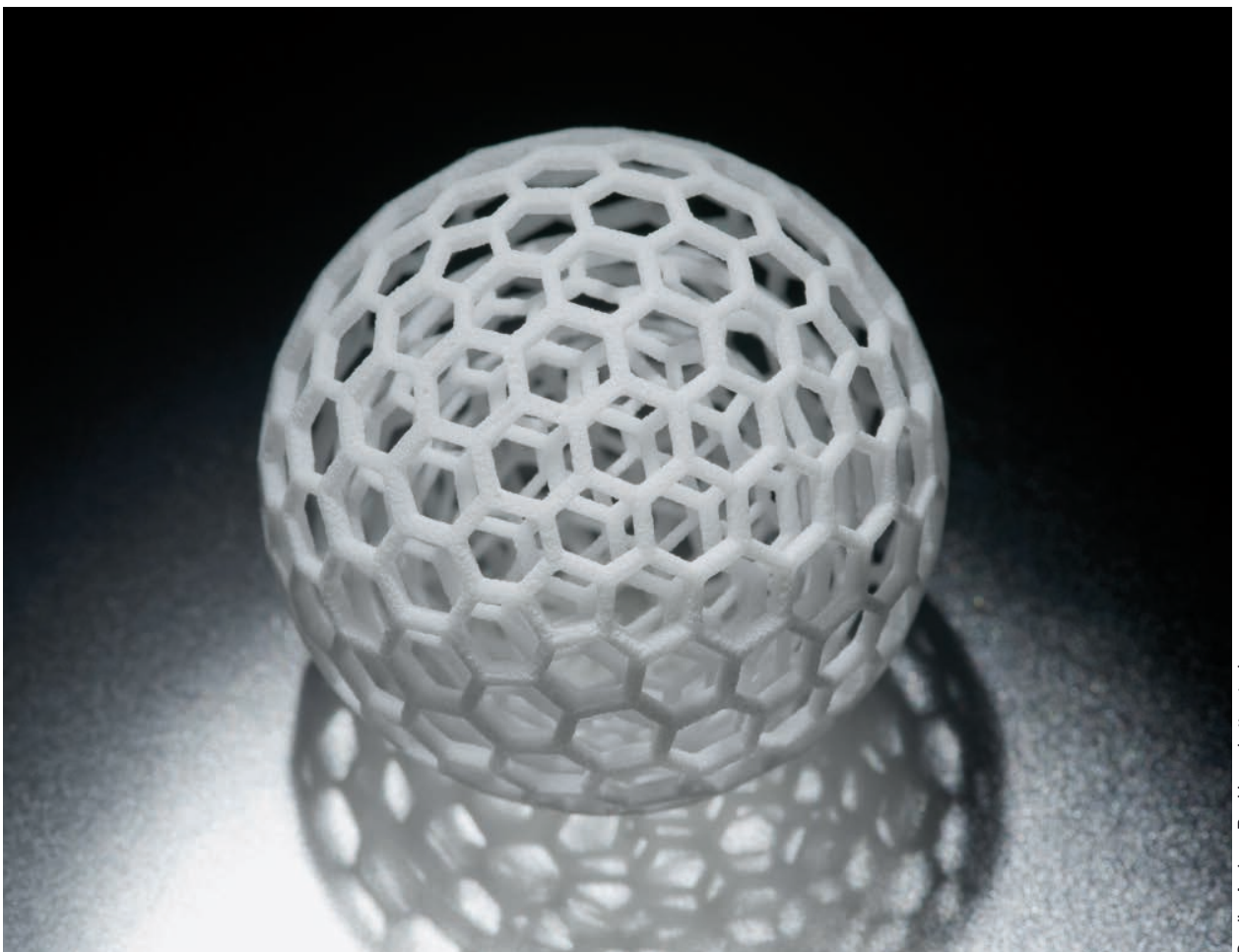
Das Interesse am 3D-Lebensmitteldruck ist groß, nicht nur in der wissenschaftlichen Forschung. Trotzdem die Anwendungsmöglichkeiten zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch sehr eingeschränkt sind, experimentieren Unternehmen schon jetzt mit der neuen Technologie und sind gleichzeitig auf der Suche nach neuen Geschäftsfeldern. Von der Anwendung im privaten Haushalt über die (gehobene) Gastronomie und die Altenverpflegung bis hin zum Einsatz bei zukünftigen Welt-raummissionen – die Möglichkeiten scheinen unbegrenzt zu sein. Nachfolgend werden einige Startups, Unternehmen und Projekte vorgestellt, in denen der 3D-Lebensmitteldruck eine zentrale Rolle spielt.

