

## Differenzierung konventionell pasteurisierter und alternativ haltbargemachter Orangen- und Apfelsäfte mittels Charakterisierung des flüchtigen und nicht flüchtigen Metaboloms sowie des flüchtigen Sensoboloms



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München Prof. Dr. Veronika Somoza/Michael Paul /Dr. Veronika Mall/ PD Dr. Martin Steinhaus  Universität Bonn Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften (IEL) FG Molekulare Lebensmitteltechnologie Prof. Dr. Andreas Schieber/Dr. Fabian Weber
Industriegruppe(n):	Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V. (VdF), Bonn
Projektkoordinator:	Dr. Michael Kempf Eckes-Granini Group GmbH, Nieder-Olm
Laufzeit:	2018 – 2022
Zuwendungssumme:	€ 415.150,--

### **Ausgangssituation**

Das Interesse der Verbraucher an naturbelassenen, wenig verarbeiteten Lebensmitteln steigt seit einigen Jahren deutlich. Dies liegt zum einen am gestiegenen Nachhaltigkeitsbewusstsein, zum anderen werden solche Produkte oft als gesünder empfunden. So werden Lebensmitteln, wie Fruchtsäften mit hohen Gehalten an sekundären Pflanzenstoffen, ein gesundheitlicher Zusatznutzen zugesprochen. Da konventionelle Verfahren zur Pasteurisation von Fruchtsäften mit einer relativ hohen thermischen Belastung der Produkte verbunden sind, wurden alternative Haltbarmachungsverfahren entwickelt, die eine schonende Herstellung und damit den Erhalt sensorischer Eigenschaften und wertgebender Inhaltsstoffe gewährleisten sollen. Das bezieht sich auf ein möglichst naturnahes Aroma, das dem eines frisch gepressten Saftes nahekommt und hohe Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen enthält. Besonders die Hochdruckbehandlung (HPP, high pressure processing) und die Behandlung mit gepulsten elektrischen Feldern (PEF, pulsed electric fields) werden als alternative Haltbarmachungsverfahren eingesetzt.

Auf dem Markt finden sich solche, mittels HPP- oder PEF-Technik hergestellten Säfte als gekühlte Direktsäfte, die eine verkürzte Haltbarkeit (ca. acht Wochen) im Vergleich zu konventionell thermisch pasteurisierten Direktsäften (Regalware) aufweisen. Sie werden häufig mit der Bezeichnung „naturbelassen“ oder „cold-pressed“ vermarktet. Ein gekühlter Direktsaft, der auf die schonende Pasteurisation schließen lässt, erzielt im Durchschnitt 53 % höhere Preise als die konventionell haltbar gemachten Direktsäfte. Der Marktanteil dieser Säfte stieg europaweit kontinuierlich in den letzten Jahren an, es wird davon ausgegangen, dass er in den kommenden Jahren weiter steigen wird. Das Segment „gekühlter Direktsaft“ wird mit einem Anteil von 61,4 % von

Orangen- und Orangenmischsäften dominiert. An zweiter Stelle folgen mit einem Anteil von 8,7 % bereits Apfel- und Apfelmischsäfte. Die Herstellungskosten alternativ haltbar gemachter Säfte liegen dabei deutlich höher als die konventionell pasteurisierter Säfte. So resultieren beispielsweise im Fall von Orangensaft rund 150 % höhere Kosten aus einer PEF-Behandlung im Vergleich zur thermischen Pasteurisation.

Frisch gepresste Direktsäfte werden häufig bereits im Herkunftsland einer thermischen Pasteurisation unterzogen, um die Transportstabilität zu gewährleisten. Selbst wenn solche Säfte im Vermarktungsland nicht mehr thermisch, sondern mittels alternativer Technologien (PEF oder HPP) haltbar gemacht werden und gekühlt eine begrenzte Haltbarkeit aufweisen, sind Hinweise auf eine nicht-thermische Behandlung irreführend. Daher besteht die Gefahr, dass - vorsätzlich oder unbeabsichtigt - thermisch behandelte Säfte als „*kalt pasteurisiert/cold-pressed*“ vermarktet werden. Solche Falschvermarktungen führen zur wirtschaftlichen Benachteiligung redlich produzierender Hersteller. Während bis jetzt nur die Enzymaktivität als Hinweis für eine unzureichende thermische Pasteurisation herangezogen werden kann, existieren bislang keine analytischen oder sensorischen Marker für eine Unterscheidung von konventionell pasteurisierten und alternativ haltbar gemachten Säften, so dass die korrekte Auslobung des Haltbarmachungsverfahrens bisher nicht kontrolliert werden kann.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, für gekühlte Orangendirektsäfte und gekühlte, trübe Apfeldirektsäfte Markerverbindungen (Marker) zu identifizieren, die eine Abgrenzung von konventionell thermisch pasteurisierten zu mit HPP- oder PEF-behandelten Säften ermöglichen. Diese Marker sollten über die Lagerdauer in doppelt behandelten Säften sowie in von der Industrie bereitgestellten, authentischen Proben verifiziert und ihre Markereigenschaften somit über ein größeres Probenspektrum validiert werden.

