



WEINFILTRATION: HISTORISCHE ENTWICKLUNG

Die Filtration bewirkt eine Klärung und Stabilisierung des Weins und ist fester Bestandteil der modernen Önologie. Aber wie hat sich diese Technik über die Jahre entwickelt? Ein Überblick über die Entwicklung der Weinfiltrationstechniken von der Antike bis heute.

Die Filtration ist ein Verfahren zur Trennung von Flüssigkeiten und Feststoffen. Dabei fließt eine Flüssigkeit durch ein poröses Medium, wobei bestimmte unerwünschte feste Bestandteile zurückgehalten werden.

Erste Spuren der Verwendung der Filtration zur Klärung von Weinen gehen bis in die Antike zurück. Damals wurde sie mithilfe von Tüchern oder Säcken aus Wolle oder Baumwolle durchgeführt (Abb. 1).

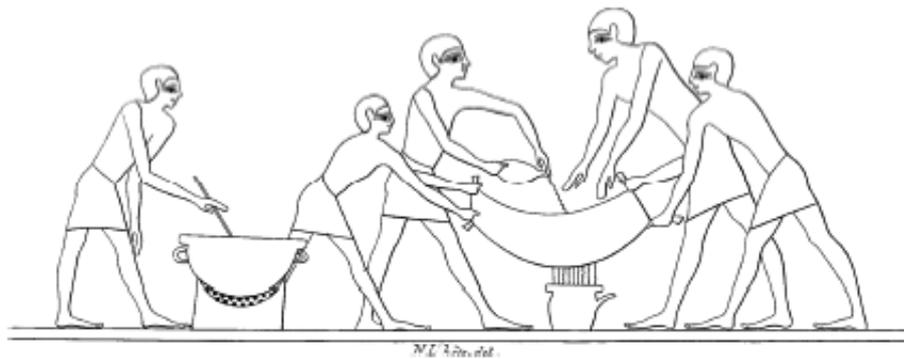


Abb. 1: Schon die alten Ägypter filterten Getränke mit Tüchern und Säcken. (© AWRI)

Mit der Entwicklung des Handels im Mittelalter wurden Verfahren wichtig, mit denen Weine aufbewahrt und haltbar gemacht werden konnten. Parallel dazu wurden die verbindenden Eigenschaften von Eiweiß entdeckt und Klebstoffe aus Fischschwimmblasen, Tierhäuten und Knorpel (Gelatine) entwickelt.

Die Filtrertechniken dieser Zeit blieben einfach und beruhten auf dem durch die Schwerkraft getriebenen Durchfluss der Flüssigkeit durch filtrierende Erden oder Gewebe. Damals war die Zugabe von Gewürzen und anderen Zutaten in die Weine üblich. Die festen Stoffe wurden durch einen Filterschlauch entfernt, der ursprünglich für die Filtration von Regenwasser entwickelt wurde. Ein solcher, manchmal als Hippokrates-Socke bezeichneter Filter ist in Abb. 2 dargestellt. Erst im 20. Jahrhundert wurde die Filtration in der Önologie breit eingeführt.

INDUSTRIELLE ENTWICKLUNG

Die ersten Filter, die Anfang der 1900er-Jahre in der Önologie eingesetzt wurden, funktionierten mit Schlauchfiltern nach dem Prinzip der Filtration mit Filtermasse (Abb. 3). Ein solcher Filter besteht aus einer Wanne und mehreren Stoffbeuteln, die in der Wanne aufgehängt sind. Diese Taschen bildeten zusammen die Filterfläche, die eine Filterschicht aus Kieselgur, Zellulose oder einer Kombination dieser Materialien mit Asbest zurückhielt (Abb. 4). Asbest wurde wegen der Rückhaltefähigkeit durch Adsorption häufig verwendet. Der Wein wurde durch diese Schicht geleitet und die Partikel blieben dort zurück. Die Filterschicht war schnell verblockt und der Filtrationsvorgang musste unterbrochen werden, um eine neue Filterschicht aufzubauen. Es wurden verschiedene Konfigurationen entwickelt, die auf demselben Prinzip basierten, wie z. B. Teller- oder Faltenfilter, mit denen die Filterfläche vergrößert werden konnte (Abb. 5 und 6).