Print2Taste, ein deutsches Startup aus Freising, arbeitet seit 2014 an der Entwicklung eines 3D-Lebensmitteldruckers, dem Bocusini. Der Finanzierungsbetrag für das Projekt konnte innerhalb weniger Tage über eine Crowdfunding-Kampagne

realisiert werden. Das Startup kam unter anderem im September 2015 in die Schlagzeilen: Auf der internationalen Fachmesse für Bäckerei, Konditorei und Snacks druckte der Bocusini aus 500 g Marzipan in acht Stunden eine Modellnachbildung des Schlosses Neuschwanstein. Nach eigenen Angaben ist der Bocusini in der Lage, mehr als 30 verschiedene Lebensmittel zu verarbeiten. Dazu gehören unter anderem Marzipan, Fondant, Pürees, Frischkäse und Joghurt. Im Oktober 2016 stellte Print2Taste eine Erweiterung des Bocusini vor, mit der es möglich ist, Personen dreidimensional zu scannen und aus Marzipan nachzubilden. Mit einem Nettopreis von 2.485 Euro (Stand: Februar 2017) ist vorrangig von einer professionellen Anwendung auszugehen. Natural Machines, ein Startup mit Sitz in Barcelona, entwickelt mit dem Foodini ebenfalls einen 3D-Lebensmitteldrucker für den professionellen Einsatz. Die weitere Entwicklung soll darüber hinaus an die Anwendungsmöglichkeiten im privaten Haushalt angepasst werden.

Nicht nur Startups, sondern auch namhafte Unternehmen der Lebensmittelindustrie setzen sich bereits intensiv mit den Möglichkeiten des 3D-Lebensmitteldrucks auseinander. Eines dieser Unternehmen ist der Süßwarenhersteller Katjes. Im August 2015 präsentierte das Unternehmen den ersten lebensmittelzertifizierten 3D-Fruchtgummidrucker für den Einzelhandel, die Magic Candy Factory. Seither können sich Kunden im Berliner Katjes Café Grün-Ohr innerhalb weniger Minuten individuelle Fruchtgummis drucken lassen, für die verschiedene Formen und Geschmacksrichtungen zur Auswahl stehen. Alternativ dazu ist die Magic Candy Factory in der Lage, persönliche Fruchtgummi-Grußbotschaften auf essbarem Papier zu drucken. Seit 2016 ist Katjes mit der Weiterentwicklung der Magic Candy Factory auf Expansionskurs. Klassische Süßwaren-Shops, Freizeitparks oder auch Kaufhäuser gehören weltweit zu den potenziellen Abnehmern.

Den Fokus auf eine gastronomische Anwendung legt die italienische Barilla-Gruppe mit der Entwicklung eines 3D-Pastadruckers. Das Gerät wurde auf der EXPO 2015 in Mailand präsentiert und soll zukünftig für die Herstellung individueller Pastaformen zum Einsatz kommen. Gäste hätten über ein Tablet die Möglichkeit, aus einer Vielzahl neuer Kreationen



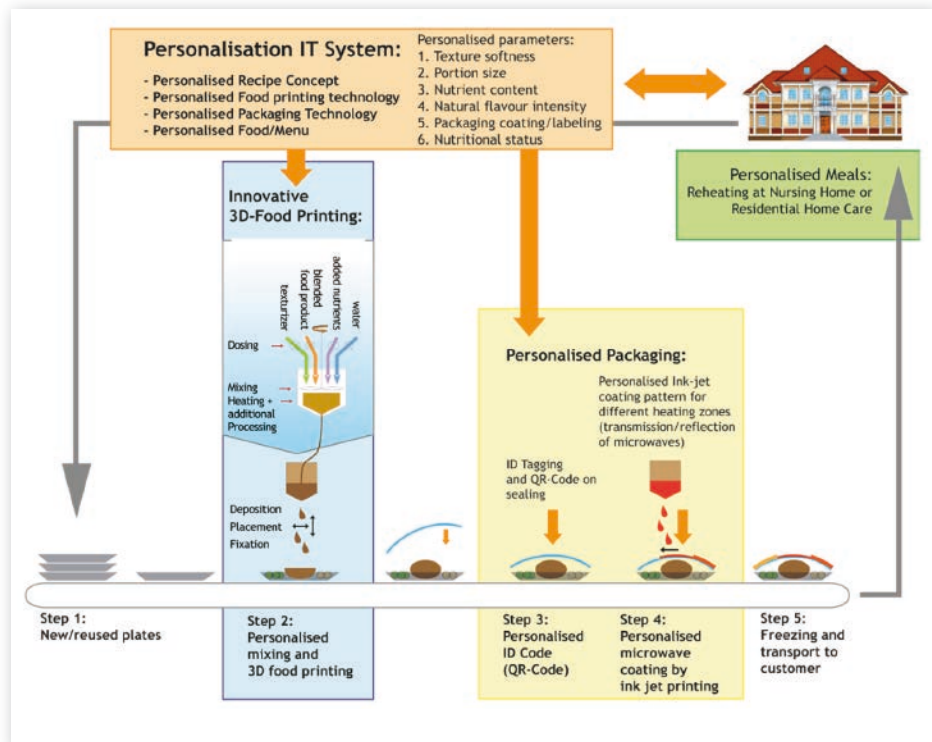
auszuwählen. Herzförmige Pasta für das erste Date oder Pasta in Form einer Rose für den Jahrestag sind hierbei nur einige Beispiele. Es ist außerdem vorstellbar, eigene Pastaformen auf Basis von 3D-Modellen auf einem USB-Stick mitzubringen oder vorab mit der Tischreservierung per E-Mail an das Restaurant zu schicken. Die Kombination alternativer Grundzutaten soll bei den Gästen nicht nur für neue Geschmackserlebnisse sorgen, sondern auch zur Individualisierung des Essens beitragen, von der insbesondere Personen mit Lebensmittelunverträglichkeiten profitieren würden. Ein entscheidender Nach-

