

## Untersuchungen zur Aromaentwicklung bei der Kakaoröstung unter besonderer Berücksichtigung der Steuerung des Temperatur-Zeitprofils

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik Bereich I: Lebensmittelverfahrenstechnik Prof. Dr. Heike P. Schuchmann/Dr. Volker Gaukel/Dr. Jewe Schröder
<b>Forschungsstelle II:</b>	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Freising Prof. Dr. Dr. Peter Schieberle/Dr. Martin Steinhaus
<b>Industriegruppe:</b>	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dr. Tobias Lohmüller Bühler Barth AG, Freiberg
<b>Laufzeit:</b>	2011 – 2013
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 305.500,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Bei der Schokoladenherstellung ist der Röstprozess ein entscheidender Verfahrensschritt, der das Aromaprofil und die Qualität fertiger Schokolade prägt. Insbesondere beim Rösten und Conchieren haben Schokoladenhersteller die Möglichkeit, Einfluss auf das individuelle Aromaprofil des fertigen Produktes zu nehmen. So hat der Hersteller die Möglichkeit, das Aroma seiner Schokolade gezielt zu gestalten, eine Fähigkeit, die in Zeiten sortenreiner Schokoladen mit hohem Kakaoanteil an Bedeutung gewonnen hat. Die Röstbedingungen haben einen wesentlichen Einfluss auf das Aromaprofil der Kakaomasse. Die Möglichkeit, über die Röstung Einfluss auf das Aromaprofil zu nehmen, hängt jedoch zu einem großen Teil vom Erfahrungswissen der Unternehmen ab. Eine gezielte Aromagestaltung im Röstprozess auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde bislang in der Literatur nicht beschrieben. Bekannt sind Kennzahlen zur Bewertung des Röstgrades. Diese orientieren sich an einzelnen Leitsubstanzen, nicht jedoch an den für das Aroma relevanten Verbindungen. An der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) wurden in den letzten Jahren, u.a. im Rahmen mehrerer IGF-Vorhaben, die entscheidenden Schlüsselverbindungen für das Aroma von Kakao identifiziert und z. T. auch deren Bil-

dungswege im Rahmen der Verarbeitung aufgeklärt. An der Forschungsstelle 1 wurde detailliertes verfahrenstechnisches Know-How zur Röstung von Kakao gesammelt, um bestehende Röstprozesse effizienter zu gestalten und homogenere Röstprofile zu erhalten. Im vorliegenden Vorhaben wurden diese beiden Ansätze erstmalig miteinander verknüpft.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, zu erforschen, welchen Einfluss die Temperatur-Zeit-Profile bei der Kakaoröstung auf das sensorisch wahrnehmbare Aromaprofil des Röstkakaos und die dafür verantwortlichen Schlüsselverbindungen sowie auf die Gesamtheit der flüchtigen Verbindungen, das sog. flüchtige Metabolom, haben. Gleichzeitig sollte die Energieeffizienz des Röstprozesses betrachtet und zur Beurteilung des Verfahrens herangezogen werden. Als Einflussfaktoren wurden unterschiedliche Aufheizraten, Gesamtprozesszeiten sowie unterschiedliche Produkttemperaturen untersucht. Diese wurden mit konvektiver Lufterwärmung und/oder durch den Einsatz von Mikrowellen erreicht.

### Forschungsergebnis:

In Zusammenarbeit mit Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses wurden als Kakaosorten ein Edelkakao aus Ecuador (Nacio-

nal) sowie ein Konsumkakao von der Elfenbeinküste jeweils einer Charge als Ausgangsprodukte festgelegt. In ungerösteter Form weisen beide Sorten ähnliche Farbwerte und Wassergehalte auf. Die zu Nibs verarbeitete Fraktion hat aufgrund der dafür erforderlichen thermischen Behandlung einen geringeren Wassergehalt als die jeweilige Bohnenfraktion. Da genaue Daten für die Kakaoröstung der Geheimhaltung der einzelnen Hersteller unterliegen, wurde auf Basis von Daten der Zentralfachschule der Deutschen Süßwarenwirtschaft e.V. (ZDS) ein repräsentatives Temperatur-Zeit-Profil einer Standardröstung definiert. Dieses wurde erfolgreich auf den modularen Röstprozessor übertragen.

