

Aromafreisetzung aus Lebensmittel-Modellmatrices unter Nicht-Equilibriumsbedingungen

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Universität Hannover Institut für Lebensmittelchemie Prof. Dr. R. G. Berger
Industriegruppe:	Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V., Meckenheim
	Projektkoordinator: O. Ellenberger, Bell Flavours & Fragrances Duft- und Aroma GmbH, Miltitz
Laufzeit:	2001 - 2003
Zuwendungssumme:	€ 245.600,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Die instrumentelle Aromaforschung hat über 8.000 Geruchsstoffe charakterisiert, von denen viele in Kompositionsaromen industriell eingesetzt werden, doch betreiben Flavouristen die empirische Kompositorik für neuartige Lebensmittel immer noch weniger als Wissenschaft denn als Kunst. Das zentrale Problem besteht in der Nichtlinearität von Aromastoffkonzentration im Lebensmittel und bioverfügbarer Konzentration beim Verzehr, da Aromastoffe in den zumeist polydispersen Matrices in den unterschiedlichsten Bindungsformen vorliegen; allgemein reduzieren Lipide, Polysaccharide und Proteine die Flüchtigkeit vieler Aromastoffe.

Konventionelle Experimente zur Aromafreisetzung bei Lebensmitteln variieren die physikalischen Zustände von simplen binären/ternären Gemischen und messen die Dampfdruckkonzentrationen eines Aromastoffs nach Equilibrierung durch Kopfraum-GC. Hohe Aromastoffkonzentrationen, homogene Phasen und lange Messzeiten entfernen diese Studien weit von den physiologischen Verzehrsbedingungen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb, die chemischen (Absorption, Adsorption) und physikalisch-chemischen (Phasenzustand/-übergang) Faktoren zu untersuchen, die für die Frei-

setzung von Aromastoffen unter realen Verzehrsbedingungen entscheidend sind.

Forschungsergebnis:

Es wurde eine computergesteuerte, die Mundhöhle simulierende Apparatur zur Messung der dynamischen Aromafreisetzung entwickelt. Freisetzungskinetiken der ersten 30 Sekunden wurden in Echtzeit und in anwendungstypischen Aromastoffkonzentrationen mit hoher Reproduzierbarkeit ($VK \leq 10\%$) gemessen. Gleichzeitig wurde ein von den experimentellen Daten unabhängiges Modell zur Vorhersage der initialen Aromafreisetzung hergeleitet, das auf den Kenngrößen der Apparatur, den physikochemischen Eigenschaften der Aromastoffe und den hydrodynamischen Eigenschaften von Wasser und strömender Luft basierte.

Die Komponenten einer Aromastoffmischung wurden aus Wasser in Anteilen von 0,001 bis 1,3 % freigesetzt. Der größte Teil der Aromastoffe in unseren Lebensmitteln wird also geschluckt, bevor er wahrgenommen werden kann. Sowohl synthetischer Speichel als auch eine mit Epithelzellen nachgestellte Mundschleimhaut blieben ohne Einfluss auf die initiale Freisetzung. Dagegen erhöhte sich die Freisetzung durch steigenden Scherkräfteintrag („Kauen“), durch erhöhte volumetrische Durchflussra-

ten („Schnüffeln“), und durch Zugabe von starken Hydrathüllenbildnern wie Natriumchlorid oder Saccharose.

Entgegen einer verbreiteten Annahme führte eine erhöhte Viskosität nicht zu geringerer Freisetzung. Die Interpretation der Messergebnisse gelang mit einer Erweiterung des theoretischen Modells unter Berücksichtigung des Volumens von nicht gebundenem Wasser in der Lösung. Übliche Konzentrationen von klassischen Dichtungsmitteln hatten keine Verminderung zur Folge, während sehr große Saccharosekonzentrationen (> 40 % w/v) eine reduzierte Mobilität der Aromastoffe und damit eine Verringerung des Massenübergangs in die Gasphase bewirkten.

Selbst geringe Anteile an Lipiden in einer Wasserphase (< 1 % v/v) reduzierten die Freisetzung typischer, hydrophober Aromastoffe beträchtlich, während die hydrophilsten, unabhängig von Art und Massenanteil des Lipids, unverändert freigesetzt wurden. Weder die Verteilung und Konzentration des Emulgators noch Phasenübergänge des Lipids waren von merklichem Einfluss auf die Freisetzung aus O/W-Emulsionen. Durch Implementieren des Nernst'schen Verteilungsgesetzes in das Modell konnte auch das Verhalten von Emulsionen rechnerisch dargestellt werden.

Ein neuer, unerwarteter Befund war die Abhängigkeit der Freisetzung von der Molarität der Ölphase. Eine vergleichsweise große Zahl von Molekülen in der Lipidphase führte zu einem größeren Lipid/Wasser-Verteilungskoeffizienten und damit einhergehend zu einer abnehmenden Freisetzung. Für präzise Daten sollten daher die verbreitet genutzten logP-Werte durch die tatsächlichen Verteilungskoeffizienten in der betreffenden Lebensmittelmatrix ersetzt werden.

Abschließende In-vivo-Messungen mit der APCI-MS (in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Taylor, Nottingham) ergaben sehr ähnliche Echtzeit-Kinetiken. Zum ersten Mal konnten somit In-vitro-Daten mit In-vivo-Daten direkt verglichen und auf diese Weise auch die Ableitungen eines rechnerischen Freisetzungmodells validiert werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Den ständig wechselnden Matrices der Produktinnovationen der Lebensmittelhersteller („low,

light, less“, „bio“, „functional food“, „health food“ etc.) begegnet die Aromenindustrie durch kontinuierliche, empirische Reformulierung ihrer Kompositionsaromen und Trägerstoffe. Die neu entwickelte Freisetzungsapparatur im Verein mit dem zugehörigen Modell liefert den Aromaentwicklern genauere Ergebnisse in kürzerer Zeit bei einem Zehntel des investiven Aufwandes der APCI-MS-Techniken. Aromen stellen mit Reinstoffpreisen von z.T. > 500 € pro kg die teuersten Lebensmittelzutaten dar; das Einsparungspotential bei verbesserter Verarbeitungs- und Anwendungstechnik kann daher kaum überschätzt werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI- Schlussbericht 2004.
2. Rabe, S. Krings, U. und Berger, R. G.: Dynamic flavor release from sucrose solutions. *J. Agric. Food Chem.* 5058-5066 (2003).
3. Rabe, S. Krings, U. und Berger, R. G.: Initial dynamic flavour release from sodium chloride solutions. *Eur. Food Res. Technol.* 32-39 (2003).
4. Rabe, S. Krings, U., Zorn, H. und Berger, R. G.: Lipid molarity affects liquid/liquid aroma partitioning and its dynamic release from oil/water emulsions. *Lipids* 38 (10), 1075-1084 (2003).
5. Rabe, S. Krings, U. und Berger, R. G.: Influence of oil-in-water emulsion characteristics on initial dynamic flavour release. *J. Sci. Food agric.* 83, 1124-1133 (2003).
6. Rabe, S. Krings, U. und Berger, R. G.: Dynamic flavour release from migloyol/water emulsions: modeling and validation, *Food Chem.* 84, 117-125 (2004).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hannover
Institut für Lebensmittelchemie
Wunstorfer Str. 14, 30453 Hannover
Tel.: 0511/762-4581, Fax: 0511/762-4547
E-Mail: rg.berger@mbox.lci.uni-hannover.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de