

# High Pressure Processing (HPP): Der einfache Weg zu gesunden und haltbaren Frischsäften

| Fruchtsäfte | High Pressure Processing (HPP) | Hochdruckbehandlung | Pasteurisierungsverfahren | Smoothies |



Abb. 1: High Pressure Processing (HPP) von thyssenkrupp: Der einfache Weg zu gesunden und haltbaren Frischsäften  
alle Abbildungen © thyssenkrupp Industrial Solutions

**Immer mehr Verbraucher achten auf eine gesunde Ernährung mit natürlichen, frischen Produkten, möglichst ohne Zusatzstoffe. Gleichzeitig werden die meisten Säfte heute thermisch pasteurisiert, was zu deutlichen Verlusten an Vitaminen und Nährstoffen führt. Auch Geschmack und Textur leiden. Die Hochdruckbehandlung (High Pressure Processing, HPP) von thyssenkrupp ist ein sicheres, sauberes und ökologisches Verfahren, das Fruchtsäfte und -pasten ganz ohne Hitze und Additive schonend bis zu zehnmal länger haltbar macht. Dabei bleiben Qualität und Frische erhalten (s. Abb. 2).**

## Säfte und Smoothies schonend haltbar machen

Dem allgemeinen Trend zu möglichst gesunden, hochwertigen Lebensmitteln kommt das HPP-Verfahren unmittelbar entgegen. Im Vergleich zur konventionellen thermischen Behandlung bietet es den Vorteil, dass das Lebensmittel sehr schonend behandelt wird – mit Druck, aber ohne Hitze.

Das funktioniert so: Die fertigen Produkte werden in ihrer Endverpackung in einen Hochdruckbehälter befördert. Dieser wird mit Wasser gefüllt, das mittels Hochdruckübersetzern auf einen Druck von 6.000 bar gebracht wird. Da das Produkt von Hochdruckwasser umgeben ist, wirken

die Kräfte von allen Seiten. So können keine Scherkräfte entstehen. Das Produkt wird schonend und homogen behandelt. Es verbleibt über eine bestimmte Zeit unter dem vollen Behandlungsdruck, um die pathogenen Keime zu denaturieren. Danach wird das System kontrolliert entspannt und das Produkt wieder aus dem Hochdruckbehälter befördert. Im Anschluss wird es mittels Druckluft getrocknet, gegebenenfalls etikettiert und dem Handel zur Verfügung gestellt.

## Sicher, sauber und einfach: Behandlung in der Endverpackung

Für den HPP-Prozess wird der Fruchtsaft in seiner Endverpackung (Schalen, Beutel, Schutzgasverpackungen, etc.) behandelt, also nach dem Verschließen. Dadurch wird eine Rekontamination ausgeschlossen; eine aseptische Abfüllung kann entfallen. Die Verpackung muss lediglich flexibel genug sein, um eine Kompression von ca. 16 % aufzunehmen. Weiterhin sollte das Verpackungsmaterial mit Wasser interagieren können. Besonders geeignet sind daher Kunststoffe: So wird für Flaschen in erster Linie PET eingesetzt, aber auch LDPE und HDPE sind möglich. Bei

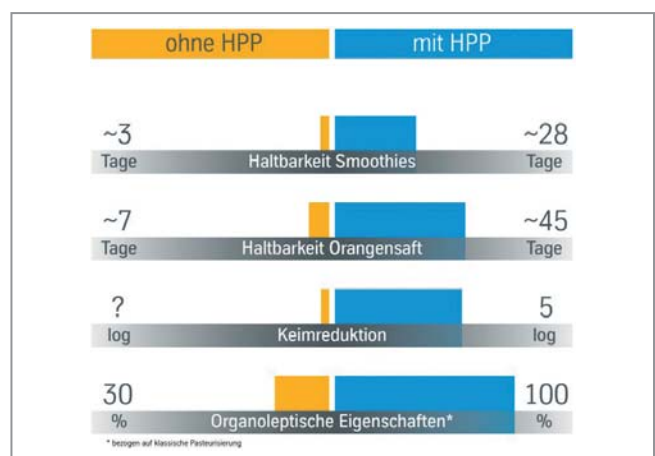


Abb. 2: Vorteile der HPP-Behandlung gegenüber klassischer Pasteurisierung (Werte können je nach Produkt variieren).



