

Einfluss der Filtration auf hopfengestopfte Biere

Veränderung von hopfenseitig eingebrachten Aroma- und Bitterstoffen nach klassischer Bierfiltration

Das Hopfenstopfen ist nicht nur mit dem Craftbier-Boom der letzten Jahre populär geworden. Dabei können auch neue Hopfensorten, die besondere Aromen ins Bier einbringen, optimal zur Geltung gebracht werden. Ziel des Hopfenstopfens ist es, den Bieren ein besonderes Hopfenaroma zu verleihen. Die so eingebrachten Aroma- und Bitterstoffe durchlaufen jedoch kontinuierliche Veränderungen: vom Zeitpunkt der Dosage im Kaltbereich bis hin zur Lagerung im Gebinde. Auch die Filtration spielt hier eine wichtige Rolle, die im Folgenden beschrieben wird.

Klassischerweise wird im Rahmen der Bierbereitung der Hopfen bzw. die Hopfenprodukte zur Würzekochung gegeben. Hierbei verdampft der Großteil eingebrachter Aromastoffe und wenige, für spät gehopfte Biere charakteristische Verbindungen wie beispielsweise Linalool, verbleiben im fertigen Bier.

Die Hopfung im Sudhaus hat vorrangig zur Aufgabe, die Bierbittere einzustellen. Beim Hopfenstopfen ist es genau umgekehrt, denn es sollen bei dieser Technologie zusätzlich auch leichtflüchtige Aromastoffe eingebracht werden, um so dem Bier ein deutlich intensiveres und ausgeprägteres Hopfenaroma zu verleihen. Für manche Bierstile (z. B. India Pale Ale) ist dies ohnehin Teil der Rezeptur, aber auch bei klassischen Biertypen wird heutzutage viel mit Hopfenstopfen experimentiert. Zumeist gehen kaltgehopfte Biere unfiltriert in den Handel. In manchen Ländern jedoch werden vorzugsweise filtrierte Biere konsumiert. Weiterhin ist eine homogene Trübung ein Qualitätsmerkmal,

welches die Brauer bei hopfengestopften Bieren vor weitere Herausforderungen stellt, nicht zuletzt um innerhalb des angegebenen Mindesthaltbarkeitsdatums eine gleichbleibende Produktqualität zu garantieren. Auch aus diesen Gründen werden hopfengestopfte Biere neuerdings vermehrt filtriert. Letztendlich kann die Filtration aber auch bewusst dazu eingesetzt werden, die Aromausprägungen des ursprünglichen Bieres zu steuern. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit wird überprüft, wie sich eine klassische Kieselgur- und

Entkeimungsfiltration (im Folgenden KGF und EKF) auf hopfenseitig eingebrachte Aroma- und Bitterstoffe in kaltgehopften Bieren auswirken kann.

Vorversuche

Bei Untersuchungen im kommerziellen Maßstab sind Aromastoffverluste von über 80 Prozent bei der klassischen Bierfiltration festgestellt worden. Ein Abfall des Myrcens von 440 µg/l im Lagertank auf unter 75 µg/l im filtrierten Bier beispielsweise hatte

Frank Peifer

Technischer Direktor Europa, Hopsteiner, Mainburg

Sandro Cocuzza

Leiter Technischer Support, Hopsteiner, Mainburg

Tab. 1: Übersicht Filtersysteme von V1 und V2

	V1 (KGF)	V2 (EKF)
Filtersystem	Kieselgur-Kerzenfilter	Schichtenfilter
Filterhersteller	Bucher Filtrix Systems AG	Eaton Technologies GmbH
Filtertyp	SYNOX PF-100 Kerzenfilter (0,07 m ²)	BECO COMPACT® PLATE 200 SF-E (0,22 m ²)
Filtrationsleistung spezifisch	> 2,5 hl/m ² h	> 1,1 hl/m ² h
Filtrationsleistung effektiv	0,2 hl/h	0,2 hl/h
Filterhilfsmittel/Schichten	Grobgur: BECO 3500 Feingur: BECO 200	Schichten BECOPAD 170, 0,2-0,4 µm
Probenahme Filtereinlauf	Unfiltrat aus Lagertank	Ø Probe über 3h aus V1
Probenahme Filterauslauf	Ø Probe über 3h	über 3h: 1/h

eine drastische Veränderung des sensorisch wahrnehmbaren Aromas zur Folge. Ähnlich hohe Abnahmen konnten auch bei Caryophyllen oder Humulen beobachtet werden, andere Aromastoffe wie beispielsweise Linalool oder Terpeneol verblieben nahezu unverändert und wurden von der Filtration nicht beeinflusst. Auch weitere Monoterpenoxide wie Geraniol und Citronellol zeigten das gleiche Verhalten. Bei diesen Filtrationen kamen ein Kieselgur-Stüttschichtenfilter und ein EK-Schichtenfilter zum Einsatz. Zusätzlich wurde mit Kieselgel und mit PVPP stabilisiert. Das Bier wurde nur zum Ende der Filtrationskette untersucht. Aufgrund der festgestellten Veränderungen sind gängige Filterhilfsmittel bzw. deren Einfluss auf Aroma und Bittere hopfengestopfter Biere genauer untersucht worden.