Im Laufe der Zeit wurde die Filtration mit Filtermasse durch Anschwemmfilter ersetzt. Auf dem Filter wird eine Vorfilterschicht eingebracht, dann wird dem Wein das Filterhilfsmittel zugegeben, bevor er durch den Filter läuft, wodurch die Filterkapazität der Filterschicht ständig erneuert wird. Die Verunreinigungen werden dann im ganzen Filterkuchen aufgenommen und nicht nur an der Oberfläche abgelagert. Dadurch konnten die Filterzyklen verlängert werden, was die Filtration effizienter machte. Es wurden verschiedene Geräte entwickelt, bei denen die Bildung des Filterkuchens, das Anschwemmen und das Wegschwemmen des Filterkuchens (für die Reinigung sowie die Rückgewinnung der Filterhilfsmittel) ohne Öffnen des Filters erfolgen kann. In jüngster Zeit wurden vor allem in Frankreich biobasierte, regenerierbare oder rezyklierbare Filterhilfsmittel für Filterpressen und Anschwemmfilter erforscht. Es wurden auch Kunststoffpartikel aus biologischen Quellen (Rilsan®) für die Klärung von Wein und das Herausfiltern von Weinhefe getestet. Diese Alternativen befinden sich noch im Versuchsstadium, sind aber vielversprechend. Schliesslich wurden neue, sogenannte «technische» Hilfsstoffe entwickelt. Dazu gehören Pflanzenfasern in Form von braunem Pulver, mit denen der Gehalt an Ochratoxin A und die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Most und Wein reduziert werden können. Diese Praxis ist seit 2019 von der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) zugelassen.

Parallel zu den Anschwemmfiltern etablierten sich auch die Platten- bzw. Schichtenfilter (Abb. 7). Sie werden auch heute noch häufig verwendet. Da sie aus der Welt der Brauerei stammen, wurden sie über lange Zeit stetig weiterentwickelt und jüngste Entwicklungen zeugen vom anhaltenden Interesse an dieser Technik. Ursprünglich bestanden die Platten aus Zellulose und Asbest. Durch unterschiedliche Asbestmengen konnte die Filterkapazität

der Platten angepasst werden. Nach dem Asbestverbot in den 1970er-Jahren wurde die Zusammensetzung der Platten geändert. Die Platten bestanden nun aus Zellulose, Kieselgur und/oder Perlit, die mit Harzen verbunden wurden. Diese Harze bewirkten ähnlich wie Asbest eine elektrische Aufladung.

Tiefenfiltermodule waren eine Weiterentwicklung der Plattenfilter hin zu einem benutzerfreundlicheren und geschlossenen System, wie z. B. Kerzenfilter. Die Lebensdauer der Module ist im Vergleich zu den Platten länger, da sie nach Gebrauch gereinigt und vor Ort gelagert werden können.

Die Verwendung von Plattenfiltern wurde in den letzten Jahren ebenfalls weiterentwickelt. Es sind sogenannte «technische» Platten entstanden, die zielgerichtet zur Entfernung be-

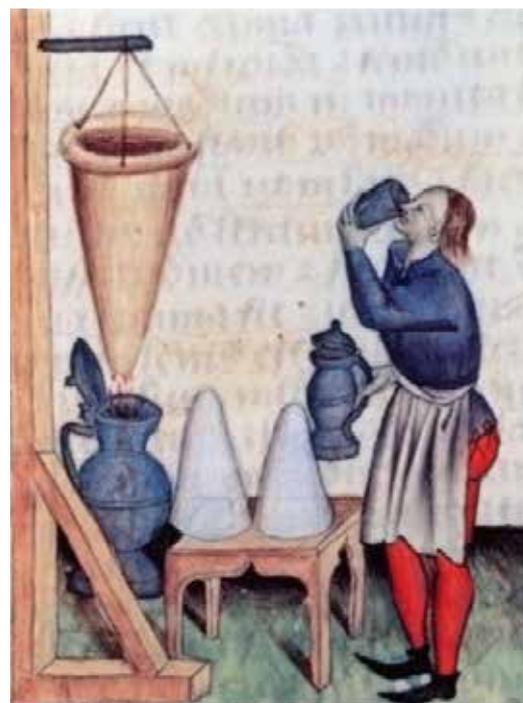


Abb. 2: Die Hippokrates-Socke aus dem späten Mittelalter. (© Bibliotheka Estense Universitaria)

