

## Einfluss der Verarbeitung auf wertgebende Aroma- und Geschmacksstoffe in Tomatenprodukten

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle I:</b>	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Garching Prof. Dr. Dr. P. Schieberle/Dr. M. Steinhaus
<b>Forschungsstelle II:</b>	Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik Prof. Dr. T. Hofmann
<b>Industriegruppe:</b>	Deutscher Verband der Aromenindustrie e.V. (DVAI), Meckenheim
	Projektkoordinator: Dr. G. Krammer, SYMRISE GmbH & Co. KG, Holzminden
<b>Laufzeit:</b>	2007 – 2009
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 304.600,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Tomatenerzeugnisse, wie z.B. Tomatensaft, Tomatenkonzentrat und Tomatenpulver, nehmen beim Konsum von Gemüseprodukten in Deutschland mengenmäßig eine führende Position ein. Zur Herstellung von Tomatenprodukten werden unabhängig vom gewünschten Endprodukt die frischen Tomaten zunächst im Ursprungsland geschält und grob zerkleinert, pasteurisiert und anschließend passiert. Zur Herstellung von Tomatensaft werden die passierten Tomaten dann durch Vakuum und/oder Hitze konzentriert und gekühlt zur weiteren Verarbeitung in das Verbraucherland transportiert. Dort wird auf den gewünschten Brix-Wert eingestellt, sterilisiert und schließlich abgefüllt. Zur Herstellung von konzentriertem Tomatenmark werden passierte Tomaten unter reduziertem Druck stufenweise eingekocht und konzentriert. Tomatenpulver wird aus Tomatenmark durch Sprüh-, Walzen- oder Schaumtrocknung hergestellt.

Die bei der Herstellung der genannten Tomatenerzeugnisse angewandten technologischen Verfahren (z.B. Zerkleinerung, Erhitzung, Konzentrierung und Trocknung) bringen teilweise erwünschte, z.T. aber auch unerwünschte Veränderungen des Aromas und des Geschmacks der frischen Tomaten mit sich. Da die moleku-

laren Grundlagen dieser Aroma- und Geschmacksveränderungen bisher ungeklärt sind, steht den deutschen Herstellern von Tomatenerzeugnissen, die überwiegend den KMU zuzurechnen sind, derzeit keine gezielten Möglichkeiten zur Verfügung, die sensorische Qualität von Tomatenerzeugnissen, z.B. in Richtung Frischfruchtcharakter oder mehr Mundfülle, zu optimieren bzw. durch Veredelung von Tomatenzwischenprodukten neue Produkte mit gewünschten Aroma- bzw. Geschmackssignaturen herzustellen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, zunächst durch Anwendung von Techniken der „Molekularen Sensorik“ zu klären, welche Aromastoffe und Geschmacksstoffe die sensorische Qualität frischer Tomaten prägen. Die so gewonnenen Erkenntnisse über die wertgebenden Aroma- und Geschmacksstoffe frischer Tomaten zweier Varietäten sollten die Basis für die Untersuchungen über Veränderungen im Verlauf der Produktherstellung bereitstellen. In einem weiteren Arbeitsschritt sollten daher die Aromastoffe in frischen Tomaten mit denjenigen in verschiedenen Produkten bzw. Zwischenstufen der kommerziellen Tomatenverarbeitung verglichen werden.

### Forschungsergebnis:

Zur Untersuchung der wertgebenden Aroma- und Geschmacksstoffe in frischen Tomaten wurden diese in Lösungsmittel-extrakten mittels Aromaextraktverdünnungsanalyse bzw. Geschmacksverdünnungstechniken lokalisiert, quantitativ bestimmt und deren Bedeutung schließlich anhand von Rekombinationsexperimenten verifiziert. In der Gruppe der Geschmacksstoffe wurden die Monosaccharide Glucose und Fructose, die organischen Säuren Äpfelsäure und Citronensäure, die Aminosäuren Glutaminsäure, Asparaginsäure und  $\gamma$ -Aminobuttersäure, Kaliumchlorid, 5'-Nucleotide als Basisgeschmacksstoffe identifiziert. Die aktivitätsorientierte Fraktionierung eines Ethylacetat-Extraktes aus Tomaten ergab zudem die adstringierend schmeckenden Verbindungen Rutin und Tomatin sowie süßmodulierende Polyphenole (z.B. Naringenchinon, Eriodictyolchinon und Phloretin) als weitere Schlüsselgeschmacksstoffe.

