

Eiprodukte: Der Trocknungsprozess beeinflusst die Eigenschaften

Funktionalität von sprühgetrocknetem Volleipulver optimal einstellen

Das Ei besitzt von Natur aus eine Reihe von einmaligen funktionellen Eigenschaften, einen unverwechselbaren Geschmack und eine sehr hohe ernährungsphysiologische Wertigkeit. Zu den funktionellen Eigenschaften, die auch und gerade in der Süßwarenindustrie von Bedeutung sind, zählen die Möglichkeit der Herstellung von Schäumen, die Wirkung als Emulgator sowie die Bildung von festen Gelen bei höheren Temperaturen. Alle diese für die Anwendung sehr wertvollen Funktionalitäten der Eiinhaltsstoffe sind ohne aufwendige physikalische oder chemische Modifizierung des Produktes verfügbar.

Insbesondere Volleiprodukte werden in verschiedenen Feinen Backwaren eingesetzt, um die gewünschten geschmacklichen und strukturellen Eigenschaften des Gebäcks zu erreichen. Unter industriellen Bedingungen wird schon seit Jahrzehnten auf industriell hergestellte Eiprodukte zurückgegriffen, da die Verarbeitung von Eiern aus der Schale im eigenen Betrieb sehr hohe hygienische Anforderungen stellt. Die Verwendung der pasteurisierten Produkte, wie sie von den Eiproduktlieferanten bereitgestellt werden, vermindert das mikrobiologische Risiko im eigenen Betrieb.

VOM EI ZUM EIPRODUKT

In der Abbildung 1 ist die industrielle Herstellung von Eiprodukten schematisch dargestellt. Zunächst werden die Schaleneier gewaschen, anschließend auf einer kontinuierlichen Aufschlagmaschine geöffnet und in die Komponenten Eigelb und Eiklar getrennt, die in separaten Stapeltanks zwischengelagert werden. Zur Herstellung von Volleiprodukten werden Eiklar und Eigelb im Verhältnis von etwa 2 zu 1 gemischt sowie homogenisiert, so dass ein einheitliches Produkt erhalten wird.

Der nachfolgende, gesetzlich vorgeschriebene Pasteurisationsprozess soll vor allem die Abtötung von pathogenen Mikroorganismen im Eiprodukt sichern. Die Vermarktung des Volleies erfolgt entweder als Flüssigvollei (pasteurisiert) mit eingeschränkter Haltbarkeit oder aber als tiefgefrorenes Produkt bzw. getrocknetes Produkt mit längerer Haltbarkeit.

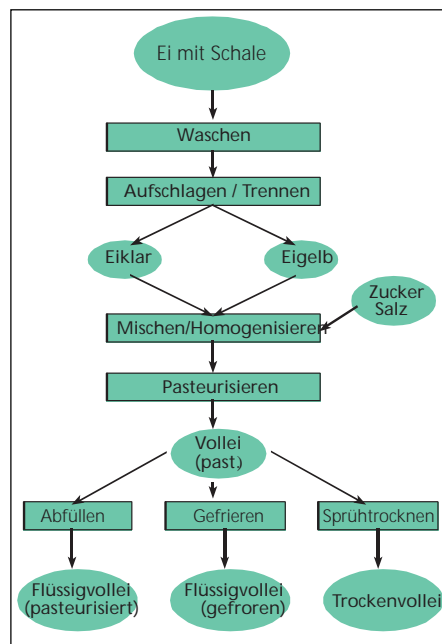


Abb. 1: Schema des Herstellungsprozesses von industriellen Volleiprodukten

Dem Vollei können noch Zusätze, wie zum Beispiel Zucker oder Salz, zum Herstellen von Spezialprodukten zugegeben werden. Für eine umfassende Darstellung über Gewinnung und Eigenschaften von Eiprodukten für Süßwaren sei auf /1/ verwiesen.

Eine zunehmende Bedeutung für die industrielle Verarbeitung gerade auch in Feinen Backwaren hat inzwischen der Einsatz getrockneter Volleiprodukte, da diese vorteilhafte Verarbeitungseigenschaften gegenüber dem Flüssigvollei haben.

