

# Aromausbeute bei der Entaromatisierung von Fruchtsäften = Aroma recovery of fruit juices

Autor(en): **Buchli, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **75 (1984)**

Heft 1

PDF erstellt am: **14.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-982690>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

J. Buchli, Brauerei Feldschlösschen, Rheinfelden

## Aromausbeute bei der Entaromatisierung von Fruchtsäften

Aroma Recovery of Fruit Juices

### Einleitung

In der modernen Fruchtsafttechnologie wird unmittelbar nach der Ernte der Früchte ein Großteil der Produktion zu Konzentrat verarbeitet. Dies bringt durch geringeres Lagervolumen nicht nur wirtschaftliche Vorteile mit sich, sondern ergibt auch arbeitstechnische und qualitative Verbesserungen. Allerdings ist vor dem Eindampfen das Aroma zu gewinnen und getrennt vom Saftkonzentrat zu lagern. Aroma erleidet während der Lagerung in wässriger Lösung weniger Veränderungen als im Saft. So läßt sich dem rekonstituierten Produkt während des Jahres das fast frisch erhaltene Fruchtsaftaroma zudosieren (1).

### Konventionelle Aromagewinnung

Die heute üblichen Aromaanlagen (Abb. 1) basieren technisch auf dem aus dem Jahre 1944 stammenden Verfahren von *Milleville* und *Eskew* (2). Aus dem Saft wird je nach Art ein gewisser Teil des Wassers abgedampft und abgetrennt. Die Abdampftrate ist derart festgelegt, daß die meisten der im Saft vorhandenen flüchtigen Stoffe im Dampf enthalten sind. Der zurückbleibende Saft ist aromaarm. Die aromahaltigen Dämpfe gelangen in eine Rektifizierkolonne und einen Kondensator, um sie auf ein Saft zu Aromakonzentratverhältnis von 1 : 100 bis 1 : 200 zu konzentrieren. Gleichzeitig erfolgt in der Kolonne eine Abtrennung der Aromastoffe von begleitendem Wasser, dem Lutterwasser, das verworfen wird. Eine zusätzliche Einrichtung wäscht mit gekühltem Lutterwasser allfällige in den nichtkondensierbaren Gasen enthaltene, flüchtige Aromakomponenten aus. Der entaromatisierte Saft wird weiterverarbeitet und das Aromakonzentrat kühl gelagert.

Die Meinungen über die zu verwendenden Abdampftraten für eine hinreichende Entaromatisierung verschiedener Fruchtsäfte gehen weit auseinander. Bei

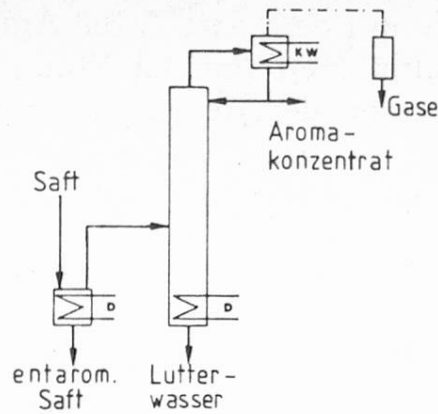


Abb. 1. Aromagewinnungsanlage mit Abtrennung der Aromastoffe durch Verdampfen  
D = Dampf, KW = Kühlwasser

Apfelsaft wird eine Abdampfung von 10% am häufigsten genannt, aber auch Werte von 30% sind im Umlauf. Bei Birnensaft schwanken die Angaben zur Abdampfrate zwischen 23 und 50%. Extreme Vorschläge für Aprikosen- und Pfirsichsaft liegen zwischen 25 und 70%, bei Brombeer-, Himbeer- und Erdbeersäften sind Zahlen zwischen 40 und 80% festgelegt worden.