Um den Einfluss einer thermischer Verarbeitung auf die Geschmacksstoffe von Tomaten zu studieren, wurden entsprechende Laborversuche unter Koch- sowie Trocknungsbedingungen durchgeführt sowie quantitative Studien an Zwischen- und Endprodukten der industriellen Tomatenverarbeitung durchgeführt. Dabei konnten tiefgehende Einblicke in den Einfluss thermischer Verarbeitungsprozesse auf die Geschmacksstoffe in den verschiedenen Zwischenstufen auf dem Weg von der frischen Tomate bis zum Endprodukt erhalten werden. So zeigte sich z.B. eine Korrelation zwischen der durch die Prozessierung induzierten Intensivierung des umami-Geschmacks mit der Erhöhung der Konzentrationen an Pyroglutamat und des Amadoriproduktes N-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-L-glutamat. Quantitative Studien zur Verteilung der Flavonoide in der Tomate ergaben, dass die süßgeschmacksmodulierenden Flavanon-Chalkone vor allem in den Schalen der Tomaten lokalisiert sind. Auf der Basis quantitativer Daten konnte gezeigt werden, dass diese Chalkone im Zuge der industriellen Prozessierung aus den Schalen extrahiert werden und dann einem thermisch induzierten Abbau unterliegen. Daher sind diese Chalkone bei den industriell verarbeiteten Tomatenprodukten sensorisch nur von untergeordneter Bedeutung. Für eine gezielte Nutzung dieser süßgeschmacksmodulierenden Chalkone müssten diese vor der thermischen Prozessierung aus den Tomatenschalen extraktiv abgetrennt werden und nach der Verarbeitung den Tomatenprodukten erneut zugeführt werden.

Im Bereich flüchtiger Verbindungen wurden zunächst mit Hilfe der Aromaextraktverdünnungsanalyse die wichtigsten Aromastoffe in frischen Tomaten und zwei Endprodukten (Tomatensoße, 6°Brix, Tomatenmark, 30°Brix) lokalisiert, wodurch die für das Aroma wichtigen Verbindungen ermittelt werden konnten. In frischen Tomaten wurden hohe FD-Faktoren für (Z)-3-Hexenal, trans-4,5-Epoxy-(E)-2-decenal und 1-Octen-3-on sowie auch für 3-(Methylthio)propanal, 2-Methoxyphenol, 4-Allyl-2-methoxyphenol, Weinlacton und 4-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd bestimmt. In beiden Endprodukten, die einer thermischen Behandlung unterzogen worden waren, traten Lipidperoxydationsprodukte, wie (Z)-3-Hexenal und Hexenal, stark in den Hintergrund. Dagegen gewannen Dimethylsulfid, (E)- $\beta$ -Damascenon, 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (Furaneol), 3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon (Sotolon) und die 3-Methylbuttersäure an Bedeutung für das Gesamtaroma. Mittels Stabilisotopenassays (SIVA) wurden anschließend die wichtigen Aromastoffe in frischen Tomaten sowie den Endprodukten und Zwischenprodukten der Tomatenverarbeitung quantifiziert. In frischen Tomaten wurden für die beiden grasig-grün riechenden Verbindungen (Z)-3-Hexenal und Hexenal die höchsten Aromawerte berechnet. 1-Penten-3-on und 1-Octen-3-on zeigten ebenfalls hohe Aromawerte. Auch 3-(Methylthio)propanal und 2-Methoxyphenol zeigten Aromawerte >1. In den verarbeiteten Produkten verloren jedoch Verbindungen wie Hexenal oder 1-Penten-3-on an Bedeutung. (Z)-3-Hexenal spielte in den Endprodukten keine Rolle mehr. Dimethylsulfid, welches in frischen Tomaten olfaktorisch nicht wahrgenommen wurde, hatte in allen verarbeiteten Produkten den mit Abstand höchsten Aromawert in beiden Endprodukten. (E)- $\beta$ -Damascenon hatte in den Endprodukten den zweithöchsten Aromawert; und auch 2-Methoxyphenol, 3-(Methylthio)propanal, 4-Allyl-2-methoxyphenol und 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (Furaneol) leisteten einen Beitrag zum Aroma beider Endprodukte.