Das betrifft vor allem:

- verlängerte Haltbarkeit (mehrere Monate),
- vereinfachtes Handling bei größerer mikrobiologischer Sicherheit und
- verringerter Transportaufwand (nur 25 % Masse gegenüber dem Flüssigprodukt).

Zusätzlich trägt die Verbreitung von Fertigbackmischungen zur verstärkten Nachfrage nach getrockneten Volleiprodukten bei.

IM FORSCHUNGSBLICK: EIGENSCHAFTEN DER EIPRODUKTE

Auch wenn in der heutigen Zeit diese Trockenvolleiprodukte bereits mit einem hohen Qualitätsstandard hergestellt werden können, lassen sich doch physikalisch bedingte Veränderungen an dem Proteinsystem und den komplexen Strukturen des Volleies durch die höheren Temperaturen und den Wasserentzug während des Sprühtrocknungsvorganges nicht vermeiden, so dass es zu einer gewissen Beeinträchtigung in der Funktionalität der wieder rekonstituierten Produkte kommt.

Um die Abweichungen in den einzelnen Funktionalitäten der Trockenprodukte so gering wie möglich zu halten bzw. durch die Sprühtrocknung bestimmte Eigenschaften gezielt einzustellen, sind genaue Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Ausgangsmaterial, Prozessbedingungen bei der Sprühtrocknung und resultierenden Eigenschaften des Endproduktes erforderlich.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wird am Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik an der Untersuchung derartiger Zusammenhänge und deren statistisch-mathematische Beschreibung gearbeitet. Ausgewählte Ergebnisse von Arbeiten im Rahmen von Sprühtrocknungsexperimenten an einer Pilotanlage werden in diesem Beitrag vorgestellt und diskutiert.

MATERIAL UND METHODEN

Für die Untersuchungen wurde eine Pilot-Trocknungsanlage (Firma Sanovo Engineering, Odense, DK), die als sogenannter Box-Dryer ausgeführt ist, verwendet. Die Anlage ist in Bild 2 schematisch und als Werksfoto dargestellt. Das flüssige Eiprodukt wird aus einem Vorratsbehälter (1) mittels Hochdruckpumpe (2) und Einstoffdüse (4) in eine horizontale Sprühkammer zerstäubt. Das herunter-

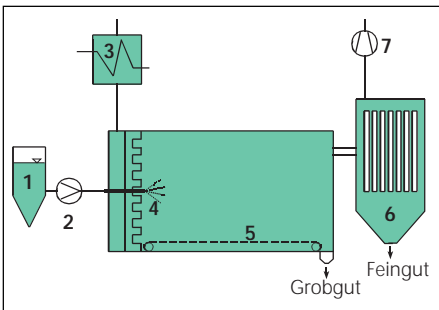


Bild 2A: Pilot-Sprühtrocknungsanlage Box-Dryer, schematisch



Bild 2B: Pilot-Sprühtrocknungsanlage Box-Dryer, Werksfoto der Fa. Sanovo

terfallende trockene Pulver wird mit einem am Boden der Sprühkammer angebrachten Förderband (5) gesammelt, während mit der Abluft ausgetragene kleinere Partikel in der Filteranlage (6) mittels Filtertücher abgetrennt werden.

Für die Versuche wurde industriell hergestelltes Vollei verwendet, das zuvor homogenisiert und pasteurisiert wurde.

Die unterschiedlich getrockneten Produkte wurden hinsichtlich ihrer Funktionalität (wie Geleigenschaften, Emulgierverhalten, u. a.) sowie des physikochemischen Zustandes der Proteine (Proteinlöslichkeit, Denaturierung) analysiert. Die anschließende mathematische Auswertung der Daten hatte das Ziel, statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den Trocknungseinstellungen sowie den Eigenschaften und Funktionalitäten der unterschiedlich beanspruchten Eiprodukte aufzudecken. Dazu wurde die Korrelationsanalyse und die Regressionsanalyse angewendet [2].