### Aromastoffbilanzierung

Die Verteilung der Aromastoffe auf die in einer Aromaanlage entstehenden Teilströme läßt sich anschaulich durch die Bilanz über eine Anlage darstellen (Abb. 2). Grundsätzlich muß der Mengenstrom eines jeden mit dem Saft in die Anlage eintretenden Aromastoffes in den vorhin erwähnten, austretenden Teilströmen der Anlage wieder vorhanden sein. Daraus ergibt sich, daß die Men-

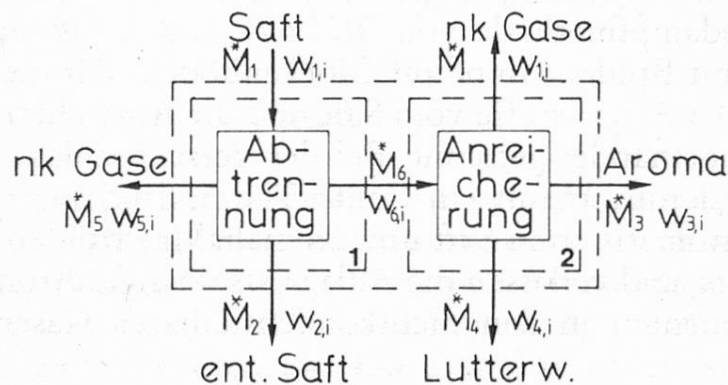


Abb. 2. Schematische Darstellung der Massenströme einer Aromaanlage mit den Bilanzgebieten 1 und 2

$\dot{M}$  = Massenstrom (kg/h)

$w$  = Massenanteil (ppm)

$i$  = Aromakomponente 1, 2, ...  $i$

1 = Saft

2 = entaromatisierter Saft

3 = Aromakonzentrat

4 = Lutterwasser

5 = nichtkondensierbare Gase

6 = aromahaltiges Destillat

ge eines Aromastoffes, die mit dem Saft in die Anlage eintritt,  $\dot{M}_1 w_{1,i}$ , nämlich der Saftmengenstrom multipliziert mit der Konzentration der Komponente  $i$ , gleich sein muß wie die Summe der Mengen, die mit dem Aromakonzentrat  $\dot{M}_3$ , dem entaromatisierten Saft  $\dot{M}_2$ , dem Lutterwasser  $\dot{M}_4$  und den nichtkondensierbaren Gasen  $\dot{M}_5$  die Anlage verlassen:

$$\dot{M}_1 w_{1,i} = \dot{M}_2 w_{2,i} + \dot{M}_3 w_{3,i} + \dot{M}_4 w_{4,i} + \dot{M}_5 w_{5,i}$$

$\dot{M}_6$  ist die aus dem Saft abgetrennte Brühdampfmenge. Sie wird durch die Abdampftrate festgelegt. Weil man bei der Aromagewinnung möglichst große Teile des Aromas in dieses Destillat überführen möchte, ist nachstehend als Aromaausbeute die Menge einer Komponente im Aromadestillat, bezogen auf die ursprüngliche Menge im Saft, definiert, also:

$$\text{Ausbeute}_i = \frac{\dot{M}_6 w_{6,i}}{\dot{M}_1 w_{1,i}}$$

Der Festlegung des Wirkungsgrades der Rektifizierkolonne, also der Anreicherung der Aromakomponenten, dient die Menge einer Aromakomponente im Aromakonzentrat verglichen mit deren Menge im Aromadestillat:

$$\text{Kolonnenwirkungsgrad}_i = \frac{\dot{M}_3 w_{3,i}}{\dot{M}_6 w_{6,i}}$$

### Versuchsziel und Vorgehen

Die hier vorzustellenden Untersuchungen, die Teil einer an der ETHZ durchgeführten Dissertation (3) sind, vergleichen die Entaromatisierung von Fruchtsäften nach der Abdampfmethod von *Milleville* und *Eskew* mit dem Abtrennen durch Strippen mit Brühdampf auf Glockenböden. Für die Versuche erfolgen die Abtrennung der Aromastoffe vom Saft und die Anreicherung der aromahaltigen Destillate voneinander getrennt. Bei der Versuchsanlage für die konventionelle Entaromatisierung trennt ein Centri-Therm-Eindampfer den vorerhitzten Frischsaft in entaromatisierten Saft und aromahaltige Brüden. Diese gelangen in einen Kondensator und verlassen die Anlage als flüssiges Aromadestillat. Allfällige Aromakomponenten in den nichtkondensierbaren Gasen frieren in einem Tiefkühler aus.

