

Einfluss der Vorbehandlung und der Röstung auf Bitterstoffe in Kaffegetränken

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle I:	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik Prof. Dr. T. Hofmann/Dr. O. Frank
Forschungsstelle II:	Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Thermische Verfahrenstechnik AG Wärme- und Stofftransport Prof. Dr. R. Eggers
Industriegruppe:	Deutscher Kaffee-Verband e.V., Hamburg
	Projektkoordinator: Dr. I. Lantz, Tchibo Manufacturing GmbH & Co. KG, Hamburg
Laufzeit:	2008 – 2011
Zuwendungssumme:	€ 355.300,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Neben seiner anregenden Wirkung schätzt der Konsument frisch gebrühten Kaffee insbesondere wegen seines attraktiven Aromas und des typischen Geschmacks. Insbesondere das Profil und die Dauer der Bitterkeit stellen dabei ein ganz entscheidendes Entscheidungskriterium bei der Auswahl des Kaffeeproduktes dar. Während über die flüchtigen Geruchsstoffe des Kaffees in den letzten beiden Jahrzehnten fundierte Kenntnisse erarbeitet wurden, konnten in der Literatur bislang jedoch keine glaubwürdigen Korrelationen zwischen der Aktivität und der chemischen Struktur einzelner Bitterstoffe aufgezeigt werden. Obwohl seit Mitte der 70er Jahre versucht wurde, die stoffliche Ursache der Bitterkeit von Kaffegetränken zu klären, ist es erst vor kurzem an Forschungsstelle 1 gelungen, Röstbitterstoffe, wie Caffeoylechininsäurelactone, 1,3-Bis(dihydroxy-phenyl)-butan/buten-Derivate sowie Hydroxyphenylindane, in deren Struktur und sensorischen Aktivität zu charakterisieren. Obwohl damit bereits ein Großteil der Gesamtbitterkeit auf molekularer Ebene definierbar ist, gilt die Beteiligung weiterer, unbekannter Inhaltsstoffe an der Entwicklung der Röstbitterkeit von

Kaffee als sehr wahrscheinlich. Zudem existieren bislang keine Daten zum Einfluss der Varietät, der Kaffeevorbehandlung und insbesondere der Röstprozesstechnologie sowie der Art der Zubereitung auf die Gehalte einzelner Bitterstoffe in Kaffegetränken. Die technologische Steuerung der Qualität und des Zeit/Intensitäts-Verlaufs der Bitterkeitswahrnehmung sowie der Komposition der geschmacklich unterschiedlich wirkenden Bitterstoffe würde es ermöglichen, Kaffees mit verbesserter Geschmacksqualität zu entwickeln und diese erstmals auch beim Verbraucher auszuloben.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die noch unbekannt, bitteren Inhaltsstoffe in Röstkaffee zu identifizieren und in quantitativen Studien den Einfluss der Kaffeevarietät, der Vorbehandlung und der Röstung des Kaffees sowie der Art der Getränkezubereitung auf die Gehalte dieser Bitterstoffe zu bestimmen. Quantitative Messmethoden sollten optimiert bzw. neu entwickelt werden, um der mittelständischen Industrie eine sichere Bewertung der Qualität und des Zeit/Intensitäts-Profiles von Kaffee und Kaffeeprodukten anhand der Konzentrationsbe-

stimmung ausgewählter Schlüsselbitterstoffe zu ermöglichen.

Forschungsergebnis:

Screening, Isolierung und Identifizierung von Bitterstoffen

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollten an Forschungsstelle (FS) 1 zunächst noch unbekannte, bittere Inhaltsstoffe in Röstkaffee identifiziert werden. Zu diesem Zweck wurde ein Geschmacksprofil eines Kaffeegetränkes erstellt. Durch die anschließende Aufarbeitung mittels RP-Chromatographie wurde das Kaffeegetränk fraktioniert und die erhaltenen Fraktionen mittels Geschmacksverdünnungsanalyse untersucht. Die Fraktionen mit dem größten Bitterpotential wurden mittels Kernresonanzspektroskopie (NMR) und diversen chromatographischen Methoden (HPLC, SPE) weiter aufgetrennt. Aufgrund der Instabilität der Bitterstoffe war diese Strategie jedoch nicht zielführend. Mithilfe der mittels NMR gewonnenen Informationen über die bitteren Fraktionen, die einen hohen Anteil aromatischer Verbindungen enthielten, und der Kenntnis majorer Inhaltsstoffe in Rohkaffee wurden die Bildung weiterer Bitterstoffe aus den Vorstufen Kaffeesäure und Furfurylalkohol sowie den strukturverwandten Furfurylthiol und Hydroxymethylfurfural postuliert. Nach der Herstellung einschlägiger Referenzsubstanzen konnten erstmals bittere Chlorogensäureethylester, Kaffeesäureethylester, Kaffeesäurehydroxymethylfurfurylester, Kaffeesäurefurfurylester, Kaffeesäurefurfurylthiolester sowie Ferulasäurehydroxymethylester im Kaffeegetränk mittels LC-MS/MS nachgewiesen werden.