Während erstere vor allem zur Erkennung von qualitativen Zusammenhängen zwischen einzelnen Parametern geeignet ist, kann durch die Regression eine quantitative Abhängigkeit von Prozessparametern ermittelt werden, die auch für die Optimierung nutzbar ist. Auf diese Weise lassen sich z. B. funktionelle Eigenschaften der Volleiprodukte direkt als Funktion der verwendeten Trocknungseinstellungen angeben.

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit bei der Auswertung wurden die analytisch ermittelten bzw. während der Trocknung gemessenen Daten zu Eigenschafts-Subgruppen (ESG) entsprechend Bild 3 zusammengefasst. Die relevanten Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gruppen sind durch Buchstabenkombinationen bezeichnet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Anhand einer Versuchsserie am Pilot-Sprühtrockner, bei der die Eintrittstemperatur der Luft in den Trockner und der Einspritzdruck des Eiproduktes vor der Düse im Rahmen eines statistischen Versuchsplanes geändert wurden, werden im Folgenden ausgewählte Ergebnisse exemplarisch veranschaulicht.

Die Bilder 4 bis 6 zeigen mittels Regression berechnete Beziehungen zwischen den Trocknungsbedingungen und der resultierenden Funktionalität [AD], die naturgemäß vor allem für die industrielle Praxis von großem Interesse sind.

Im Bild 4 ist ein solcher berechneter Zusammenhang zwischen den variierten Trocknungseinstellungen (Eintrittstemperatur der Luft und Düsendruck) und der Dichte eines Schaums aus dem rekonstituierten Vollei, das unter definierten Bedingungen aufgeschlagen wurde, dargestellt. Es ist ein deutlicher Einfluss der Lufttemperatur auf die Schaumdichte zu erkennen, wobei mit höherer Eintrittstemperatur bei der Trocknung eine höhere Dichte des Schaums aus dem so getrockneten Vollei resultiert.

Das heißt, höhere Trocknungstemperaturen, insbesondere oberhalb von 160 °C, führen zu einer deutlichen Verschlechterung der Verschäumungseigenschaften, da der aus diesen Produkten hergestellte Schaum weniger Volumen besitzt. Der Druck, mit dem das Vollei in den Trockner gesprüht wird, hat ebenfalls einen, wenn auch wesentlich geringeren Einfluss.

Insbesondere bei tieferen Lufttemperaturerträgen trägt ein geringerer Düsendruck zur besseren Erhaltung der Verschäumungseigenschaften bei (geringere Schaumdichte). Da die Verschäumungseigenschaften des Eies im Wesentlichen von den Proteinen und deren Denaturierung bei der Trocknung abhängen, scheint demnach bei geringeren Trocknungstemperaturen ein niedriger Druck noch zusätzlich stabilisierend zu wirken. Bei höheren Trocknungstemperaturen dagegen ist die Schädigung der Proteine schon so hoch, dass der Druck keinen Einfluss mehr hat.

Bild 5 veranschaulicht als zweites Beispiel den Einfluss der Trocknungsbedingungen auf die Emulgierseigenschaften des rekonstituierten Trockenvolleies anhand der Stabilität einer mit dem Vollei hergestellten o/w-Emulsion. Insbesondere die Eintrittstemperatur der Luft beeinflusst die Emulsionsstabilität, wobei in diesem Fall eine höhere Temperatur zu einer besseren Emulgierwirkung (geringerer Anteil an aufgerahmter Ölphase) beiträgt. Diese Tendenz ist wiederum besonders bei höheren Düsendrücken relevant, während der Düsendruck selbst einen geringeren Einfluss besitzt.

Die bessere Emulsionsstabilität kann über die Veränderung der Wasserbindung der Volleiproteine durch die Trocknung erklärt werden, so dass durch eine Viskositätserhöhung der kontinuierlichen Phase die Stabilität gegen Aufräumen erhöht wird.