### ***Forschungsergebnis***

Im flüchtigen Metabolom und Sensobolom der Orangensäfte konnten zwei Marker validiert werden, die eine Abgrenzung der unterschiedlichen Herstellungsweisen ermöglichen könnten. Zum einen war dies Vanillin, welches in erhöhter Konzentration auf eine thermische Behandlung hindeutet. Zum anderen konnte (S)-Carvon für HPP-behandelten Orangensaft validiert werden, da hier signifikant höhere Konzentrationen detektiert werden konnten. Zusätzlich ließen sich anhand dieser Daten Zusammenhänge zwischen den beiden Verbindungen knüpfen. So konnte bei einem Saft, dessen (S)-Carvon-Konzentration auf eine HPP-Behandlung schließen ließ, eine mögliche vorherige thermische Behandlung über dessen Vanillin-Konzentration nachgewiesen werden. Die Apfelsäfte konnten ebenfalls anhand flüchtiger Marker abgegrenzt werden. So konnten 3H-2-Benzofuran-1-on, Ethylhexanoat und 1-Octen-3-on jeweils zur Abgrenzung einer thermischen Belastung validiert werden. Zudem konnte eine kombinierte Betrachtung der Konzentrationen von 3H-2-Benzofuran-1-on und Ethylhexanoat eine Unterscheidung von HPP- zu PEF-behandelten Säften (Ethylhexanoat) und einer möglichen Doppelbehandlung mit thermischen Verfahren (3H-2-Benzofuranon-1-on) ermöglichen.

Im nicht-flüchtigen Metabolom konnten mittels eines Non-targeted-Ansatzes Markerverbindungen zur Differenzierung der Pasteurisationsverfahren ermittelt werden, die über die Lagerzeit und in den doppelt behandelten Säften validiert werden konnten. Für Orangensaft konnten zwei Marker für eine HPP-Behandlung, zwei Marker für eine PEF-Behandlung und zwei Marker für eine thermische Behandlung anhand der Projektsäfte validiert werden. Darüber hinaus konnten ein Marker für eine HPP-Behandlung und einer für eine thermische Behandlung auch in kommerziell erhältlichen Industriesäften angewandt werden. Für Apfelsaft konnte ein Marker für eine HPP-/PEF-Behandlung und einer für eine PEF-Behandlung validiert werden. Die Markerverbindungen wurden hinsichtlich ihrer elementaren Zusammensetzung charakterisiert, um einen Datenbankabgleich zu ermöglichen.

Einige Markerverbindungen konnten über die Lagerdauer und in den doppelt behandelten Säften im Rahmen des Projektes validiert werden. Im nächsten Schritt muss noch eine Validierung über eine größere Stichprobenzahl mit unterschiedlichen Parametern, wie Erntejahr, Sorte und Herkunft etc., im Bereich der untersuchten Haltbarmachungsbedingungen erfolgen, um eine Allgemeingültigkeit der Markerverbindungen zu bestätigen.

Durch gezielte Analysen der Konzentrationen der Markerverbindungen ist es künftig möglich, thermisch behandelte Säfte von HPP-behandelten Säften abzugrenzen. Eine Abgrenzung von PEF-behandelten und rein thermisch behandelten Säften ist aufgrund der höheren Temperaturen während der PEF-Behandlung nicht möglich gewesen. Der Lebensmittelüberwachung wie auch Handelslaboratorien können im Ergebnis des Vorhabens Markerverbindungen zur Verfügung gestellt werden, um Irreführungen bzw. Falschvermarktungen im Sortiment der schonend pasteurisierten, gekühlten Direktsäfte aufzudecken bzw. zu verhindern.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

Im Jahr 2021 wurden weltweit 35,1 Mrd. L Fruchtsaft abgesetzt, davon wurden 3,38 Mrd. L in Deutschland produziert. Der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland betrug 31 L, wobei Orangensaft und Apfelsaft mit jeweils 7,5 L bzw. 6,5 L in 2020 die mit Abstand beliebtesten Säfte waren. Die deutsche Fruchtsaftindustrie ist geprägt von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die jährlich über 700 Mio. € Umsatz erwirtschaften. Viele dieser Unternehmen verarbeiten regionales Obst und vermarkten ihre Säfte entsprechend. Um im wachsenden Markt der gekühlten und schonend verarbeitenden Fruchtsäfte konkurrenzfähig sein zu können, sind jedoch hohe Investitionskosten für alternative Haltbarmachungstechnologien nötig, die mit einem hohen Risiko besonders für KMU verbunden sind. Um auch KMU das Marktpotential der gekühlten, sog. „cold-pressed“-Direktsäfte zu eröffnen, muss der Marktwert der schonend haltbar gemachten, gekühlten Direktsäfte gesichert werden. Obwohl die Qualität von Fruchtsäften nach der konventionellen thermischen Pasteurisation erheblich verändert ist, werden solche Produkte derzeit auf dem Markt zum gleichen Preis wie schonend verarbeitete, qualitativ hochwertigere Direktsäfte vertrieben. Die im Rahmen des Forschungsvorhabens beschriebenen Nachweisverfahren können künftig dazu beitragen, unredliche Praktiken in der Fruchtsaftindustrie zu unterbinden. Damit kann das Investitionsrisiko für KMU minimiert und Handlungssicherheit insbesondere für Unternehmen dieser Größenordnung geschaffen werden.

### ***Publikationen (Auswahl)***

1. FEI-Schlussbericht 2022.

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

### ***Weiteres Informationsmaterial***

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie  
an der Technischen Universität München  
Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising  
Tel.: +49 8161 71-2904  
Fax: +49 8161 71-2970  
E-Mail: v.mall.leibniz-lsb@tum.de

Universität Bonn  
Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften (IEL)  
FG Molekulare Lebensmitteltechnologie  
Endenicher Allee 19 B, 53115 Bonn  
Tel.: +49 228 73-4462  
Fax: +49 228 73-4429  
E-Mail: fabian.weber@uni-bonn.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: fei@fei-bonn.de

### **Förderhinweis**

---

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Das IGF-Vorhaben **AiF 20271 N** der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

*Bildnachweis - Seite 1: © Kemal Aganovic, DIL*

Stand: 7. Juni 2022