Entwicklung quantitativer Bestimmungsverfahren für Bitterstoffe

Für die Erhebung quantitativer Daten wurden an FS 1 effiziente Messmethoden entwickelt. So wurde z.B. die für die oxidationsempfindlichen 4-Vinylcatecholdimere bestehende, sehr laboraufwendige Methode durch die Neuentwicklung einer Stabilisotopenverdünnungsanalyse (SIDA) optimiert. Zur exakten Quantifizierung aller neu identifizierten Bitterstoffe wurden an FS 1 LC-MS-Methoden neu entwickelt. Die quantitative Bestimmung von Chlorogensäuren erfolgte z.T. auch an FS 2.

Korrelation der Bitterstoffgehalte und der wahrnehmbaren Bitterkeit der Kaffeegetränke

Die gemessenen Gehalte einzelner Bitterstoffe wurden mit der sensorisch wahrnehmbaren Bitterkeit der Kaffeegetränke in Relation gebracht. Hierzu wurde die Qualität der Bitterkeit der Kaffeegetränke von einem geschulten Sensorik-Panel deskriptiv beschrieben und bewertet. So konnten die Unterschiede der Sorten Arabia Brasil und Robusta Vietnam in der Bitterintensität und -qualität mit einer höheren Konzentration der lang anhaltend harsch bitteren beschriebenen 4-Vinylcatecholdimere begründet werden.

Quantitative Studien zum Einfluss von Kaffeevarietät, Bohnenvorbehandlung, und Röstungsparameter sowie der Zubereitung auf Bitterstoffgehalte und Bittergeschmack

Anhand der entwickelten LC-MS/MS-Methoden wurden an FS 1 bittere Diketopiperazine, Chlorogensäurelactone, 4-Vinylcatecholdimere und neu identifizierte Hydroxybenzolderivate in Kaffeegetränken bestimmt, die unter Variation des Röstgrads, der Rösttemperatur und verschiedener Vorbehandlungsparameter an FS 2 hergestellt wurden. Quantitative Studien wurden an den wirtschaftlich relevanten *Sorten* Arabica (Provenienzen Brasil und Columbia) und Robusta durchgeführt. Die Untersuchungen zeigten, dass die Konzentration der als Bittervorstufen identifizierten 3-,4- und 5- Chlorogensäuren mit steigender Rösttemperatur und Röstzeit annähernd linear abnehmen. Mit sinkendem Farbwert zeigen die bitteren Chlorogensäurelactone zunächst zunehmende Konzentrationen. Diese nehmen erst nach Durchlaufen eines Maximums mit sinkendem Farbwert wieder ab. Auch weitere Bitterstoffe, wie z.B. Furfurylpyrogallol, Kaffeesäurefurfurylester und Kaffeesäureethylester, zeigten diesen Konzentrationsverlauf. Andere bittere Verbindungen, wie die 4-Vinylcatecholdimere und das Furfurylcatechol, nehmen mit abnehmender Farbe exponentiell zu.