teil liegt derzeit noch in der Druckgeschwindigkeit: Der 3D-Pastadrucker benötigt für vier individuelle Pastaformen etwa zwei Minuten und ist damit für den Einsatz in der Gastronomie noch ungeeignet. Das Unternehmen sieht trotzdem großes Potenzial für die Zukunft der Technologie und startete im Dezember 2016 zum zweiten Mal einen Design-Wettbewerb, bei dem Teilnehmer neue und kreative Pastaformen einreichen können.

Das EU-Projekt PERFORMANCE (PERsonalised FOod using Rapid MANufacturing for the Nutrition of Elderly ConsumERs) sieht den 3D-Lebensmitteldruck als zentrale Technologie einer ganzheitlichen und personalisierten Lieferkette, die auf die individuellen Ernährungsbedürfnisse älterer Personen und Personen mit Kau- und Schluckbeschwerden abgestimmt ist (Abbildung 5).

Fünf EU-Länder beteiligen sich mit 14 Kooperationspartnern an dem mit insgesamt drei Millionen Euro geförderten Projekt. Eine visuell ansprechende Zubereitung der Mahlzeiten aus dem 3D-Drucker gehört ebenso zu den wesentlichen Projektanforderungen wie die Erfüllung persönlicher Präferenzen und die Anpassung an den individuellen Nährstoffbedarf. Grundlage hierfür ist das Smoothfood-Konzept, bei dem hochwertige und natürliche Nahrungsmittel gekocht und püriert werden. Die pürierten Nahrungsmittel werden anschließend mit einem 3D-Drucker auf dem Teller zubereitet. Eine Anreicherung mit Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen ist ebenso möglich wie eine individuelle Anpassung an Portionsgrößen, Texturen oder an besondere Kostformen. Zwar lassen sich die Kosten pro Teller zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht konkret bemessen, für die Umsetzung in einzelnen Einrichtungen wird das Konzept aber voraussichtlich nicht wirtschaftlich sein. Das PERFORMANCE-Projekt ist daher auf die Produktion und Auslieferung durch ein zentrales und regionales Unternehmen ausgelegt.

3D Systems gehört zu den bekanntesten Wettbewerbern in der 3D-Druckindustrie. Im Januar 2014 verkündete das Unternehmen eine Partnerschaft mit The Hershey Company, einem der weltweit größten Schokoladenhersteller. Gemeinsames Ziel soll es in Zukunft sein, innovative Ideen im Bereich des 3D-Lebensmitteldrucks zu entwickeln und zu verwirklichen. Noch im gleichen Jahr wurde ein Schokoladendrucker, der CocoJet, präsentiert, der seitdem in Hershey's Chocolate World zum Einsatz kommt und für die Besucher auf Wunsch individuelle Schokoladenformen druckt. Der ChefJet und der



Quelle: Forstner & Rusu (2015)

Abbildung 5: Ganzheitliche und personalisierte Lieferkette im EU-Projekt PERFORMANCE

ChefJet Pro sind weitere Entwicklung von 3D Systems. Im Oktober 2015 eröffnete das Unternehmen in Los Angeles eine innovative Experimentierküche, das Culinary Lab. Chefköche und Barkeeper können dort bereits erste Erfahrungen mit dem ChefJet Pro sammeln. Das kulinarische Innovationscenter wird darüber hinaus Events, Symposien und Workshops zum 3D-Lebensmitteldruck anbieten, um einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen und die Weiterentwicklung voranzutreiben.