Bei der Verarbeitung von frischen Tomaten zu unterschiedlichen Endprodukten ergab sich ein kontinuierlicher Prozess von Aromazunahme oder Abnahme. Der gravierendste Unterschied zwischen frischer Tomate und den beiden Endprodukten (Tomatensoße, 6°Brix und Tomatenmark, 30°Brix) wurde für (Z)-3-Hexenal und Dimethylsulfid gefunden. (Z)-3-Hexenal war nur im frischen Produkt von Bedeutung und Dimethylsulfid wurde im Tomatensaft

(T4) und in beiden Endprodukten in hohen Konzentrationen gefunden. Anhand systematischer Studien konnte klar belegt werden, dass letztgenannte Verbindung aus dem thermischen Abbau von S-Methylmethionin hervorgeht. Die gewonnenen Daten bilden eine Basis, aufgrund derer neue Technologien, wie Hochdruckbehandlung oder Elektropermeabilisierung durch ein gepulstes elektrisches Feld (PEF) untersucht werden können, um Endprodukte mit verändertem Aromaprofil zu erhalten, z.B. durch Vermeidung der thermischen Behandlung.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

Tomaten besitzen ein erhebliches Potential an wichtigen Aroma- und Geschmacksstoffen sowie deren biochemischen Vorstufen, deren Kenntnis und gezielte Nutzbarmachung eine Optimierung der sensorischen Qualität von Tomatenerzeugnissen, z.B. in Richtung Frischfrucht-Charakter, umami-Charakter oder Mundfülle (Vermeiden von „wässrigen Noten“), für eine breite Palette von Lebensmittelprodukten ermöglicht. Durch die im Rahmen des Projekts geklärte Beeinflussung aller Prozessschritte von der Frucht bis zum Endprodukt wurde den Herstellern erstmals eine zusammenhängende Datenlage zu wertgebenden Aroma- und Geschmacksstoffen sowie zu deren prozessinduziertem Abbau bzw. der Neogenese an die Hand gegeben. Die erzielten Ergebnisse ermöglichen es, den Qualitätsfaktor Geruch und Geschmack besser zu optimieren und objektiv zu klären, welche Prozessschritte entscheidend für die Aroma- und Geschmacksveränderungen bei der Herstellung verschiedener Tomatenprodukte sind und welche technologischen Lösungsstrategien sich zur gezielten Verbesserung der sensorischen Qualität der finalen Tomatenprodukte ergeben. Insbesondere bei deutschen KMU ist auf der Basis dieser Erkenntnisse eine optimierte Weiterverarbeitung von Tomatenzwischenprodukten zur gezielten Verbesserung der Qualität von Halbfertigprodukten (z.B. Add-Back-Systeme) sowie der finalen Endprodukte zu erwarten. Analog zu den Prozessen in der Fruchtsaftindustrie kann eine Herstellung von Tomatenzwischenprodukten überwiegend in den Erzeugerländern erfolgen, während auf Basis der erarbeiteten Kenntnisse zukünftig jedoch die Veredelung der Produkte durch die Optimierung gewünschter Aroma/Geschmackssignaturen in den Betrieben in Deutschland erfolgen kann. Damit steht KMU die Möglichkeit offen, neue Marktsegmente in ihrem Produktspektrum zu er-

öffnen und damit den Absatz an Tomatenprodukten in Deutschland insgesamt zu steigern.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2009.
2. Kreißl, J. und Schieberle, P.: Charakterisierung wertgebender Aromastoffe in frischen Tomaten. Bericht Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching, 36-39 (2007).

Der Schlussbericht ist für die interessierte Öffentlichkeit bei den Forschungsstellen abzurufen.

#### Weiteres Informationsmaterial:

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)  
Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching  
Tel.: 089/289-13265, Fax: 089/289-14183  
E-Mail: peter.schieberle@ch.tum.de

Technische Universität München  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan WZW  
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik  
Lise-Meitner-Str. 34, 85354 Weihenstephan  
Tel.: 08161/713863, Fax: 08161/714216  
E-Mail: thomas.hofmann@wzw.tum.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

Das IGF-Vorhaben Nr. 15048 N der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.