Hauptversuche

Die Hauptversuche zeigen den Einfluss der Kieselgur bei der KGF und der Cellulose bei der nachgeschalteten EKF auf die Aroma- und Bitterstoffe des Hopfens. Hierzu wurden Filtrationsversuche im Pilot-Maßstab durchgeführt. Der zweistufige Filtrationsprozess ist über den gesamten Zeitraum zu verschiedenen Zeitpunkten beprobt und analysiert worden. Die Teilschritte V1 und V2 des Versuchsaufbaus sind in Tabelle 1 beschrieben.

Das aus V1 gewonnene Filtrat wurde nach der KGF nochmals homogenisiert und anschließend für V2 verwendet. Alle Filtrationsversuche sind mit einem hopfengestopften, unfiltrierten Basisbier am Ende der zweiwöchigen Lagerung durchgeführt worden. Einen Überblick über das verwendete Pale Ale gibt Tabelle 2. Die zum Einsatz gekommenen Analysemethoden der Bitter- und Aromastoffe sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der eingangs erwähnten Monoterpenoxide Linalool und Terpeneol. Die jeweiligen Konzentrationen bleiben sowohl für V1 als auch über die Dauer von V2 nahezu konstant. Die Ausgangswerte im Unfiltrat des Lagertanks sind unter Berücksichtigung einer Analysentoleranz von zehn Prozent als identisch zu den im Bier gemessenen Konzentrationen anzusehen. Somit ist in diesen Versuchen für die Aromastoffgruppe der Monoterpenoxide keine Veränderung durch die Filtration festzustellen. Für

Tab. 2: Hopfengabe sowie Eckdaten des Versuchsbieres

Pale Ale mit Hopfensorte ZU 09326		
Hopfengabe	Kochbeginn (g α /hl)	8,0
	Whirlpool (g α /hl)	6,0
	Dry Hopping (g Pellets Typ 90/hl)	250
Analytik	Stammwürze (%)	12,4
	pH	4,54
	Alkoholgehalt (%vol.)	5,5

die Gruppe der Monoterpene ist stellvertretend der Verlauf des Myrcens in Abbildung 2 dargestellt. Weitere Aromastoffe wie beispielsweise die Sesquiterpene Caryophyllen oder auch

Humulen zeigten das gleiche Verhalten, wenngleich für das hier untersuchte Bier auf einem deutlich niedrigeren, sensorisch kaum relevanten Niveau.

Tab. 3: Analysenmethoden Aroma- und Bitterstoffe

Prinzip	Komponente(n)	Methode
Spektrophotometrie	Bittereinheiten	EBC 9.8
HPLC	Iso- α -Säuren	EBC 9.47
HPLC	α -Säuren	hausinterne Methode, Kalibrierstandard ICE 4
GC-MS	Linalool, Terpeneol, Myrcen	hausinterne Methode [9]

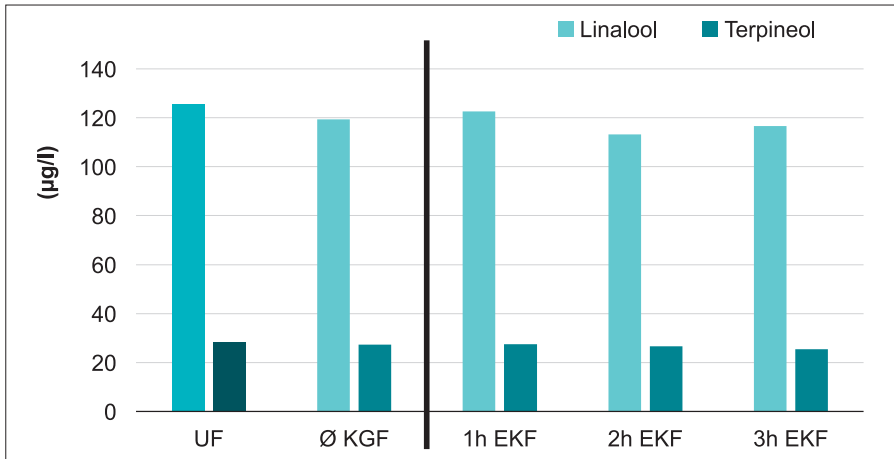


Abb. 1: Linalool und Terpeneol im Bier bei KGF (links) und EKF (rechts)

In V1 zeigte bereits die KGF eine drastische Abnahme von über 75 Prozent des im unfiltrierten Bier gemessenen Myrcens. Wenngleich auch nach der KGF eine immer noch sensorisch relevante Konzentration im Bier vorlag [1], geht diesem Prozessschritt dennoch eine massive sensorische Veränderung des Bieres einher. Da die adsorptive Wirkung von Kieselgur nur als sehr gering beschrieben wird [2], liegen hier andere Phänomene vor, die bisher noch nicht vollständig erklärt werden können. Mit Sicherheit ist ein Teil der Konzentrationsabnahme von Myrcen mit dessen Anlagerung an Hefezellen und deren Entfernung zu begründen [3, 4].