Vor allem in der personalisierten Ernährung sehen Wegrzyn et al. (2012) ein Konzept der Zukunft. Im Fokus steht die Produktion von Lebensmitteln auf Grundlage individueller Ernährungsbedürfnisse. Auch für Lipson & Kurman (2014, S. 154 f.) wird der 3D-Lebensmitteldruck zukünftig einen entscheidenden Anteil an der Entwicklung und Produktion personalisierter Ernährung ausmachen. Eine weitere Zielgruppe sehen die Autoren in den Anhängern der Quantified-Self-Bewegung: Menschen, die sich für ihre eigenen biometrischen Daten interessieren. Technische Hilfsmittel, wie Fitnessarmbänder und zugehörige App-Anwendungen, protokollieren die Daten und helfen bei der Auswertung. Mit einem dauerhaften Tracking lässt sich der eigene Gesundheitszustand beobachten. Schon jetzt kann eine Vielzahl biometrischer Daten erhoben werden. Ausgehend von einer voranschreitenden Entwicklung in diesem Bereich, wären 3D-Lebensmitteldrucker zukünftig in der Lage, automatisch den Nährstoffbedarf einer Person zu ermitteln und die nächste, ideale Mahlzeit zu drucken. Sowohl das EU-Projekt PERFORMANCE als auch die aktuelle Forschungsarbeit von Lipton et al. (2015) verdeutlichen das Interesse und die Relevanz an dieser Thematik.

Chancen und Risiken in der Zukunft

Die aufgeführten Beispiele aus der Lebensmittelpraxis zeigen das mögliche Potenzial des 3D-Lebensmitteldrucks. Wesentliche Vorteile gegenüber traditionellen Herstellungsverfahren lassen sich aus dem industriellen 3D-Druck auf den Bereich der Lebensmittelproduktion übertragen. Die geometrische Designfreiheit ist einer der am häufigsten genannten Aspekte (Abbildung 6).

Während traditionelle Herstellungsverfahren oftmals an der Komplexität eines zu druckenden Objekts scheitern, machen 3D-Drucker hingegen keinen Unterschied zwischen einfachen und komplexen Formen und benötigen für den Druckprozess nur einen einzigen Arbeitsschritt. Darüber hinaus sind 3D-Drucker in der Lage, jede beliebige Form zu drucken.



Abbildung 6: Komplexe Formen aus Zucker mit dem ChefJet Pro

Ein Werkzeug- oder Maschinenwechsel entfällt ebenso wie die Anfertigung einer neuen Gießform für ein neues Produkt. Benötigt wird beim 3D-Druck somit nur ein digitales 3D-Modell, das am Computer immer wieder neu angepasst werden kann. The Timberland Company, Hersteller für Outdoorbedarf, konnte beispielsweise seine Kosten für neue Prototypen von 1.200 US-Dollar auf 35 US-Dollar und die Produktionszeit von einer Woche auf 90 Minuten reduzieren (3D Systems, 2012).

Campbell et al. (2011) erwarten einen Innovationsschub durch Designer, Ingenieure und Hobbyisten, die eigene und neue Ideen mit Hilfe der 3D-Drucktechnologie einfacher und schneller verwirklichen können. Rayna & Striukova (2016) gehen in diesem Zusammenhang von vereinfachten Markteintrittschancen aus. Hohe Aufwendungen für Material, Maschinen und Räumlichkeiten bei zu Beginn geringen Produktionsmengen sind für Startups und Entrepreneurere in der Startphase typische Probleme. Neue Geschäftsideen auf Grundlage des 3D-Drucks oder 3D-Lebensmitteldrucks können möglicherweise zu einer Problemlösung beitragen.

Insbesondere bei kleinen Produktionsmengen und individuellen Produkten zeigt 3D-Druck hinsichtlich der Herstellungskosten einen entscheidenden Vorteil gegenüber traditionellen Herstellungsverfahren. Wie zuvor bereits erwähnt, können 3D-Drucker jede beliebige Form drucken. Im Gegensatz dazu ist eine traditionelle Fertigung in bestimmten Fällen entweder zu aufwendig oder nicht möglich. Ein weiterer Faktor sind hierbei die anfallenden Kosten, die mit geringen Stückmengen und steigender Komplexität zu einer nicht wirtschaftlichen Produktion führen würden. Lipton et al. (2015) sehen vor allem in dieser „Small Scale Food Production“ einen Trend, der zur Weiterentwicklung des 3D-Lebensmitteldrucks beitragen kann. Bäckereien, Konditoreien und Restaurants profitieren von der geometrischen Designfreiheit und können auf diese Weise eine höhere Wertschöpfung für die erzeugten Produkte erzielen. Aber auch für Unternehmen aus der Lebensmittelindustrie ergeben sich neue Chancen, mit innovativen Produkten und Marken die Aufmerksamkeit potenzieller Konsumenten zu gewinnen und sie für das Produkt, die Marke und das Unternehmen zu gewinnen.