Im Bild 6 ist als drittes Beispiel der Zusammenhang zwischen den Trocknungsbedingungen und der Festigkeit des aus dem rekonstituierten Volleipulver hergestellten Gels, dargestellt als Maximalkraft bei der Deformation des Gelkörpers, aufgezeigt. Auch hier wird ein deutlicher Einfluss der Lufttemperatur während der Trocknung erkennbar, wobei mit höherer Temperatur eine Verringerung der Gelfestigkeit einhergeht. Allerdings

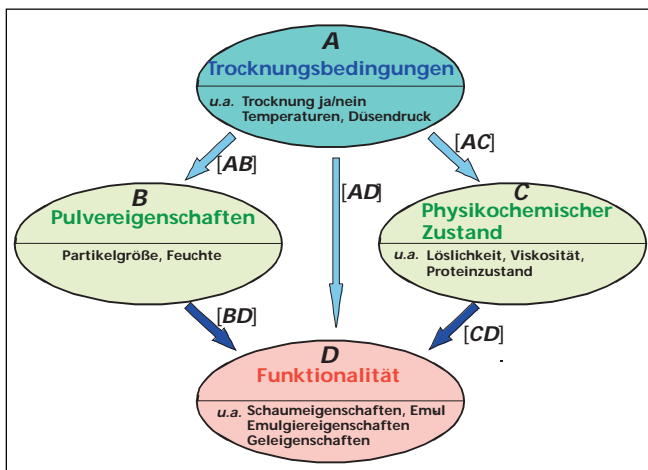


Bild 3: Einteilung der Daten in Eigenschafts-Subgruppen und deren relevante Zusammenhänge.

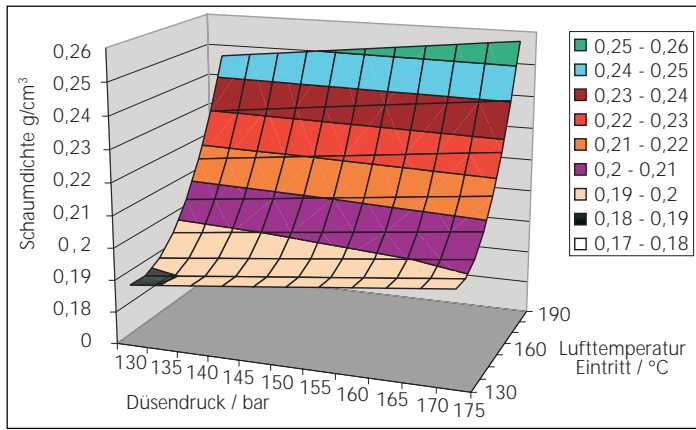


Bild 4: Berechnete Abhängigkeit der Dichte des aufgeschäumten Volleies von der Lufteintrittstemperatur und dem Düsendruck bei der Trocknung.

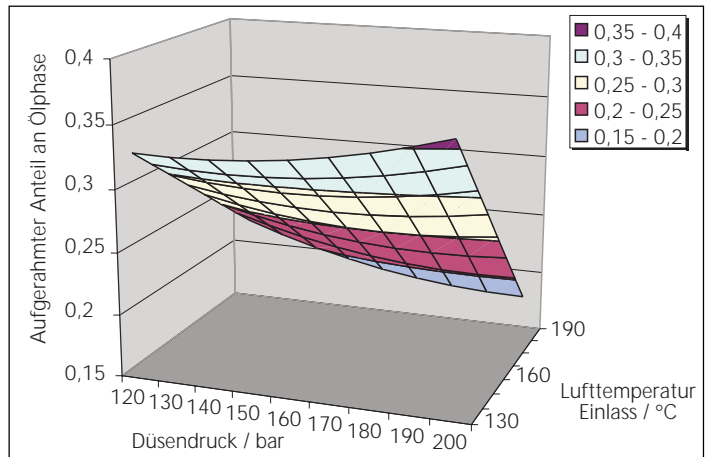


Bild 5: Berechnete Abhängigkeit der Stabilität einer unter Verwendung des rekonstituierten Pulvers hergestellten Emulsion von der Lufteintrittstemperatur und dem Düsendruck bei der Trocknung.

wird dieser Einfluss mit zunehmender Temperatur geringer und erreicht bei ca. 160 °C ein Plateau, so dass eine weitere Steigerung der Lufttemperatur einen deutlich geringeren Einfluss auf die Gelfestigkeit hat.