Abb. 3: Die Menge an Luft in der Verpackung hat beim HPP-Prozess keinen Einfluss auf das Produkt.

Feststoffen bieten sich Skinfolien, Trays mit flexibler Verschlussfolie und auch Kunststoffbeutel an.

Der Kopfraum (s. Abb. 3) oder eine Gasfüllung in den Verpackungen spielen keine Rolle. Ab einem Druck von ca. 100 bar ist das gesamte Gas nahezu vollständig gelöst und beeinflusst den weiteren Prozess nicht. Bei der Entspannung löst sich das Gas wieder aus dem Produkt und der Verpackung heraus, sodass die Verpackungen intakt bleiben. Selbst eine PET-Flasche mit 50 % Kopfraum nimmt während der HPP-Behandlung keinen Schaden.

### 6.000 bar: Keine Chance für Pilze und Keime

Im Hochdruckbehälter wird das Produkt einem Druck von 6.000 bar ausgesetzt. Dies entspricht in etwa der Gewichtskraft von drei Jumbo-Jets auf der Fläche eines Smartphones. Unter diesen enormen Kräften werden die Moleküle enger zusammengepresst. Dies wirkt sich in erster Linie auf langkettige Proteine aus; kovalente Bindungen hingegen werden bei diesen Druckverhältnissen nicht beeinflusst. Das Resultat: Die Membranpermeabilität von vegetativen Mikroorganismen wird letal gestört, sodass sie denaturieren. Andererseits werden die kurzkettigen Proteine kaum beeinflusst. Dadurch bleiben Geschmacksstoffe und Vitamine nahezu in ihrer ursprünglichen Verfassung erhalten.

Das Verfahren bietet die Möglichkeit, durch Einstellung der Parameter wie Druck, Haltezeit und Temperatur die verschiedenen Arten von Mikroorganismen zu reduzieren. Je nach Produkteigenschaft ist eine vier- bis fünffache log-Reduktion möglich. Am erfolgreichsten wirkt sich der Druck auf Hefen und Schimmelpilze aus, gefolgt von Parasiten, Viren und vegetativen Bakterien (s. Abb. 4). Beim HPP-Verfahren handelt es sich um ein kaltes Pasteurisierungsverfahren und nicht um eine Sterilisierung, da keine vollständige Denaturierung der

Mikroorganismen vorliegt. Weiterhin werden auch Sporen durch das standardmäßige HPP-Verfahren nicht beeinflusst.

### HPP – ein etabliertes und sicheres Verfahren

Das HPP-Verfahren ist schon seit langer Zeit bekannt: Die ersten Versuche wurden 1899 in England an Frischmilch durchgeführt. Der erste kommerzielle Einsatz erfolgte 1990 in Japan: Hier wurden Fruchtmarmeladen mit HPP behandelt, um die Produktfrische bei längerer Haltbarkeit zu gewährleisten. Mitte der neunziger Jahre wurde dann Orangensaft in französischen Supermärkten angeboten.

Seit Beginn des Jahrtausends findet das Verfahren immer mehr Interesse in der Frucht- und Fleischindustrie. Heute sind etwa 50 % der installierten Kapazität in Nordamerika (Kanada, USA, Mexiko) zu finden. In Europa wird der Markt mit weiteren 25 % abgedeckt, auf den Rest der Welt entfallen weitere 25 %. Weltweit sind etwa 400 HPP-Produktionsanlagen mit Behältervolumina von 35 l bis hin zu mehr als 500 l installiert. Der Trend entwickelt sich zu frischen, unbehandelten, ökologischen und vor allem sicheren Produkten. So finden wir heute in den Supermärkten jedes Jahr 15 % mehr HPP-behandelte Ware. Dabei handelt es sich um Fleischwaren, Früchte und Fruchtsäfte, Fertiggerichte, Meeresfrüchte und Milchprodukte. HPP-behandelte Produkte fielen nur bis 2015 unter die Novel Food Verordnung. Heute müssen sie nicht mehr explizit gekennzeichnet werden.