Den Vorteilen der 3D-Drucktechnologie stehen auch einige Nachteile gegenüber. Anhand der bereits zuvor aufgeführten Beispiele wird deutlich, dass der 3D-Lebensmitteldruck zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Relevanz für die Massenproduktion besitzt. Es ergibt sich darüber hinaus ein Trade-off zwischen Fertigungszeit und Druckqualität. Fraglich ist allerdings auch, ob sich der 3D-Lebensmitteldruck in Zukunft grundsätzlich zu einer alternativen Technologie in der Massenproduktion weiterentwickeln kann und soll. In Abhängigkeit von der Produktionsmenge stellt hingegen das strategische Produktionskonzept der Mass Customization einen realisierbaren Ansatz dar.

Die Zusammensetzung von Nahrungsmitteln hinsichtlich der chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie Unterschiede bei Temperaturbeständigkeit und Haltbarkeit machen außerdem deutlich, dass nicht alle Nahrungsmittel für den 3D-Lebensmitteldruck geeignet sind. Eine große Herausforderung besteht in weiteren Verarbeitungsschritten wie dem Kochen, Braten und Backen. Mit dem 3D-Lebensmitteldrucker kreierte Nahrungsmittel müssen auch im weiteren Verarbeitungsprozess ihre Form und ihr Aussehen behalten. In der Auswahl geeigneter Nahrungsmittel sehen Cohen et al. (2009) den „Flaschenhals“ im gesamten Zusammenhang des 3D-Lebensmitteldrucks.

Ein nicht zu unterschätzendes Risiko besteht in potenziellen Urheberrechtsverletzungen durch die Verbreitung digitaler 3D-Modelle über das Internet. Der Kinderriegel von Ferrero oder auch der Goldhase von Lindt – beide Produkte ließen sich auf einfache Art und Weise scannen oder modellieren und anschließend als optisch exakte Kopie drucken, um sie für die gewünschten Zwecke einzusetzen. Campbell et al. (2011) gehen davon aus, dass sich Designer, Ingenieure und Juristen in den kommenden Jahren vermehrt und intensiver mit dem Urheberrecht auseinandersetzen müssen. Sissons & Thompson (2012) können sich sogar eine Zurückhaltung der Unternehmen bei Investitionen in die Produktforschung vorstellen, solange keine eindeutigen gesetzlichen Regelungen vorliegen, die einen ausreichenden Schutz gegenüber Nachahmern garantieren. Zwar gibt es schon jetzt geltende Regelungen und Gesetze, offen ist allerdings, ob diese ausreichend, um alle Eventualitäten einer neuen Technologie, wie dem 3D-Lebensmitteldruck, abzudecken.

Akzeptanz und Nutzung aus Sicht der Konsumenten

Der 3D-Lebensmitteldruck gehört zu den häufig genannten Food-Trends der Zukunft (Nestlé Zukunftsforum, 2015; Rützler & Reiter, 2015). Voraussetzung in diesem Zusammenhang ist natürlich die Akzeptanz der Konsumenten gegenüber der neuen Technologie. Eine repräsentative Studie aus dem Jahr 2015 zeigt: 24 Prozent der 16- bis 24-Jährigen und 23 Prozent der 25- bis 34-Jährigen würden sich eine Mahlzeit mit Hilfe eines 3D-Lebensmitteldruckers zubereiten (Reichelt Elektronik, 2015). Viel mehr ist aus Konsumentensicht derzeit allerdings noch nicht bekannt.

Im Rahmen einer Master-Thesis an der Professur für Lebensmittelwissenschaften der Justus-Liebig-Universität in Gießen wurde 2016 eine qualitative Analyse zur Akzeptanz und Nutzung des 3D-Lebensmitteldrucks aus Sicht der Konsumenten durchgeführt. Die methodische Vorgehensweise und die wichtigsten Ergebnisse sollen an dieser Stelle kurz präsentiert werden.



