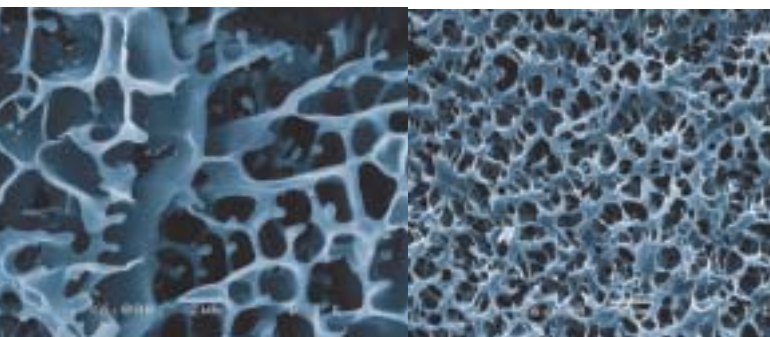


# Lebensmittel unter Hochdruck

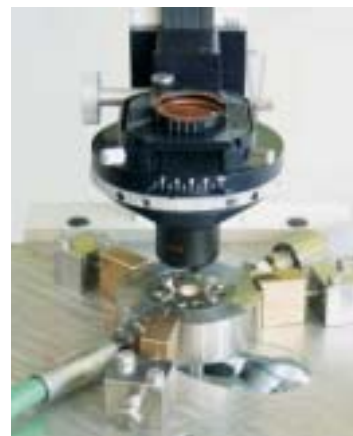
Etablierte Verfahren der Lebensmittelherstellung stoßen häufig an ihre Grenzen. Die Nutzung von Hochdruck eröffnet eine energieeffiziente, abfallfreie Alternative, insbesondere zur schonenden Haltbarmachung von Lebensmitteln. Gemeinsam erarbeiteten Lebensmittelhersteller, wissenschaftliche Einrichtungen und Anlagenbauer hierfür die verfahrenstechnischen Grundlagen und schufen die Basis für eine breite Anwendung dieser innovativen Technik. Die Einbindung der industriellen Partner sichert die spätere Umsetzung in die Praxis sowie die Entwicklung neuer qualitäts- und ressourcenoptimierter Produktkonzepte.



Rindfleischprobe, gefroren      Hochdruckunterstützt gefrorene Rindfleischprobe  
im Luftstrom bei  $-20^{\circ}\text{C}$

Zur Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln werden zahlreiche Hilfs- und Konservierungsstoffe, physikalische Verfahren sowie thermische Prozesse genutzt. So lassen sich bestimmte Produkteigenschaften erzielen und eine gute Lagerfähigkeit erreichen. Durch Einwirkung von Wärme gehen oftmals Produkteigenschaften wie Farbe, Struktur und Nährstoffgehalt verloren. Der wachsende Anspruch der Kunden bezüglich Qualität und Produktvielfalt verlangt daher nach neuen Verfahren, die eine produkt-, energie- und umweltschonende Herstellung ermöglichen. Eine geeignete Alternative stellen hochdruckbasierte Systeme dar.

Bereits vor etwa 100 Jahren wurden erste Versuche zur Konservierung von Milch, Fleisch und anderen Lebensmitteln mittels Hochdruck durchgeführt. Lange blieb das Verfahren ohne Beachtung, bis es vor etwa 20 Jahren wiederentdeckt wurde. Seitdem arbeiten weltweit zahlreiche Forscherteams an dem innovativen Ersatz für konventionelle Konservierungsprozesse. Erste Produkte sind bereits auf dem Markt vertreten, beispielsweise Avocadopüree in den USA und Kochschinken in Spanien. Eine breite Anwendung steht bislang aber noch aus.



Hochdruckzelle unter dem Mikroskop fixiert

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Forscherteam unter der Koordinierung der TU Berlin die breitangelegte Weiterentwicklung des Hochdruckverfahrens. Dabei sollten die technologischen Vorteile von hydrostatischem Hochdruck gezielt genutzt werden, um ein vollständiges Erschließen von Rohstoffpotenzialen zu ermöglichen sowie ressourceneffiziente und abfallarme Produktionstechnologien zu konzipieren. Das BMBF förderte dieses Vorhaben, das sowohl die Entwicklung eines Konservierungsprozesses als auch die Erarbeitung von Hochdruckgefrier- und -auftauprozessen bei Drücken von bis zu 6.000 bar verfolgte.

Diese Anwendung setzt die Kenntnis der hochdruckbeeinflussten Phasen- und Zustandsänderungen voraus. Hierzu entwickelte das Forscherteam eine geeignete Methode zur experimentellen Bestimmung von Phasengrenzlinien zwischen flüssiger Phase und Eis bei Lebensmitteln. Die eingesetzte Versuchsanlage entstand in Zusammenarbeit mit der polnischen Firma Unipress. Die erhobenen Daten dienen zur mathematischen Beschreibung von Phasenübergängen.