### Schonend für Produkt und Umwelt

Neben der verlängerten Haltbarkeit und der nichtthermischen Behandlung direkt in der Endverpackung bietet das HPP-Verfahren weitere Vorteile. Um die Anlage zu betreiben, benötigt man nur Strom und Trinkwasser. Das Wasser kann wiederverwendet werden, sodass keine Abwässer oder Abfallprodukte entstehen. Die elektrische Energie, die für den Betrieb der Hochdruckübersetzer benötigt

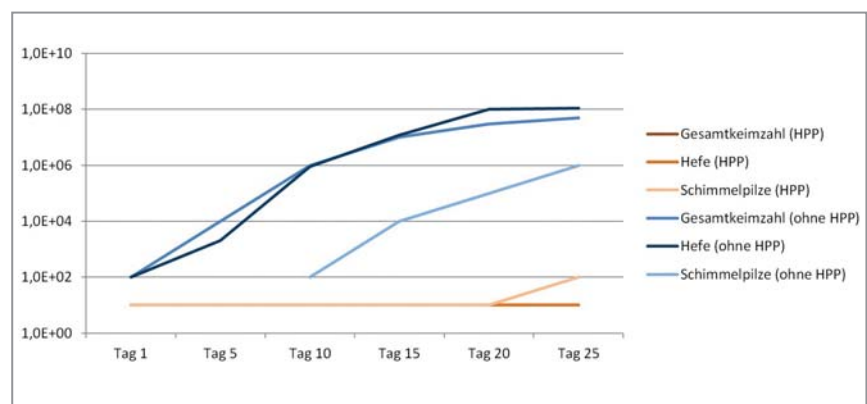


Abb. 4: Denaturierung von Hefen und Schimmelpilzen während der HPP-Behandlung von Apfelsaft.

wird, liegt bei etwa 15 kWh je Zyklus. Dies entspricht in etwa der Energiemenge, die man braucht, um ein gleiches Wasservolumen um 10 °C zu erwärmen. Bei dem Prozess handelt es sich um ein rein physikalisches Verfahren. Der Einsatz von Additiven oder Chemikalien ist nicht notwendig.

Da sich die Lebensmittel bereits in ihrer Endverpackung befinden, können unterschiedliche Produkte gleichzeitig behandelt werden, beispielsweise Fruchtsaft und Frucht-püree innerhalb desselben Zyklus. Das erhöht die Flexibilität des Anwenders. Der Druck wirkt homogen auf alle Stellen im Lebensmittel gleichzeitig ein – anders als bei der thermischen Behandlung, die von außen nach innen wirkt. Das Ergebnis: ein schonend behandeltes, sicheres Produkt.

### **HPP bedient den wachsenden Markt frischer, naturbelassener Produkte**

Das HPP-Verfahren eignet sich hervorragend für den wachsenden Markt frischer, naturbelassener Fruchtsäfte und Fruchtprodukte, die ohne Zusatzstoffe, Nährstoff- und Geschmacksverlust haltbar gemacht werden. Das Behandlungskonzept kann unterschiedlich umgesetzt werden. Auch Produktmodifikationen sind möglich. So können beispielsweise Enzyme gezielt deaktiviert werden, um die Bräunung von Fruchtprodukten zu verhindern. Eine gutes Beispiel hierfür ist die beliebte Advocado-Creme: Das Fruchtfleisch dieser „Superfrucht“ wird nach dem Herauslösen schnell braun – mit HPP bleibt die Creme nicht nur frisch, sondern auch optisch ansprechend. Das gilt genauso für Säfte und Fruchtzubereitungen: Geschmack, Optik und Textur bleiben „wie frisch gemacht“.

Für den globalen Massenmarkt eignet sich der HPP-Prozess bisher nur bedingt, da die Kapazitäten derzeit noch geringer als bei einer thermischen Behandlung sind. Auch muss das Produkt nach der Behandlung in der Kühlkette verbleiben.



Abb. 5: Wartungsfreundliches Design der Anlagen sowie die große Haltbarkeit der Komponenten reduzieren Stillstandzeiten auf ein Minimum.