Beim Dämpfstrippen gelangt der Frischsaft (1) nach Abbildung 3 auf den obersten Boden einer Glockenbodenkolonne (17) und rieselt über sieben Glockenböden im Gegenstrom zum im Verdampfer (14) erzeugten Brühdampf (7). Auf jedem Boden erfolgt ein intensiver Wärme- und Stoffaustausch. Dadurch wird der Saft in mehreren Stufen entaromatisiert. Er strömt anschließend zur Produktion des Brühdampfes (7) in den Eindampfer (14). Die aromahaltigen Dämpfe kondensieren (15) und verlassen die Anlage (6). Dem Ausfrieren allfälli-

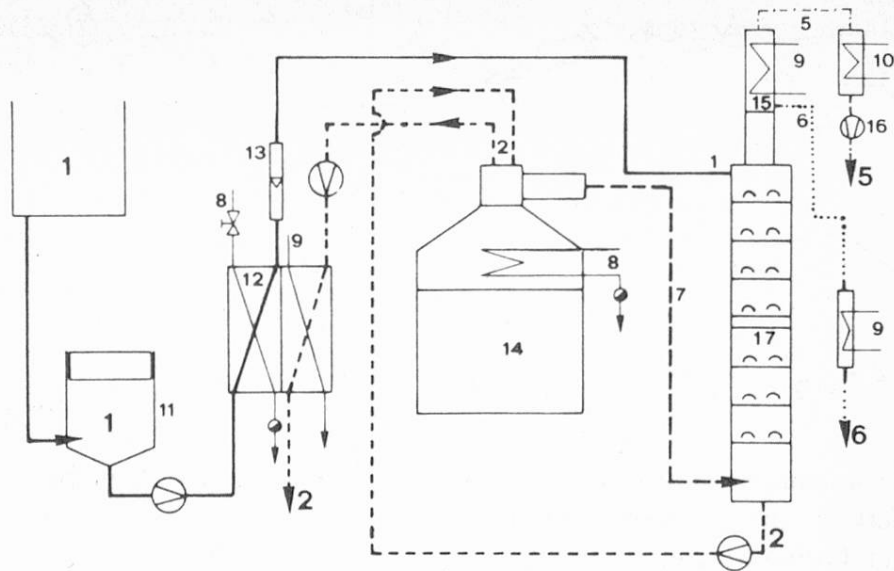


Abb. 3. Versuchsanlage zum Dampfstrippen von Fruchtsäften

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 = Saft (—)                        | 11 = Vorlaufgefäß        |
| 2 = entaromatisierter Saft (----)   | 12 = Wärmetauscher       |
| 5 = nichtkondensierbare Gase (---)  | 13 = Rotameter           |
| 6 = aromahaltiges Destillat (.....) | 14 = Eindampfer          |
| 7 = Brüden (---)                    | 15 = Kondensator         |
| 8 = Heizdampf                       | 16 = Vakuumpumpe         |
| 9 = Kühlwasser                      | 17 = Glockenbodenkolonne |
| 10 = kaltes Methanol                |                          |

ger Aromastoffe aus den nichtkondensierbaren Gasen (5) dient ein Wärmeaustauscher (10).

Die gesammelten, aromahaltigen Destillate gelangen in beiden Fällen in einem getrennten Versuch auf einer Glockenbodenkolonne zur Anreicherung, bis eine Konzentration von 1 : 100 erreicht ist.

## Ergebnisse

Wichtigste Voraussetzung zum Erzielen aussagekräftiger Ergebnisse ist das Arbeiten der Anlage bei Gleichgewicht der Konzentrationen in den verschiedenen Massenströmen. Beim Herstellen eines 150fachen Aromakonzentrates spielt sich beispielsweise ein stationärer Zustand ca. 3 Stunden nach dem Einschalten der Anlage ein. Erst in diesem Gleichgewichtszustand ist an ein repräsentatives Ergebnis beim Ausmessen der Anlage zu denken.

### Apfelsaft

Die durchschnittliche Aromastoffausbeute von sechs besonders betrachteten Aromastoffen in Apfelsaft ist in Abbildung 4 in Abhängigkeit von Abdampfrate

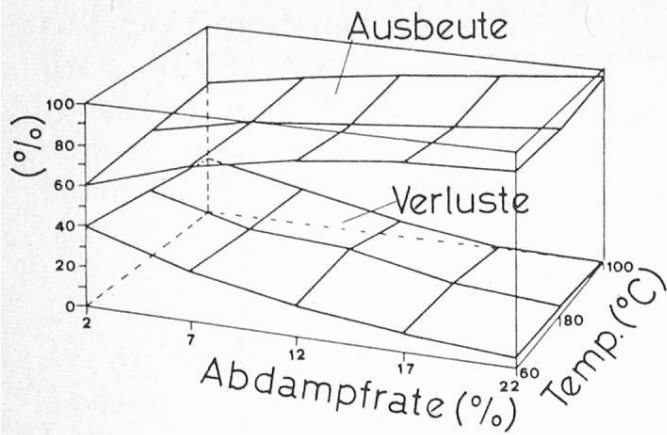


Abb. 4. Aromausbeute im Destillat und Verluste im entaromatisierten Saft bei konventioneller Abtrennung des Apfelsaftaromas. Durchschnitt der Ausbeuten von Ethanol, Butanol, Methylbutanol, Hexenol, Hexanol und Hexenal