Die Charakterisierung von Endprodukten sowie von Zwischenstufen bei der Röstung zeigte, dass die Veränderung des Wassergehalts aussagekräftigere Daten für die Bewertung des Röstprozesses als die Farbveränderung liefert. Insgesamt hatte die Kakaoundtemperatur den größten Einfluss auf den Endwassergehalt. Dies trat bei der Bohnenröstung stärker auf als bei der Nibsröstung. Zusätzlich wurden mikrowellenunterstützte Röstversuche durchgeführt. Dabei konnte bereits mit geringem Mikrowellenleistungseintrag ein mit Standardröstbedingungen vergleichbares Ergebnis hinsichtlich Wassergehalt und Farbdifferenz erzielt werden. Es wurde festgestellt, dass die Bohnen bei Mikrowellenenergieeintrag schneller und homogener erwärmt werden als bei rein konvektivem Energieeintrag. Eine Effizienzbetrachtung der unterschiedlichen Röstprozesse ergab, dass eine mikrowellenunterstützte Röstung deutlich energie- und zeiteffizienter durchgeführt werden kann als die Standardröstung.

Zur objektiven Untersuchung der Aromaentwicklung bei den unterschiedlichen Kakao- und Röstvarianten wurden ausgewählte Schlüsselaromastoffe (Essigsäure, 3- und 2-Methylbutanal, Phenylacetaldehyd, 2-Phenylethanol, 2-Phenylethylacetat und Linalool) über Stabilisotopenverdünnungsassays quantifiziert. Die Streckeraldehyde 3- und 2-Methylbutanal, Phenylacetaldehyd wurden zusätzlich nach Freisetzung aus ihren wasserlabilen Prekursoren quantifiziert. Mit zunehmender Röstendtemperatur stiegen sowohl die Konzentrationen der freien Streckeraldehyde als auch der Gesamt-Streckeraldehyde an, wobei letztere immer etwa 5-fach höher lagen. Dies setzte sich z. T. bis zur Maximaltemperatur von 140 °C fort, z. T. wurde bei der Standardrösttemperatur von 125 °C ein Maximum durchlaufen. Ähnliche Effekte, jedoch in

geringerem Maße, zeigten sich bei 2-Phenylethanol sowie z. T. bei 2-Phenylethylacetat. Der Einfluss der Endtemperatur auf Essigsäure und Linalool war gering. Aufheizrate, Haltezeit und Mikrowelleneintrag zeigten generell geringe Auswirkungen auf die Konzentrationen aller untersuchten Aromastoffe.

Anhand der aromaanalytischen Daten sowie den Produktparametern Wassergehalt und Farbwert war es leider nicht möglich, ein umfassendes Modell zur Beschreibung der Aromaausbildung zu erstellen, welches auf Bildungskinetiken der Schlüsselkomponenten in Zusammenhang mit den Prozessbedingungen beruht. Dennoch kann zusammenfassend festgehalten werden, dass das Erreichen einer bestimmten Temperatur in den jeweiligen Phasen (90 °C/ 125 °C) des Röstprozesses der dominierende Faktor zur Ausbildung bestimmter Aromakomponenten ist. Heizraten und Haltezeiten spielten in dem hier untersuchten Bereich nur eine untergeordnete Rolle. Selbst ein direktes schnelles Aufheizen auf Bohnenendtemperatur mit Mikrowellenenergie führte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht generell zu signifikanten Qualitätseinbußen. Der mikrowellengestützte Prozess war um 30 % kürzer und konnte je nach Ausgangsmaterial mit einem um bis zu 45 % geringeren Energieverbrauch durchgeführt werden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Kakao- und Schokoladenprodukte trugen im Jahr 2012 wertmäßig mit über 50 % einen großen Teil zu den in Deutschland produzierten Süßwarenartikeln bei. Mengenmäßig befindet sich die Produktion von Schokoladenwaren seit 1999 in einer Boomphase und ist bis 2012 ungeachtet der allgemeinen Wirtschaftskrise stetig von 698.000 t um 48 % auf 1.036.100 t gestiegen. Der aktuelle Exportzuwachs von 7,8 % (EUR) bei Schokoladenwaren von 2011 nach 2012 zeigt die Vitalität insbesondere der deutschen Branche. Mit ca. 200 Betrieben und einer Gesamtbeschäftigtenzahl von 51.692 (im Jahr 2009) ist die Branche zu 80-90 % mittelständisch geprägt.