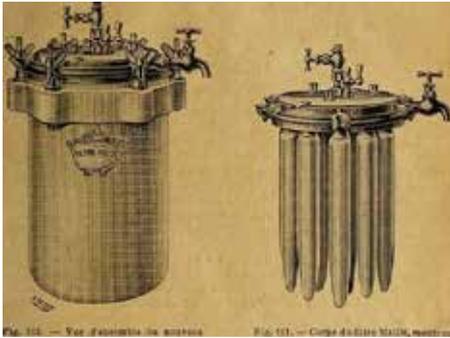


Abb. 3: Schlauchfilter aus dem frühen 20. Jahrhundert. (© Revue de viticulture: organe de l'agriculture des régions viticoles)



Abb. 4: Filter aus den 1920er-Jahren. Die Schichten bestanden aus Kieselgur, Zellulose oder einer Kombination dieser Materialien mit Asbest. (© Revue de viticulture)



Abb. 5: Mobiler Schichtenfilter aus den 1920er-Jahren. (© Revue de viticulture)



Abb. 6: Druckfilter. (© Revue de viticulture)

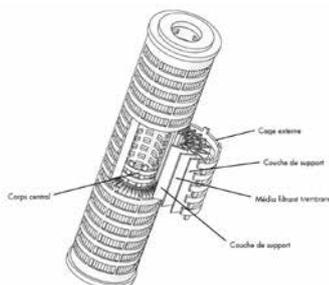


Abb. 9: Filterkartusche. (© Merck Millipore)

stimmter Stoffe eingesetzt werden. Beispiele dafür sind die Platten Fibrafix® TX-R des Unternehmens Filtrix, mit denen TCA (2,4,6-Trichloroanisol) und TBA (2,4,6-Tribromoanisol) entfernt werden können, die für den Korkgeschmack von Weinen verantwortlich sind. Mit der Entwicklung der industriellen Filtration kamen die Vorfilterkartuschen auf, die aus mehreren Lagen von Vliesen bestehen. Diese Vliese setzen sich aus zufällig ausgerichteten Polymer-Fasern zusammen, die eine unregelmässige Porenstruktur bilden, wobei die Überlagerung der Faserschichten eine Verengung der Poren nach innen bewirkt. Diese Schichten können aufgefaltet sein, wodurch die Filterfläche vergrössert und die Verblockung verzögert wird. Dadurch wird eine Vorfiltration mit der Rückhaltung von Partikeln einer Grösse zwischen 25 und 1 µm erreicht.

Die verschiedenen bisher beschriebenen Filter funktionieren nach dem Prinzip der statischen Filtration: Die zu filtrierende Flüssigkeit wird senkrecht zur Filterfläche geführt. Dabei sammeln sich die zu entfernenden Partikel auf und/oder im Filter an, was eine fortschreitende Verringerung des Durchflusses verursacht (Abb. 8).

MEMBRANFILTRATION

Im Zuge der Anwendung industrieller Filtrationsmethoden für verschiedene Bereiche wurde auch die Membranfiltration entwickelt. Membranfilter sind symmetrisch, wenn sie aus demselben Material mit einer gleichmässigen Porosität über die gesamte Dicke des Mediums bestehen, oder asymmetrisch, wenn die Porosität von der Dicke abhängt. Asymmetrische Membranen bestehen aus einer Trägerschicht und der aktiven Schicht, die für die Filtration verantwortlich ist. Die verwendeten Membranen können sowohl aus organischem als auch aus anorganischem Material bestehen.