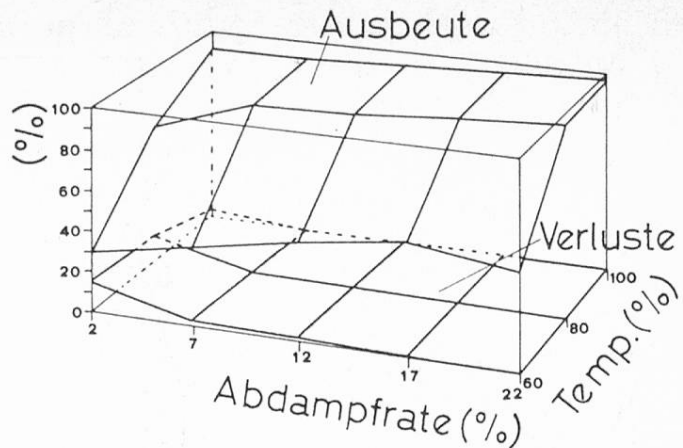


Abb. 5. Aromausbeute im Destillat und Verluste im entaromatisierten Saft beim Dampfstrippen von Apfelsaft. Aromastoffe wie Abbildung 4

und Verdampfungstemperatur dreidimensional dargestellt. Sie verläuft bei der konventionellen Entaromatisierung wie folgt: Tiefe Abdampfpraten von 2 bis 12% geben zwischen 60 und 100 °C deutlich schlechtere Aromausbeuten als solche von 12 bis 22%. Eine Entaromatisierung im Unterdruckbereich führt bei gleichbleibender Abdampfprate nur zu geringfügig schlechteren Resultaten als bei Normaldruck. Mit großen Abdampfpraten von über 16% ist praktisch das gesamte Aroma zu gewinnen. Die im Aromadestillat jeweiligen fehlende Aromastoffmenge ist als Verlust vollständig im entaromatisierten Saft wiederzufinden. Die Aromastoffmengen in den nichtkondensierbaren Gasen sind, auch im Unterdruckbereich, vernachlässigbar. Sie betragen für einzelne, leichtflüchtige Komponenten im Maximum 2%.

Beim Dampfstrippen ist der Grad der Entaromatisierung bei 80 und bei 100 °C nur sehr schwach von der Abdampfprate abhängig (Abb. 5). Schon bei niedrigen Abdampfpraten von 2 bis 3% sind hohe Aromausbeuten zu erzielen. Auffällig ist die stark verminderte Ausbeute bei 60 °C. Hier besteht ein Ausbeutemaximum bei einer Abdampfprate von ca. 17%. Bei diesem Druck macht sich der Einfluß der nichtkondensierbaren Gase sehr stark bemerkbar, entfernen diese doch durchschnittlich 34% der Aromastoffe aus der Anlage. Offenbar nehmen die Gase bei den großen Austauschflächen in der Glockenbodenkolonne viel mehr Aromastoffe auf als in der konventionellen Anlage. Beim Dampfstrippen sind die Verluste im entaromatisierten Saft über den gesamten Druck- und Abdampfungsbereich gleichmäßig und gering. Auch im Unterdruckgebiet läßt sich also ein Apfelsaft in der Dampfstrippanlage schon mit 7% Abdampfprate entaromatisieren.