Der Schokoladenmarkt hat in den vergangenen Jahren insbesondere im Bereich der ungefüllten Schokoladen und Riegel eine starke Diversifizierung erfahren. Auch Kakaobohnen aus biologischem Anbau, sortenreine Schokoladen, eine Variation des Kakaoanteils sowie die Betonung von Geschmacksnuancen, wie Säure, Bitterkeit, Fruchtigkeit oder Röstaromen, haben an Bedeutung gewonnen. Die Verbraucher sind

auch bereit, dafür einen höheren Preis zu zahlen. Insbesondere viele kleine und mittelständische Unternehmen erhalten hierdurch die Möglichkeit, sich von der breiten Masse abzuheben und durch ein erstklassiges, einzigartiges Produktportfolio ihre Ertragskraft nachhaltig zu stärken. Hierzu ist allerdings ein fundierteres Know-how über die gezielte reproduzierbare Beeinflussung des Schokoladenaromas notwendig, das verfahrenstechnisch schon im Röstprozess geprägt wird.

Die im Forschungsvorhaben ermittelten Zusammenhänge zwischen Temperatur-Zeit-Profil im Prozess und resultierendem Aromaprofil sind universell anwendbar. Die Ergebnisse werden veröffentlicht und sind insbesondere für Kakao-Röstereien, aber auch für Anlagenbauer, nutzbar. Auch Schokoladenhersteller können von dem neuen Wissen profitieren.

Temperatur-Zeit-Profile sind in bereits vorhandenen Röstanlagen in der Regel nur in engen Grenzen steuerbar. Dennoch ist denkbar, dass kleinere, auf den jeweiligen Röstprozess anzuwendende anlagentechnische Veränderungen, wie schnellere Aufheizraten, aber insbesondere auch kürzere Haltephasen bei den jeweiligen Temperaturen, bereits zu einer Verbesserung eines Röstprozesses führen, was typischerweise innerhalb eines Jahres nach Beendigung des Projekts realisiert werden kann. Längerfristig ist es möglich, durch größere anlagentechnische Veränderungen und den Einsatz der Mikrowellentechnologie den Röstprozess zu verbessern und dabei Energieeinsparungen von bis zur 45 % bzw. Zeiteinsparungen von bis zu 30 % zu realisieren. Der finanzielle Rahmen dieser Investitionen ist mit den üblicherweise notwendigen Investitionen in neue Röstanlagen zur Kakaoverarbeitung gleichzusetzen. Eventuelle Mehrausgaben für den Einsatz von Mikrowellen sollten sich durch eine effizientere und schnellere Erwärmung nach kurzer Zeit amortisieren. Der Zeithorizont für eine anlagentechnische Umsetzung dürfte voraussichtlich 5 Jahre betragen.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2014.
2. Schröder, J., Schwarz, D., Gaukel, V. und Schuchmann, H. P.: Mikrowellenunterstützte Kakaoröstung: Einfluss des Energieeintrags auf physikalische Eigenschaften des Kakao und den Energiebedarf. *Süßwaren Techn. Wirt.* 58, 18-21 (2013).
3. Schröder, J., Gaukel, V. und Schuchmann, H.P.: Influence of the time-temperature-profile during convective and microwave assisted roasting on physical properties of cocoa. *Proc. Eurodry.*, Paris, 2-4.10.2013, (2013).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik  
Bereich I: Lebensmittelverfahrenstechnik  
Kaiserstraße 2, 76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608-48797  
Fax: +49 721 608-942497  
E-Mail: [heike.schuchmann@kit.edu](mailto:heike.schuchmann@kit.edu)

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)  
Lise-Meitner-Straße 34, 8534 Freising  
Tel.: +49 8161 71-2932  
Fax: +49 8161 71-2970  
E-Mail: [peter.schieberle@lrz.tum.de](mailto:peter.schieberle@lrz.tum.de)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: [fei@fei-bonn.de](mailto:fei@fei-bonn.de)

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

gefördert durch/via