Bei der statischen Filtration werden hauptsächlich organische Membranen eingesetzt, die aus verschiedenen synthetischen oder natürlichen Polymeren wie Polyethersulfon, Polysulfon, Polyamid oder Polyvinylfluorid bestehen. Sie können in Form von Filterkartuschen (Abb. 9) für die Endfiltration vor der Abfüllanlage eingesetzt werden. Diese Kartuschen unterscheiden sich aber von den oben erwähnten Vorfilterkartuschen. Diese Membranen können auch für die Tangentialflussfiltration verwendet werden.

TANGENTIALFLUSSFILTRATION

Das Prinzip der Tangentialflussfiltration stammt aus der Chemie- und Pharmaindustrie und wurde in den 1980er-Jahren eingehend für die Anwendung in der Önologie untersucht. Bei dieser Filtration fliesst die zu filtrierende Flüssigkeit parallel zum Filtermedium (Abb. 10). Die durch die Strömung verursachten Bewegungen und Turbulenzen verhindern, dass sich Material an der Oberfläche der Membranen ansammelt. Ausserdem kann durch Rückfiltrationen während des Zyklus die Abnahme des Durchflusses deutlich verlangsamt werden.

Es besteht eine breite Palette von Membranen mit verschiedenen Durchmessern und Formen von Kanälen für die Behandlung von Flüssigkeiten mit einer unterschiedlichen Beladung mit Trubstoffen und Hefe von trübem Wein bis geklärtem Wein.

In der Önologie werden organische Membranen hauptsächlich in Form von Kapillaren verwendet. Diese Membranen können im Gegensatz zu anorganischen Membranen nur in einem begrenzten Temperatur- und pH-Bereich verwendet werden, sie sind aber sehr kompakt und kostengünstig. Anorganische Membranen (sogenannte Keramikmembranen) spielen in der Lebensmittelindustrie eine wichtige Rolle, da sie den Reinigungs- und Sterilisationsbedingungen besser standhalten. Keramikmembranen weisen eine Vielzahl von Kanälen auf und bestehen im Allgemeinen aus Aluminiumoxid oder Zirconiumoxid.

In den 1980er-Jahren wurden Metallmembranen aus gesintertem Edelstahl für die Filtration von Weiss-, Rosé- und Rotwein getestet. Obwohl die Ergebnisse überzeugend ausfielen, kommen sie in der Önologie selten zum Einsatz, vielleicht weil sie nur bei Flüssigkeiten mit einer Trübung von weniger als 50 NTU (Nephelometrischer Trübungswert, Trinkwasser z.B. hat einen NTU-Wert von 0.01-0.5) angewendet werden können. Die Technologie der Tangentialflussfiltration wurde stark weiterentwickelt und die Industrie bietet nun automatische oder halbautomatische Geräte für Weinkellereien an, die sich durch lange Filtrationszyklen mit konstanter Filtrationseffizienz auszeichnen und die sehr anwenderfreundlich sind.

Mit dem Ziel, den Filtrationsdurchsatz zu erhöhen, indem die Verblockung verringert wird, werden derzeit weitere Membranen



Abb. 7: Moderner Schichtenfilter mit 40cm-Platten. (© O+W)

untersucht, beispielsweise die vom Konzern Saint-Gobain hergestellten Crystar® FT250-Membranen aus Siliziumkarbid (SiC). Ausserdem steht eine neu entwickelte dynamische Filtrationsmethode vor dem Einsatz. Sie wird zur Filtration von Wein, aber auch von stark mit Trubstoffen beladenen Flüssigkeiten eingesetzt, die zwischen 3 und 5 % des Volumens eines Weinkellers ausmachen können. Die dynamische Filtration wird bereits seit etwa 20 Jahren in grossem Umfang in anderen Branchen für die Verarbeitung von Milch, Käse, Bier und Fruchtsäften eingesetzt. Bei diesen neuen Tangentialflussfiltern werden die Filtermembranen zusätzlich rotiert und vibriert. Durch diese Bewegungen wird die Verblockung begrenzt, wodurch eine Verringerung des Transmembrandrucks und ein längerer Filterzyklus (mehr als 48 Stunden) ohne Unterbrüche für die Reinigung erreicht wird. Das erste kommerziell erhältliche industrielle Modell mit dieser dynamischen Filtration für die Weinbereitung war das Anfang der 2010er-Jahre von der italienischen Firma TMCI Padovan entwickelte und patentierte Dynamos-System. Es wird auch unter dem Namen Filtr'activ D von Pera Pellenc Oenoprocess vertrieben. Für diese Art der Filtration werden derzeit organische Membranen getestet, bisher besteht jedoch noch keine industrielle Anwendung. Im Hinblick auf das Ziel, die umweltschädlichen und schwer verwertbaren Filterhilfsmittel zu ersetzen, wäre eine Studie mit einem Leistungsvergleich der für die Weinkellereien in der Schweiz verfügbaren industriellen Filter interessant. 