Abbildung 6 zeigt den Verlauf der Aromastoffkonzentrationen von 5 Aromabestandteilen über alle Böden beim Dampfstrippen von Apfelsaft. Der größte

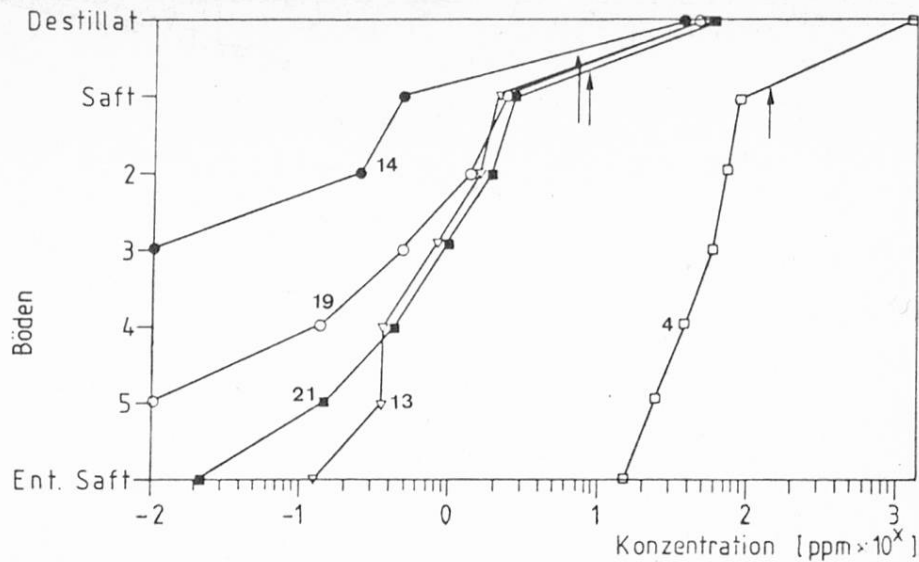


Abb. 6. Konzentrationsverlauf mehrerer Komponenten beim Dampfstrippen von Apfelsaft bei einer Abdampftrate von 12%

- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 4 = Ethanol        | 19 = Hexanol |
| 13 = Methylbutanol | 21 = Hexenol |
| 14 = Hexenal       |              |

Konzentrationsanstieg erfolgt zwischen oberstem Boden und Kondensator. Auf den tieferen Böden nimmt die Konzentration der meisten Komponenten fast logarithmisch ab. Als Ausnahme ist Methylbutanol zu bezeichnen, das offenbar bei 0,7 ppm azeotrop siedet. Die eingezeichneten Frischsaftkonzentrationen sind höher als die Saftkonzentrationen auf den obersten Böden.

Bei der Anreicherung des aromahaltigen Destillates tritt das Destillat auf einem mittleren Boden in die Kolonne ein. Mit Hilfe der Sumpfheizung und des Kondensators reichern sich die Aromastoffe im oberen Teil der Kolonne an. Sie werden dort als Teilstrom in Form des Aromakonzentrates entnommen. Dabei bilden sich in der Kolonne die in Abbildung 7 dargestellten Konzentrationsgleichgewichte aus. Die Werte entsprechen Flüssigkeitskonzentrationen. Um Vergleiche zu ermöglichen, sind die Ergebnisse durch Bezug auf die Ausgangskonzentration im Saft dimensionslos dargestellt. Bei dampfförmigem Zulauf des Aromadestillates in die Anreicherungskolonne ist erneut eine logarithmische Veränderung der Konzentration der Aromastoffe von Boden zu Boden festzustellen. Bei dampfförmiger Zufuhr der aromahaltigen Brüden in den Fuß der Anreicherungskolonne und ohne Verwendung einer Sumpfheizung entsteht, wie man sieht, ein völlig anderer Konzentrationsverlauf mit erhöhten Verlusten im Lutterwasser. Bei flüssigem Zulauf von Aromadestillat in die Mitte der Anreicherungskolonne ist die Aromakonzentration auf dem Zulaufboden erhöht, auf den höher gelegenen zwei Böden zeigt die Flüssigkeit tiefere Aromakonzentration. Offenbar steigen die Aromastoffe bei dampfförmigem wie flüssigem Eintritt in die Kolonne rasch auf, ohne auf den ersten Böden weitgehend auszukondensieren.

Ausbeutemäßig betrachtet, sind bei einer Anreicherung unter Normaldruck je nach Aromastoffen 90 bis 95% der im Aromadestillat enthaltenen Komponenten