**Technische Universität Berlin**  
**Fachgebiet Lebensmittelbiotechnologie und -prozessentechnik**

Prof. Dr. Dietrich Knorr  
 Königin-Luise-Straße 22  
 14195 Berlin  
 Telefon +49 (0) 30 / 31 47 12 50  
 Telefax +49 (0) 30 / 832 76 63  
 E-Mail dietrich.knorr@tu-berlin.de

Dies gestattete Forschern der TU München die Modellierung und numerische Simulation von hochdruckinduzierten Gefrier- und Auftauprozessen und den damit verbundenen Strömungsvorgängen sowie die Überführung in eine Software. Hierdurch wird es möglich, Prozesse und Anlagen im Vorfeld der praktischen Umsetzung zu beschreiben.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte die TU München ein leistungsfähiges Hochdruckmikroskop, mit dem es erstmals möglich wurde, Mikroorganismen und spezifische Strukturen von Lebensmitteln direkt unter Druck zu beobachten. Diese Entwicklung trägt maßgeblich dazu bei, das Verständnis über die Abläufe und Mechanismen der Hochdruckbehandlung zu steigern. Eine weitere wesentliche Neuerung bestand in der Ausweitung des untersuchten

**Das Hochdruckverfahren benötigt weniger Energie als vergleichbare thermische Konservierungsprozesse. Es wirkt gleichmäßig und schonend auf das Produkt ein und arbeitet abfallfrei.**

Druckbereiches für Lebensmittelproben auf etwa 13.000 bar durch anlagentechnische Adaptionen. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse tragen zur Steigerung des wirtschaftlichen Potenzials der Hochdrucktechnologie in der Lebensmittelverarbeitung bei.

In einer weiteren Projektetappe wurden auch umfangreiche Untersuchungen zur Abtötung von Mikroorganismen durchgeführt. Mikroorganismen sind häufig die Ursache für den Verderb von Lebensmitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Wirksamkeit der Hitzesterilisation durch die gleichzeitige Anwendung hoher hydrostatischer Drücke steigern lässt. Als prozesstechnisch vorteilhaft erweist sich die mögliche Reduzierung von Temperaturniveau und Behandlungsdauer, ohne dass die hygienische Sicherheit sinkt.

Das Projekt untersuchte ferner das Gefrieren mittels Hochdruck am Beispiel verschiedener Fleischarten. Das Gefrieren von Fleisch ist eine häufig genutzte Variante zur Haltbarkeitsverlängerung. Sie führt jedoch zur mechanischen Schädigung des Gewebes. Ursache hierfür ist das im Fleisch enthaltene Wasser und die unterschiedlichen Bildungsraten von Eiskristallen beim herkömmlichen Gefrieren im Luftstrom. Als Folge werden die Zellmembranen mechanisch zerstört. Beim Auftauen tritt der Zellsaft aus, wodurch Mineral- und Geschmacksstoffe verloren gehen. Mangelndes Aroma und geringe Saftigkeit des Fleisches sind die Folge. Das Hoch-

- Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Forschungsbereich Fischqualität
- Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Fluidmechanik und Prozessautomation
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Maschinen- und Apparatekunde
- Uhde High Pressure Technologies GmbH
- Unilever Bestfoods Deutschland GmbH



*Labor-Hochdruckanlage (0,75 ; 1 GPa) zur schnellen und schonenden Pasteurisation von Lebensmitteln*

druckgefrieren bietet hier einen Ausweg. Die hohen Geschwindigkeiten des Phasenübergangs bei einer Hochdruckbehandlung verhindern die Bildung großer Eiskristalle. Stattdessen bilden sich – gleichmäßig verteilt – viele kleine Eiskristalle. Die Textur des Fleisches bleibt weitestgehend erhalten, Saft- und Aromaverluste werden deutlich minimiert. Die Hochdruckbehandlung führt jedoch zu einer deutlichen Aufhellung des Fleisches. Sie fällt um so deutlicher aus, je höher der Druck und je länger die Behandlungszeit sind.

Das industrielle Auftauen eingefrorener Fische ist für die fischverarbeitende Industrie von entscheidender Bedeutung. Hochdruckunterstützte Prozesse weisen hier ein großes Optimierungspotenzial auf. Insbesondere die Auftauzeiten und der damit verbundene Verbrauch an Energie lassen sich vermindern. Darüber hinaus können der Wasserverbrauch und die Entstehung organisch belasteter Abfälle gesenkt werden. In umfangreichen Testreihen untersuchte die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel daher die Einsatzmöglichkeiten des Hochdrucks. Die Ergebnisse bestätigen die grundsätzliche Anwendbarkeit des druckunterstützten Auftauens.

Der Projektpartner Uhde errichtete eine Pilotanlage, die auf den erzielten Forschungsergebnissen aufbaut und die weitere Erforschung von Hochdruckanwendungen im Lebensmittelbereich unterstützt. Die Übertragung der Anlage auf industriellen Maßstab wird angestrebt. Sie ist aus Umweltsicht von großer Bedeutung, da in Hochdruckprozessen der Nährwert von Lebensmitteln bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz und Materialschonung erhalten bleibt.