Auf der anderen Seite wirkt sich ein höherer Druck insbesondere bei höheren Temperaturen positiv auf diesen Parameter aus (höhere Festigkeit).

Die in den Bildern 4 bis 6 dargestellten Zusammenhänge ermöglichen bereits die Auswahl geeigneter Trocknungsbedingungen zur Herstellung von getrockneten Volleiprodukten mit speziellen funktionellen Eigenschaften. Das soll an einem Beispiel exemplarisch erläutert werden.

Eine mögliche Aufgabenstellung für ein Trockenvollei könnte ein Produkt sein, das eine hohe Gelfestigkeit bei mittleren Verschäumungseigenschaften besitzen soll. Eine solche Kombination ist für relativ schwere Gebäcke (geringe Schaumdichte), die nach dem Backen nicht zu stark zusammenfallen sollen, relevant. Betrachtet man die Bilder 4 und

6 unter diesem Gesichtspunkt, dann ist zu erkennen, dass die Trocknungstemperatur im mittleren Bereich liegen kann, da bei höheren Temperaturen keine Verbesserung der Gelfestigkeiten erreicht wird. Andererseits sind bei den mittleren Temperaturen noch mittlere Schaumeigenschaften zu erwarten. Der Druck kann durchaus höher sein, da damit eine Verbesserung der Gelfestigkeit erreicht werden kann (Bild 6) bei nur geringfügigen Einbußen hinsichtlich Schaumeigenschaften (Bild 4).

In ähnlicher Weise ließen sich auch für andere Kombinationen von Funktionalitäten des Trockenvolleies die relevanten Trocknungsbedingungen aus den Ergebnissen ermitteln.

Neben diesen praktischen Fragestellungen ist aber auch die Frage interessant, wie diese unterschiedlichen Funktionalitäten der getrockneten Produkte mit dem physikochemischen Zustand der Inhaltsstoffe, vor allem der Proteine, zusammenhängen. Dieser Zusammenhang ist im Bild 3 mit [CD] gekennzeichnet. Im Bild 7 ist dazu beispielhaft die

Abhängigkeit der Gelfestigkeit von der Löslichkeit des Proteins nach Bradford in einer 0,3M-Salzlösung /3/ dargestellt. Mit zunehmender Löslichkeit erhöht sich auch die Festigkeit des thermisch induzierten Gels, dessen strukturbestimmende Elemente im Wesentlichen von den Proteinen mit ihren Vernetzungen gebildet werden. Eine weitgehende Erhaltung der Löslichkeit der Proteine während der Trocknung ist demnach wichtig für die Ausbildung fester Gele aus dem rekonstituierten Trockenvollei.

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Herstellung Feiner Backwaren werden zunehmend getrocknete Volleiprodukte eingesetzt, da diese Vorteile gegenüber dem Flüssigprodukt haben. Allerdings erfolgt durch den Trocknungsvorgang eine Veränderung der Inhaltsstoffe des Volleies und damit der Funktionalität. Um gezielt Trockenvolleiprodukte mit maßgeschneiderten Eigenschaften herstellen zu können, sind Kenntnisse über die gegenseitige Beeinflussung von Trocknungsbedingungen und Eigenschaften notwendig. Derartige Zu-

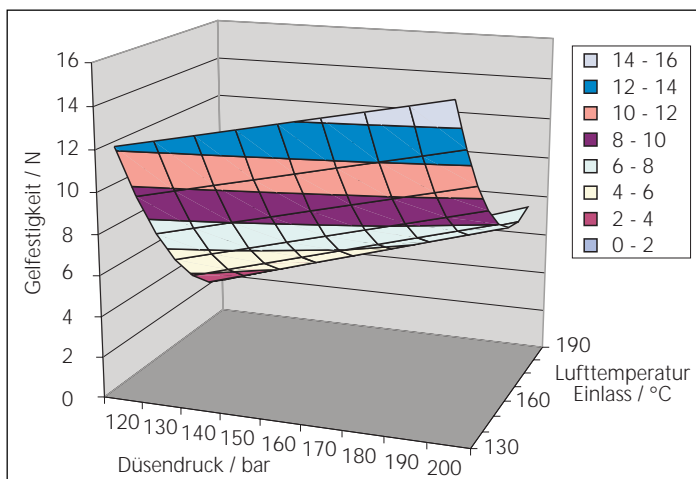


Bild 6: Berechnete Abhängigkeit der Festigkeit eines hitzeinduzierten Gels aus rekonstituiertem Pulver von der Lufteintrittstemperatur und dem Düsendruck bei der Trocknung.