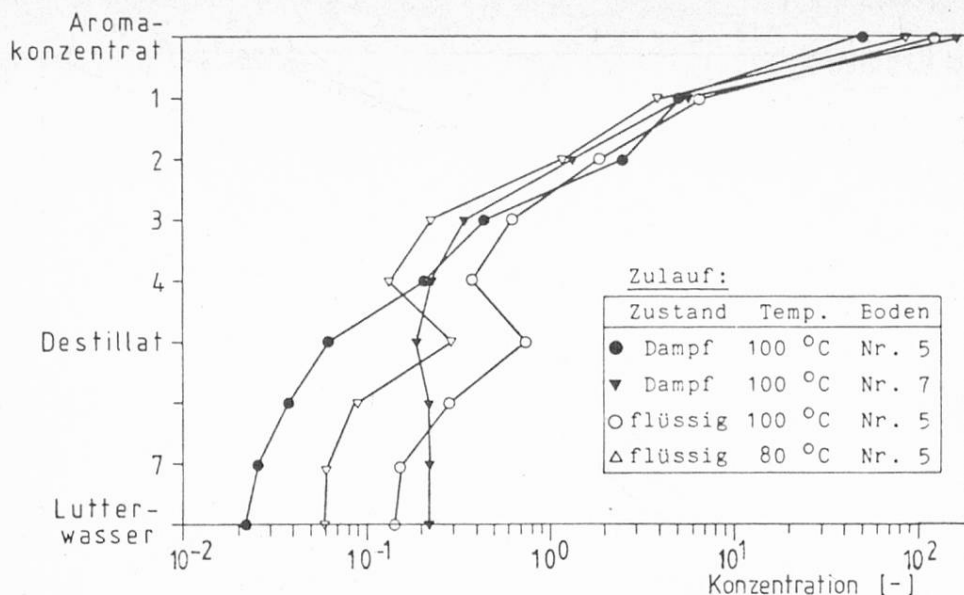


Abb. 7. Durchschnittlicher Verlauf der Aromakonzentrationen bei der Anreicherung in dimensionsloser Darstellung, Durchschnittswerte wie Abbildung 4

zu gewinnen. Der Rest geht mit dem Lutterwasser oder mit den nicht kondensierbaren Gasen verloren. Erfolgt die Anreicherung im Unterdruckgebiet bei 80 °C, ergeben sich wie beim Dampfstrippen im Unterdruck um 10 bis 20% erhöhte Aromaverluste durch die nichtkondensierbaren Gase. Mit einer guten Auswaschanlage für nichtkondensierbare Gase sind allerdings diese Aromastoffmengen für das Aromakonzentrat wieder zu gewinnen. Die alleinige Rektifikation der aromahaltigen Brüden, ohne Arbeiten mit Abtreibteil und Sumpfheizung, ergibt im Lutterwasser etwa 5 bis 10% höhere Verluste als mit Energiezufuhr.

### Birnensaft

In Abbildung 8 sind die Ausbeuten verschiedener Aromastoffe bei der Entaromatisierung von Birnensaft dargestellt. Für die konventionelle Entaromatisierung bei 100 °C ist erneut eine eindeutige und ausgeprägte Abhängigkeit der Ausbeute von der Abdampftrate festzustellen. Sie ist bei Raten von 20 bis 25% annehmbar hoch. Beim Dampfstrippen ist die Ausbeute schon bei einer Abdampftrate von 10% sehr gut. Mit einer Erhöhung der Rate auf über 10% ist keine entscheidende Erhöhung der Ausbeute mehr verbunden. Allerdings tritt bei Birnensaft eine Aromakomponente auf, die beim normalen Abdampfen wie auch mit Dampfstrippen nur sehr schwer vom Saft zu trennen ist. Bei dieser nicht genau identifizierten Verbindung, es handelt sich vermutlich um cis-Hexylacetat, bringt auch die Abtrennung über Glockenböden nicht die erhoffte und theoretisch zu erwartende stark verbesserte Abtrennwirkung zustande. Auch der Konzentrationsverlauf der betrachteten Komponente über die Dampfstrippkolonne zeigt, daß pro zusätzlichen Boden nur eine geringe Verbesserung der Abtrennung erwächst. Beträgt ihre Konzentration im entaromatisierten Saft nach dem Strippen noch 97 ppm, steigt