Quantitative Messungen in Kaffeegetränken aus Röstbohnen (Robusta), die an FS 2 vor der Röstung einer Dampfbehandlung unterworfen wurden, zeigten einen geringeren Abbau der Chlorogensäure je höher der verwendete Druck war. Die Konzentration der Chlorogensäurelactone konnte durch die Dampfbehandlung leicht erhöht werden. Andere Bitterstoffe konnten nicht signifikant verändert werden. Neben der Dampfbehandlung konnten die Chlorogensäurekonzentrationen ebenfalls durch eine gezielte Temperatursteuerung des Röstgases (Profilröstung) erhöht werden. Zwischen einer Zweistufen und Dreistufenröstung konnte aber kein eindeutiger Unter-

schied festgestellt werden. Neben der Temperatursteuerung des Röstgases zeigte auch das Röstgas selbst Einfluss auf die untersuchten Analyten. Die Verwendung von CO₂ als Röstgas führt zur Hemmung eines Chlorogensäureabbaus. Eine gezielte Herstellung dunkler Röstungen mit hohen Chlorogensäuregehalten wurde so möglich. Durch den geringen Abbau der Chlorogensäure konnten auch der Anteil der Abbauprodukte wie die der harsch bitteren 4-Vinylcatecholdimere verringert werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes konnte an FS 1 ebenfalls gezeigt werden, dass neben der Art der Röstung der Bohne die Zubereitung des Getränkes eine entscheidende Rolle spielt. So führte die Zubereitung mit einer Espressomaschine zu deutlich höheren Bitterstoffgehalten, wie z.B. der Chlorogensäurelactone.

Insgesamt stellen die erarbeiteten Ergebnisse die Grundlage für Einstellung der Bitterstoffgehalte durch verfahrenstechnische Führung des Vorbehandlungs- und des Röstprozess dar.

Wirtschaftliche Bedeutung:

In Deutschland stehen zahlreiche mittelständische und kleinere Betriebe mit großen Kaffeeröstern im Wettbewerb. Die kleineren und mittleren Betriebe können sich aufgrund einer Fokussierung auf Spezialitäten gut auf dem Kaffeemarkt behaupten. Daneben ist die Kaffee verarbeitende Industrie in Deutschland durch viele, vorwiegend mittelständisch strukturierte Unternehmen charakterisiert, die als Dienstleister für andere Kaffee verarbeitende Unternehmen tätig sind, indem sie Rohkaffeeportionen vorbehandeln. Nach dem erfolgreich abgeschlossenen IGF-Vorhaben AiF 11793 N (2001) ist dies das zweite Forschungsvorhaben zum Thema „Bitterstoffe im Kaffee“, das von der deutschen Kaffeeindustrie unterstützt worden ist. Aufgrund der vorliegenden wissenschaftlichen Fortschritte ist zu erwarten, dass nun die anfänglichen Erkenntnisse ergänzt und somit eine vollständige Charakterisierung des essentiellen Kaffee-Qualitätsfaktors „Bittergeschmack“ möglich sein wird.

Die Ergebnisse gewinnen an zusätzlicher Bedeutung vor dem aktuellen Hintergrund sich wandelnder Konsumgewohnheiten, insbesondere jüngerer Kaffeetrinker. Als Reaktion auf diesen Trend ist auch im Kaffeebereich eine Ausweitung der Gesamtpalette vor allem in Richtung in Bitterkeit angepasster Produkte zu beobachten. Die Ergebnisse werden Kaffeeröstern sowie der Kaffee verarbeitenden Industrie helfen, den Qualitätsfaktor „Bittergeschmack“ zu optimieren und wissenschaftlich fundiert beurteilen zu können. Insbesondere KMU werden auf Grundlage der Ergebnisse die Entwicklung innovativer technologischer Verfahren zur gezielten Steuerung der Bitterstoffgehalte vorantreiben und zur Eroberung von Marktanteilen/Marktanteilen nutzen können.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2011.
2. Hofmann, T. und Eggers, R.: Einfluss der Vorbehandlung und der Röstung auf Bitterstoffe in Kaffeegetränken.
www.tuhh.de/v8/gruppe-prof-eggers/veroeffentlichungen.html (2011).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und
Molekulare Sensorik
Lise-Meitner-Str. 34, 85354 Weihenstephan
Tel.: +49 8161 713863
Fax: +49 8161 714216
E-Mail: thomas.hofmann@wzw.tum.de

Technische Universität Hamburg-Harburg
Institut für Thermische Verfahrenstechnik
Arbeitsgruppe Wärme- und Stofftransport
Eißendorfer Straße 38, 21073 Hamburg
Tel.: +49 40 42878-3191
Fax: +49 40 42878-2859
E-Mail: r.eggers@tu-harburg.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

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

gefördert durch/via:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.