### **Auch direkte Behandlung oder „Behandlungsbeutel“ möglich**

Bei der Behandlung direkt in der Endverpackung handelt es sich um einen Batchprozess, bei dem eine aseptische Abfüllung entfällt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, pumpbare, niederviskose Produkte oder Vorprodukte ohne ihre Verpackung zu behandeln. Dabei kann je nach Ausführung das Produkt direkt durch die Hochdruckübersetzer gefördert werden, um den Druck anstatt mit Wasser mit dem Produkt selbst zu erhöhen. Allerdings wird dadurch ein Teil des Lebensmittels bei der Entspannung erwärmt und muss dann verworfen werden. Weiterhin sind dabei besondere hygienische Anforderungen an die Anlage zu stellen.

Eine weitere Möglichkeit bietet das Schlauchbeutelprinzip, bei dem das Produkt in einen Behandlungsbeutel gefördert wird, der den gesamten Hochdruckraum ausfüllt. Dieser Beutel wird behandelt und kann nach dem Prozess entleert oder direkt gelagert werden. Dadurch wird ein besonders hoher Füllgrad ermöglicht. In beiden Fällen muss zusätzlich eine aseptische Abfüllung durchgeführt werden.

### **Betrieb und Integration in Produktionsprozesse**

HPP-Anlagen von thyssenkrupp benötigen für ihren Betrieb lediglich Trinkwasser, elektrischen Strom und Steuerluft sowie Mitarbeiter, die die Be- und Entladung übernehmen. Auch eine Automatisierung des Prozesses kann angedacht werden. Dazu werden die Zu- und Abführbänder der Anlage an Be- und Entladestationen angeschlossen. Diese bedienen sich entweder an pick-and-place-Systemen oder speziellen Ein- und Auslademechanismen. In der Regel sind diese Systeme für eine bestimmte Verpackungsform spezifiziert und müssen bei Produktwechsel neu justiert werden. Eine Investitions- und Nutzenrechnung sollte daher einer manuellen Bestückung gegenübergestellt werden. Darüber hinaus sind die Anlagen und ihre Komponenten äußerst robust und langlebig. Bei der Herstellung kommen u.a. Autofrettage, Schrumpftechnologien und Wickeltechnologien zum Einsatz. Das wartungsfreundliche Design der Anlagen sowie die große Haltbarkeit der Komponenten reduzieren Stillstandzeiten auf ein Minimum (s. Abb. 5).

Je nach Anlagengröße (Behältervolumen), Auslastung (Schichtbetrieb), Behandlungsdauer (Rezepte) und Füllgrad (Produkt je Zyklus) können die Kosten einer HPP-Behandlung zwischen 0,1 und 0,5 € je Liter liegen. Die Kosten sind damit zwar höher als die einer konventionellen thermischen Behandlung, bieten dem Produzenten



*Abb. 6: Lohnbehandlung: Volle Frische für kleines Geld*

aber die Möglichkeit, naturbelassene Ware in hoher Qualität und Sicherheit herzustellen und anzubieten.

### **Volle Frische für kleines Geld: Lohnbehandlung**

Kleinere Produktionsbetriebe oder Start-ups müssen oft mit wenig Kapitaleinsatz viel bewegen. Mithilfe der Lohnbehandlung können die Vorteile der Hochdruck-Pasteurisierung ohne eigenes Investment gegen eine geringe Gebühr genutzt werden. Das funktioniert ganz einfach: Produkt anliefern, behandeln lassen, fertig. Neben einer Lohnbehandlungs-Anlage in Hagen (Deutschland/NRW) hat thyssenkrupp auch Anlagen in Lohnbehandlungszentren weltweit platziert.

## **Hochdruckpasteurisierung – ein Verfahren löst viele Aufgaben**

HPP bietet Produzenten und Verbrauchern viele Vorteile im Gegensatz zu konventionellen Pasteurisierungsmethoden: Mehr Frische, Sicherheit und ein wirklich hochwertiges Produkt. Viele verschiedene Anwendungsmöglichkeiten sind bereits marktgängig und im Handel. Lebensmittelhersteller profitieren von einem sicheren, sauberen und schonenden Prozess, der auch für ökologische Produkte und die entsprechende EU-Bio-Zertifizierung geeignet ist. Darüber hinaus ergeben sich für die HPP-Technologie weitere Einsatzfelder, etwa zur Produktmodifikation sowie in der Kosmetik- und Pharmaindustrie.



**Autor:**

**Boris Brockhaus**

thyssenkrupp Industrial Solutions