Quelle: Eigene Abbildung

Abbildung 7: 3D-Oktopus aus Fruchtgummi mit der Magic Candy Factory

13 Personen zwischen 24 und 63 Jahren und einem Durchschnittsalter von 32 Jahren nahmen an leitfadengestützten Interviews teil. 9 der 13 Teilnehmer verfügten aufgrund eines vorangegangenen oder noch aktiven Studiums über einen ernährungswissenschaftlichen Hintergrund. Voraussetzung für die Teilnahme an dem Gespräch war seitens der Teilnehmer die Freude am Kochen oder Backen. Die Idee dahinter basiert auf der Annahme, dass sich zunächst insbesondere die Konsumenten für den 3D-Lebensmitteldruck interessieren werden, die Freude an der Verarbeitung oder kreativen Zubereitung von Lebensmitteln haben. Zum aktuellen Zeitpunkt ist noch nicht von einem allgemeinen Verständnis oder Wissen über Lebensmittel aus dem 3D-Drucker auszugehen. Für die leitfadengestützten Interviews war es somit erforderlich, eine vergleichbare Wissensgrundlage zu schaffen. Die Teilnehmer erhielten daher bereits einige Tage vor dem Interview eine E-Mail mit drei Videos, in denen die unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten von 3D-Lebensmitteldruckern aufgezeigt wurden. Im Anschluss an das Interview nahmen die Teilnehmer außerdem an einer sensorischen Bewertung eines 3D-gedruckten Fruchtgummis (Abbildung 7) teil und beantworten auch in diesem Zusammenhang weitere Fragen.

Eine Gruppe von 32 Master-Studierenden, überwiegend aus den Ernährungswissenschaften und der Ernährungsökonomie, nahm darüber hinaus an einer schriftlichen Befragung teil, die sich an den leitfadengestützten Interviews orientierte und somit ergänzend in die qualitative Analyse einfließt. Die Gruppe hatte vor Beantwortung der Fragen ebenfalls an der sensorischen Bewertung teilgenommen, um auf diese Weise ein Verständnis für den 3D-Lebensmitteldruck zu bekommen. Aufgrund des insgesamt kleinen Stichprobenumfangs sind die Aussagen der Interviewteilnehmer und Gruppe der Studierenden zwar nur bedingt repräsentativ, sie vermitteln aber einen guten, ersten Eindruck aus Sicht potenzieller Konsumenten.

Für die Interviewteilnehmer ist der Einsatz eines 3D-Lebensmitteldruckers im privaten Haushalt zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur schwer vorstellbar. Ein hoher Anschaffungspreis und ein fehlender, individueller Mehrwert sind die wesentlichen Gründe. Nach Perrea et al. (2015) kann sich ein unverhältnismäßiger Preis negativ auf den wahrgenommenen Nutzen auswirken. Von Interesse wäre die Technologie für die Teilnehmer, aber vor allem für die Kreation persönlicher Geschenke, individueller Grußbotschaften oder die Verzierung von Cupcakes, Kuchen oder Torten. Auch die spielerische Zubereitung von gesundem Essen für Kinder, beispielweise Frucht- und Gemüsepürees in Form von Tierfiguren, ist denkbar. Anschaf-

fungs- und Folgekosten, Hygiene und Reinigungsmöglichkeiten sowie die Qualität der Druckergebnisse sind wesentliche Faktoren bei einer potenziellen Kaufentscheidung. Gleichzeitig werden Hygiene und Reinigungsmöglichkeiten sowie die Qualität der Druckergebnisse als mögliche Probleme in der Anwendung empfunden. Aus Sicht der Teilnehmer sollte die Bedienung intuitiv sein, um den Einstieg in den 3D-Lebensmitteldruck zu erleichtern und um optimale Druckergebnisse zu gewährleisten. Bedenken gegenüber der Technologie oder den gedruckten Lebensmitteln existieren hingegen nur wenige. Vorgefertigte Produkte aus dem Handel werden allerdings kritischer gesehen als selbst vorbereitete Nahrungsmittel, mit denen der 3D-Drucker befüllt wird.

Für die thematischen Fragen zur Anwendung in der Gastronomie wurde ein kleines Szenario entwickelt: Die Bestellung eines Schokoladendesserts aus dem 3D-Drucker im Restaurant. Die Interviewteilnehmer zeigen beim 3D-gedruckten Dessert aus Schokolade eine hohe Akzeptanz und würden bei der Bestellung auch eine höhere Wartezeit akzeptieren. Auffallend ist die geringe Zahlungsbereitschaft für ein 3D-gedrucktes Dessert, trotzdem es sich um einen innovativen Ansatz der Lebensmittelzubereitung handelt. Die Teilnehmer bestätigen auch den Mehrwert, der sich als solcher im Erlebnis widerspiegelt. Eine Erklärung liegt möglicherweise in der befragten Personengruppe selbst: Studierende verfügen über ein geringeres Einkommen und weisen daher unter Umständen eine höhere Preissensibilität auf. Sehr positive Reaktionen erhält die Idee, eigene 3D-Modelle auf einem USB-Stick mitzubringen oder vorab per E-Mail an das Restaurant zu schicken. Als passende Gelegenheiten gelten hierbei besondere Anlässe wie Geburtstage, Hochzeiten oder Unternehmensfeiern.