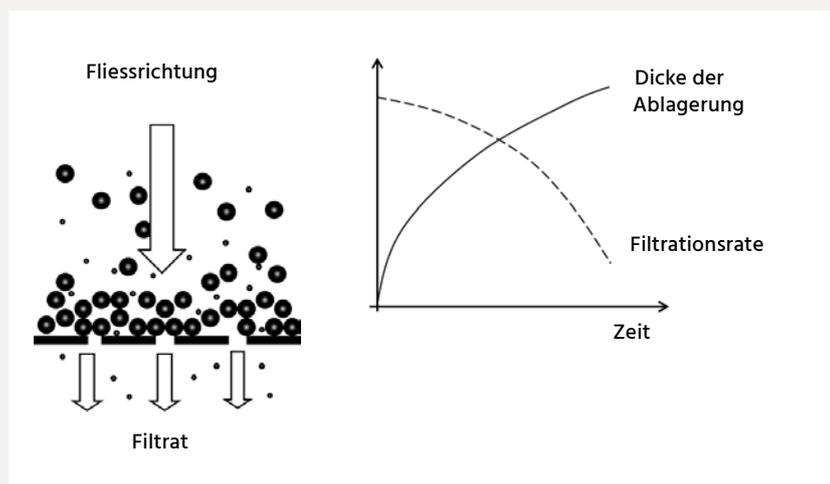


Abb. 8: Statische Filtration: Die Partikel sammeln sich auf oder im Filter an, sodass der Durchfluss verringert wird.

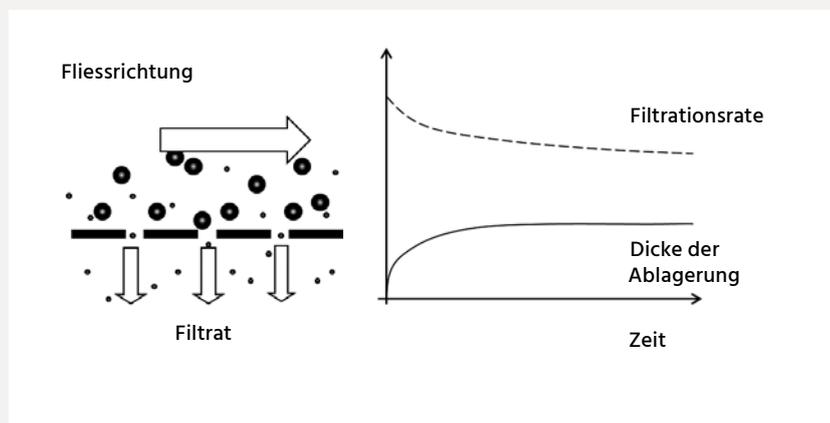


Abb. 10: Tangentialflussfiltration: Die zu filtrierende Flüssigkeit fliesst parallel zum Filtermedium. Eine Verblockung wird damit verhindert.



Marie Blackford

Agroscope Changins

Claire Furet-Gavallet, Liming Zeng, HES-SO Changins,

Kontakt: marie.blackford@agroscope.admin.ch

Literatur

Die Literaturliste finden Sie im entsprechenden Online-Artikel unter www.obstundwein.ch