Bei der Betrachtung des zeitlichen Verlaufs der EKF aus V2 ist eine stündliche Zunahme des Myrcens zu beobachten. Hier zeigt die Cellulose der EK-Schichten bei diesem leichtflüchtigen, unpolaren Aromastoff ein adsorptives Verhalten, wie es in ähnlicher Weise für Bier-Polyphenole [5] und der Filtration von Weißweinen beschrieben wird [6]. Nach einer ersten Zeit der Stoffaufnahme in die Filterschicht (0 bis 1h) erfolgt deren Sättigung nach ca. zwei Stunden. Die höhere Myrcenkonzentration nach drei Stunden über den Durchschnittswert des Ausgangsbieres kann mit festgestellten Druckstößen zu Ende der Filtration erklärt werden. Ein analo-

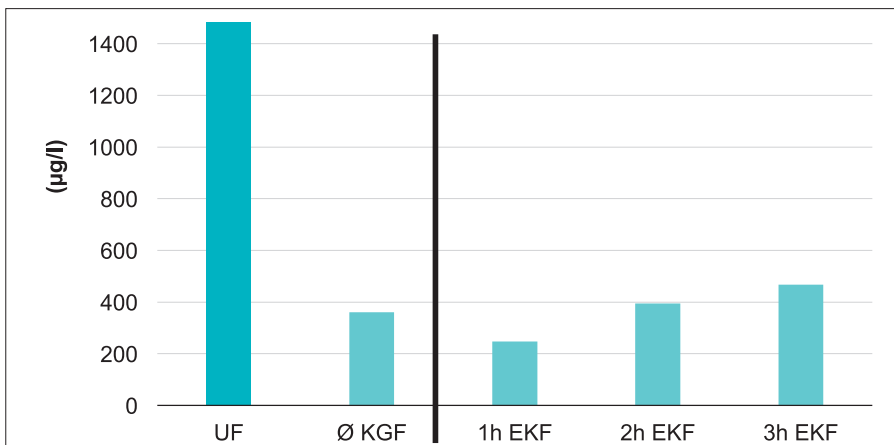


Abb. 2: Myrcen im Bier bei KGF (links) und EKF (rechts)

ges Verhalten wurde ebenso bei den Sesquiterpenen, einigen Ketonen und aliphatischen Aldehyden beobachtet, welche in dieser Versuchsreihe mit-analysiert wurden (nicht dargestellt). Aufgrund der ansteigenden Konzentrationen im Laufe der mehrstündigen Filtration ist mit einer Schichtenbildung im nachgeschalteten Drucktank zu rechnen. Die anschließende Abfüllung dieses inhomogenen, filtrierten Bieres kann innerhalb einer Produktionscharge zu unterschiedlich stark ausgeprägtem Hopfenaroma zu Beginn bzw. zu Ende der Abfüllung führen.

Die Analysenergebnisse der Bitterstoffe sind in Abbildung 3 zusammengefasst. Hierbei zeigt sich, dass der Gehalt an Iso- α -Säuren und auch der Gehalt an α -Säuren über beide Filtrationsschritte leicht verringert wurde. Bei den Iso- α -Säuren konnte in der Summe eine Differenz von fast 4 mg/l beobachtet werden, bei den α -Säuren nur geringfügig weniger. Als Folge dieser beiden Abnahmen nehmen auch die unspezifischen Bittereinheiten von zunächst 32 BE auf einen Wert von etwas unter 30 ab. Eine genauere Betrachtung der stündlichen Messpunkte von V2 (nicht dargestellt) zeigt lediglich für die α -Säuren einen Abfall zu Beginn der EKF, gefolgt von einem leichten Anstieg über die Zeit. Aufgrund der schlechten Löslichkeit der α -Säuren, folgen auch diese dem Konzentrationsverlauf der betrachteten Aromastoffe dieser Versuchsreihe:

1. Adsorption zu Beginn der Filtration;
2. Sättigung über die Zeit;
3. Anstieg auf mindestens den ursprünglichen Gehalt vor der EKF.