Aus Sicht der Teilnehmer werden 3D-Lebensmitteldrucker auch in zehn Jahren im privaten Haushalt noch nicht weit verbreitet sein. Produktvorführungen in Supermärkten, geringe Anschaffungs- und Folgekosten, ein hoher Funktionsumfang und ein Mehrwert durch Arbeitserleichterung werden unter anderem als wesentliche Maßnahmen und Kriterien genannt, um die Verbreitung voranzutreiben. Der Lebensmitteleinzelhandel wäre mit klassischen Produktvorführungen am Point-of-Sale außerdem in der Lage, das eigene Angebot zu erweitern und individuelle Produkte direkt oder auf Bestellung für die Kunden herzustellen. Mit einer strategischen Umsetzung dieser Art könnten sich einzelne Filialen von anderen lokalen Wettbewerbern differenzieren.

Schlussbemerkung

Der vorliegende Übersichtsartikel hat gezeigt, dass mit dem 3D-Lebensmitteldruck schon jetzt und mit unterschiedlichen Lebensmitteln gute Ergebnisse erzielt werden können. Die Ideen für potenzielle Anwendungsmöglichkeiten scheinen dabei kaum begrenzt zu sein. Gleichzeitig ergeben sich mit der Technologie nicht nur für große Unternehmen neue Chancen, sondern vor allem auch für Entrepreneure und Startups, die von leichteren Markteintrittsbarrieren profitieren können. Erste Untersuchungen zeigen darüber hinaus die Akzeptanz und Offenheit der Konsumenten gegenüber der Technologie. Trotz allem ist es für den 3D-Lebensmitteldruck noch ein weiter Weg bis hin zum berühmten Replikator aus Star Trek, der in diesem Zusammenhang immer wieder als Beispiel dient.

Reference list

- 3D Systems (2012): The Timberland Company: Timberland Saves Time and Money, Finds the Right Style with 3D Printing. Verfügbar unter: http://3dsystems.com/sites/www.3dsystems.com/files/21_CaseStudy-Timberland-FINAL.pdf [28.02.2017].
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O. und Garrett, B. (2011): Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing. Verfügbar unter: http://atlanticcouncil.org/images/files/publication_pdfs/403/101711_ACUS_3DPrinting.PDF [28.02.2017].

- Cohen, D.L., Lipton, J.I., Cutler, M., Coulter, D., Vesco, A. und Lipson, H. (2009): Hydrocolloid Printing: A Novel Platform for Customized Food Production, in Bourell, D.L., Crawford, R.H., Seepersad, C.C., Beaman, J.J. und Marcus, H. (Hrsg.): Solid Freeform Fabrication Proceedings. 20th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Additive Manufacturing Conference. University of Texas at Austin, Austin, Texas, 3.–5. August, S. 807–818. Verfügbar unter: <http://sffsymposium.engr.utexas.edu/Manuscripts/2009/2009-71-Cohen.pdf> [28.02.2017].
- Coteleer, M., Holdowsky, J., Mahto und Monika (2014): The 3D opportunity primer: The basics of additive manufacturing. Verfügbar unter: https://dupress.deloitte.com/content/dam/dup-us-en/articles/the-3d-opportunity-primer-the-basics-of-additive-manufacturing/DUP_718-Additive-Manufacturing-Overview_MASTER1.pdf [28.02.2017].
- Forstner, S. & Rusu, A. (2015): Development of personalised food for the nutrition of elderly consumers, in Dumitras, D.E., Jitea, I.M. und Aerts, S. (Hrsg.): Know your food: Food ethics and innovation. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, S. 24–27.
- Godoi, F.C., Prakash, S. und Bhandari, B.R. (2016): 3d printing technologies applied for food design: Status and prospects. Journal of Food Engineering, 179(Juni), S. 44–54.
- Gong, J., Shitara, M., Serizawa, R., Makino, M., Kabir, M.H. und Furukawa, H. (2014): 3D Printing of Meso-Decorated Gels and Foods. Materials Science Forum, 783-786(Mai), S. 1250–1254.
- Jia, F., Wang, X., Mustafee, N. und Hao, L. (2016): Investigating the feasibility of supply chain-centric business models in 3D chocolate printing: A simulation study. Technological Forecasting and Social Change, 102(Januar), S. 202–213.
- Lipson, H. & Kurman, M. (2014): Die neue Welt des 3D-Drucks, Weinheim: Wiley.
- Lipton, J.I., Cutler, M., Nigl, F., Cohen, D. und Lipson, H. (2015): Additive manufacturing for the food industry. Trends in Food Science & Technology, 43(1), S. 114–123.
- Lipton, J.I., Arnold, D., Nigl, F., Lopez, N., Cohen, D., Norén, N. und Lipson, H. (2010): Multi-Material Food Printing with Complex Internal Structure Suitable for Conventional Post-Processing, in Bourell, D.L., Crawford, R.H., Seepersad, C.C., Beaman, J.J. und Marcus, H. (Hrsg.) Solid Freeform Fabrication Proceedings. 21st Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Additive Manufacturing Conference. University of Texas at Austin, Austin, Texas, 9.–11. August, S. 809–815. Verfügbar unter: <http://sffsymposium.engr.utexas.edu/Manuscripts/2010/2010-68-Lipton.pdf> [28.02.2017].
- Nestlé Zukunftsforum (2015): Wie is(s)t Deutschland 2030? Nestlé Zukunftsstudie, Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Periard, D., Schaal, Noy, Schaal, Maor, Malone, E. und Lipson, H. (2007): Printing Food, in Bourell, D.L., Crawford, R.H., Seepersad, C.C., Beaman, J.J. und Marcus, H. (Hrsg.): Solid Freeform Fabrication Proceedings. 18th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Additive Manufacturing Conference. University of Texas at Austin, Austin, Texas, 6.–8. August, S. 564–574. Verfügbar unter: <http://sffsymposium.engr.utexas.edu/Manuscripts/2007/2007-48-Periard.pdf> [28.02.2017].
- Perrea, T., Grunert, K.G. und Krystallis, A. (2015): Consumer Value perceptions of food products from emerging processing technologies: A cross-cultural exploration. Food Quality and Preference, 39(Januar), S. 95–108.
- Rayna, T. & Striukova, L. (2016): From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. Technological Forecasting and Social Change, 102(Januar), S. 214–224.
- Reichelt Elektronik (2015): Zwei Drittel der Deutschen wollen 3D-Drucker nutzen. Pressemitteilung, 22. Mai. Verfügbar unter: <http://presseportal.de/pm/115736/3028785> [28.02.2017].