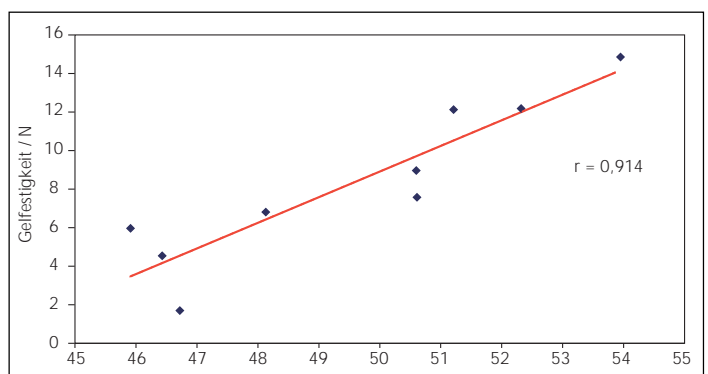


Bild 7: Abhängigkeit der Festigkeit des thermisch induzierten Gels von der Löslichkeit des Proteins im rekonstituierten Vollei mit Korrelationskoeffizienten.

sammenhänge konnten mittels Untersuchungen an einem Pilot-Sprühtrockner ermittelt und in adäquater Form durch Regressionsgleichungen beschrieben werden.

Unter Verwendung dieser Beziehungen sollte es möglich sein, Trockenvollei mit speziellen Funktionalitäten, z. B. verbesserte Emulgier-eigenschaften, herzustellen und damit für unterschiedliche Anwendungen maßgeschneiderte Produkte zu liefern. Dazu wird in dem Artikel ein einfaches Beispiel demonstriert.

SUMMARY

Dried whole egg is often used for manufacturing fine bakery goods due to its advantages compared with pasteurized liquid whole egg. However, the drying process affects egg components in different ways which influences functionality of dried whole egg. Therefore, basic knowledge about the influence of drying conditions on product functionality is necessary to manufacture dried egg products with special properties. The authors present results of spray drying

experiments with a pilot spray dryer. They detect significant relationships between drying parameters and functionality of whole egg which can be described by regression equations. These equations can be used for manufacturing dried whole egg with special functionality for different applications. One example of choosing such a special dried product is demonstrated.

LITERATUR

1. Heitz, H.-J.; Mailänder, V.; Meyer-Burgdorff, K.-H. (1996) Eiprodukte, eine Alternative zum Schalenei, Zucker- und Süßwarenwirtschaft 49 (10) 458-465
2. Franke, K. (2000) DataStar 2.XX, Programm zur statistischen Datenauswertung, Quakenbrück, Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.
3. Franke, K.; Kießling, M. (2001) Einfluss des Herstellungsprozesses auf die Eigenschaften von sprühgetrocknetem Volleipulver, Zwischenbericht AiF-FV 12145, Quakenbrück: Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.

Danksagung

Das Forschungsprojekt wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert (AiF-Projekt-Nr.: 12145N). Für die gute Unterstützung bedanken sich die Autoren bei den beteiligten Firmen und dem Bundesverband der Deutschen Eiproduktenindustrie.

Autoren: Dr.-Ing. Knut Franke,
Dipl.-Ing. (FH) Martina Kießling
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.,
Postfach 1165, 49610 Quakenbrück

Kennworte:

Eier –

Flüssigvollei –

Eiprodukte –

Volleiprodukte –

Eiprodukte, Eigenschaften –

Volleipulver –

Eier, Trocknung und Eigenschaften