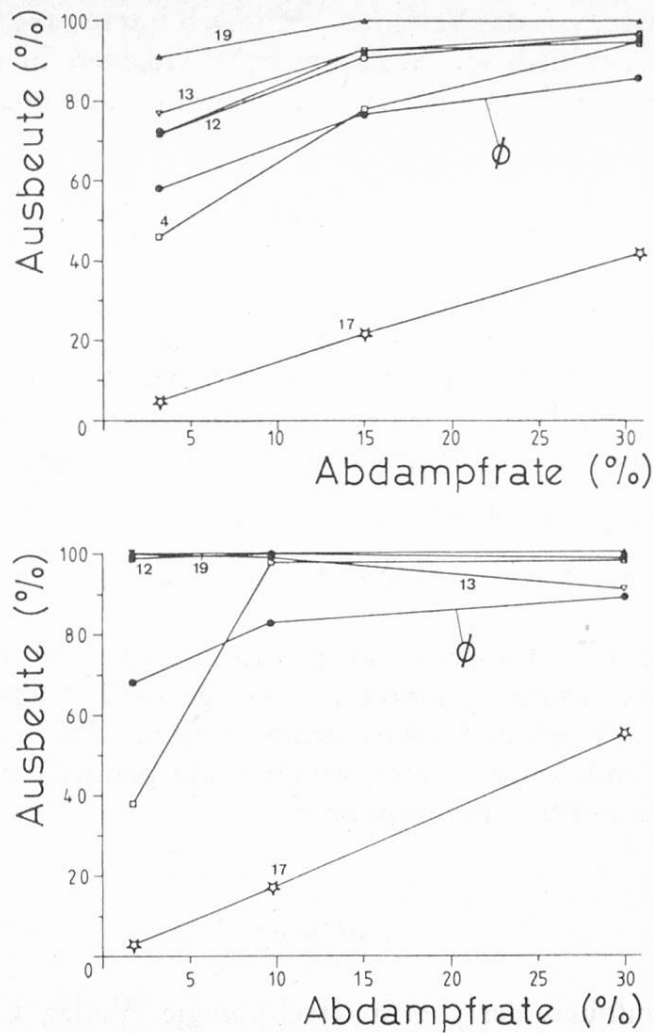


Abb. 8. Aromastoffausbeuten diverser Komponenten bei der konventionellen Entaromatisierung (oben) und beim Dampfstrippen (unten) von Birnensaft  
 4 = Ethanol                      17 = Hexylacetat  
 12 = Butanol                    19 = Hexanol  
 13 = Methylbutanol

sie im Aromadestillat nur auf 233 ppm an, obwohl sieben Böden eingesetzt sind. Für andere Stoffe ist mit derselben Anlage eine bis zu 2000fache Steigerung möglich. Wieder andere Aromastoffe weisen über mehrere Böden konstante Konzentration auf und sind voraussichtlich selbst mit einer höheren Bodenzahl nicht mehr in größerem Maß anzureichern.

### Zusammenfassung

Die Entaromatisierung von Säften mit Dampfstrippen erfordert geringere Abdampfzeiten als das übliche Abdampfen. So ist für eine durchschnittliche Aromastoffausbeute von 90% aus Apfelsaft beim konventionellen System 16% und beim Dampfstrippen nur 3% Abdampfung notwendig. Diese Reduzierung der Abdampfzeit ergibt beträchtliche Minder-

aufwendungen an Energie, was das Verfahren technisch interessant machen dürfte, interessant auch durch die verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten in einfache Aromagewinnungsanlagen oder auch in kombinierten Aromagewinnungskonzentrieranlagen.

### *Résumé*

L'extraction d'arômes de jus de fruits par stripping exige des taux d'évaporation nettement inférieurs à ceux de l'extraction conventionnelle. Pour un rendement moyen d'arôme de jus de pommes de 90% il faut un taux d'évaporation de 16% et de 3% par stripping. Le résultat est une réduction de la dépense d'énergie ce qui peut rendre intéressant ce procédé même combiné avec un évaporateur à plusieurs degrés.

### *Summary*

The aroma recovery of fruit juices by steam stripping demands less evaporation for the same yield than the conventional method. An average yield of 90% of aroma from apple juice needs conventionally 16% and 3% by steam stripping. This reduction of the evaporation rate saves energy and cooling water, which could pay well even in combination of steam stripping with a multi-stage evaporator.

### *Literatur*

1. *Schobinger, U.*: Handbuch der Getränketechnologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1978.
2. *Milleville, H. P. and Eskew, R. K.*: Recovery and utilisation of natural apple flavors. Eastern Regional Research Lab., AIC-63, Philadelphia 1944.
3. *Buchli, J.*: Die Aromagewinnung aus Fruchtsäften durch Strippen mit Brühdampf. Diss. ETH Zürich Nr. 7306, 1983.

Dr. J. Buchli  
Brauerei Feldschlösschen  
CH-4310 Rheinfelden