Zusammenfassung

In den Versuchen wird das Verhalten von Aroma- und Bitterstoffen eines hopfengestopften Bieres bei der KGF und der EKF gezeigt. Neben Konzentrationsabnahmen von bedeutenden aromagebenden Substanzen in sehr unterschiedlichem Maße verbleiben andere Aromastoffe unverändert im filtrierten Bier. Auch seitens der Bitterstoffe sind leichte Verluste zu verzeichnen, die gegebenenfalls im Sudhaus kompensiert werden können.

Aufgrund von Adsorption und Sättigung im letzten Filtrationsschritt (EKF), kommt es zu Konzentrationsdifferenzen über die Dauer der Filtration. Als

Folge kann Inhomogenität innerhalb einer filtrierten Charge nicht ausgeschlossen werden.

Da ein hopfengestopftes Bier auch im fertigen Gebinde weitere Aromaveränderungen aufweist [7, 8], bei denen insbesondere die leichtflüchtigen Mono- und Sesquiterpene verloren gehen, kann mit der Filtration schon vorab die Konzentrationen dieser sensorisch relevanten Aromastoffe reduziert und folglich die Geschmacksstabilität des abgefüllten Bieres verbessert werden. Zugleich kann hierbei das sortentypische Aroma einer Hopfensorte besser herausgearbeitet werden.

Eine Übersicht über das Verhalten bestimmter Hopfenaromastoffe bei der Filtration ist auch im Newsletter 10-2016 unter www.hopsteiner.de zu finden.

Danksagung

Großen Dank an Herrn Prof. Krottenthaler und sein Team, sowie Alexander Stallforth für die Zusammenarbeit sowie der Versuchsdurchführung im Technikum Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. □

*Hopsteiner auf der BrauBeviale:
Halle 1, Stand 445*

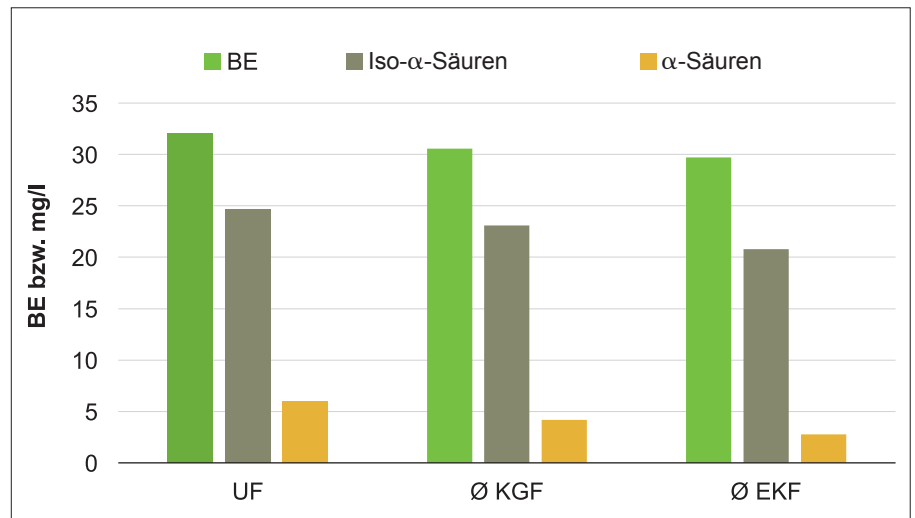


Abb. 3: Bitterstoffe im Bier bei KGF und EKF

Literatur

- [1] Biendl, M. u.a.: Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier, Fachverlag Hans Carl, 2012
- [2] Narziss L., Back W., Gerstl M.: Abriss der Bierbrauerei, 8. Auflage, 2007
- [3] Kishimoto, T: A new insight for controlling the hop flavor using hydrophobicity of yeast cell surface, Poster EBC, Luxembourg, 2013
- [4] Haslbeck K., u.a.: On the fate of b-myrcene and monoterpene alcohols during fermentation, SzTF, Krakau Polen, 2018
- [5] Peifer F.: Bierstabilisierung im Kontaktverfahren, Diplomarbeit TUM-Weihenstephan, Lehrstuhl für Technologie der Brauerei II, 1996
- [6] Hochwertige Weißweine: Qualität durch Minimalbehandlung, abgerufen am 13.09.2018 unter: www.schneideroenologie.com/downloads/Minimalbehandlung.AT.doc
- [7] Wietstock, P.: Characterization of the Migration of Hop Volatiles into Different Crown Cork Liner Polymers and Can Coatings, J. Agric. Food Chem., 2016
- [8] Cocuzza, S.: Dry Hopping - experiences and advices, Vortrag Craft Beer China, Shanghai, 2017
- [9] Schmidt, C., Biendl, M.: Determination of hop aroma compounds in beer using Headspace-Trap GC-MS, Poster Trends in Brewing, Ghent, 2014