- Rützler, H. & Reiter, W. (2015): Food Report 2016, Frankfurt: Zukunftsinstitut.
- Sissons, A. & Thompson, S. (2012): Three Dimensional Policy: Why Britain needs a policy framework for 3D printing. Verfügbar unter: http://nibec.ulster.ac.uk/uploads/documents/3d_printing_paper_final_15_oct.pdf [28.02.2017].
- Soares, S. & Forkes, A. (2014): Insects Au Gratin – An Investigation into the Experiences of Developing a 3D Printer that uses Insect Protein Based Flour as a Building Medium for the Production of Sustainable Food, in Bohemia, E., Eger, A., Eggink, W., Kovacevic, A., Parkinson, B. und Wits, W. (Hrsg.): Proceedings of the 16th International Conference on Engineering and Product Design Education. 16th International Conference on Engineering and Product Design Education. London South Bank University, Enschede, Niederlande, 4.–5. September. Glasgow: The Design Society, S. 426–431.
- Southerland, D., Walters, P. und Huson, D. (2011): Edible 3D Printing, in Society for Imaging Science and Technology (Hrsg.) Conference Proceeding. NIP 27: International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication. Society for Imaging Science and Technology, Minneapolis, Minnesota, 2.–6. Oktober, S. 819–822. Verfügbar unter: http://imaging.org/site/PDFS/Reporter/Articles/REP26_5_6_NIP27DF11_SOUTHERLAND_PG819.pdf [28.02.2017].
- Wegrzyn, T.F., Golding, M. und Archer, R.H. (2012): Food Layered Manufacture: A new process for constructing solid foods. Trends in Food Science & Technology, 27(2), S. 66–72.

Autor:

Sebastian Vogt, M.Sc. Ernährungsökonomie, Frankfurt am Main, Sebastian.Vogt@ernaehrung.uni-giessen.de

Kontakt:

Dr. Annette Schmelzle, DLG-Fachzentrum Lebensmittel, A.Schmelzle@DLG.org

© 2017

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung. Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.

DLG-Expertenwissen: Kompakte Informationen zu aktuellen Themen der Lebensmittelbranche

Expertenwissen, Trends und Strategien aus erster Hand. In zahlreichen Publikationen informiert die DLG regelmäßig über aktuelle Themen und Entwicklungen in den Bereichen Lebensmitteltechnologie, Qualitätsmanagement, Sensorik und Lebensmittelqualität.

In der Reihe „DLG-Expertenwissen“ greifen Experten aktuelle Fragestellungen auf und geben kompakte Informationen und Hilfestellungen.

Die einzelnen Ausgaben der DLG-Expertenwissen stehen als Download zur Verfügung unter: www.DLG.org/Publikationen.html.

Weitere Informationen zu den DLG-Expertenwissen: DLG e.V., Marketing, Guido Oppenhäuser, G.Oppenhauer@DLG.org



DLG e.V.

Fachzentrum Lebensmittel

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-311 · Fax +49 69 24788-8311

FachzentrumLM@DLG.org · www.DLG.org