

Wirkung von Kieselsol auf Bierklärung und Filtrierbarkeit

ALLES KLAR? | Im Jahre 1983 wurde von Raible die Möglichkeit der Verwendung von Kieselsol zur Verbesserung der Bierfiltration vorgeschlagen [1]. Der Einsatz ist reinheitsgebotskonform und kann sowohl im Sudhaus als auch im Lagertank oder direkt vor dem Filter geschehen. Es gibt jedoch keine einfache Regel, nach der sich der Erfolg des Kieselsoleinsatzes vorhersagen lässt. Geeignete Filtrationstests im Labor können aber Hinweise darauf geben, wann der Einsatz von Kieselsol besonders hilfreich ist.

AUS DEM LABORANALYSEBUCH der Stabifix Brauerei-Technik wurden zahlreiche Untersuchungsergebnisse extrahiert, bei denen Unfiltrate mit zwei verschiedenen Kieselsolen versetzt wurden. Parallel dazu wurden die Bierproben auch ohne Kieselsol gelagert und in einigen Fällen vergleichend mit Enzymen behandelt. Untersuchte Biere waren Pils, Export, Helles und Kölsch aus Deutschland, Lager und Ale aus Europa sowie Lager aus Lateinamerika und Asien. Nicht in die Auswertung einbezogen wurden alkoholfreie Biere und Biere mit stark erhöhten Alkoholgehalten, da diese üblicherweise Besonderheiten in Klärverhalten und Trübungsbildung aufweisen.

Die Trübungen wurden bei 0 °C mit einem Sigris Trübungsmessgerät ermittelt, der Filtrationswert F_{spez} mit dem Raible-Test auf dem Filtercheck [2] gemessen. Als Behandlungsmittel wurden zwei unterschiedliche Stabisol Typen mit Dosagen von 40 ml/hl herangezogen. Die Enzymbehandlung erfolgte mit Proteasen, Amyloglucosidasen und Beta-Glucanasen der Firma

Autor: Jan Mika Unting, Managing Director, Stabifix Brauerei-Technik GmbH & Co. KG, Gräfelfing

AB-Enzymes bei einer Dosage von jeweils 4 g/hl. Die Enzymkontaktzeiten betragen drei Tage bei 0 °C. Die Forciertests erfolgten nach MEBAK-Schema mit der Modifikation, dass zwischen den Warmtagen nicht immer Kalttage bei 0 °C angesetzt wurden. Die Abweichungen durch diese Vereinfachung wurden überprüft und sind so gering, dass sie keinen Einfluss auf die Auswertung dieser Datensätze haben.

■ Kieselsol

Kieselsol gehört zu den wenigen Prozessmitteln, die nach dem Reinheitsgebot als

produktberührende Hilfsmittel zugelassen sind, da es im Bier nur physikalisch wirkt und sich nach seiner unvermeidbaren Verfestigung im pH-Bereich von Würze und Bier vollständig entfernen lässt. Angewandt wird Kieselsol üblicherweise als 30%ige wässrige kolloidale SiO_2 -Suspension mit einer Oberfläche von ca. $300 m^2/g$ und einer Dichte von knapp über $1,2 g/cm^3$. Kieselsol wird mehrheitlich kurativ eingesetzt, nicht präventiv. Anders nämlich als bei der Adsorption von proteinischen Trübungsvorstufen durch Kieselgel, die nahezu zwangsläufig zu einer höheren Bierstabilität führt, ist eine verbesserte Filtrierbarkeit durch Kieselsol nur unter bestimmten Bedingungen gegeben.

■ Komplexierung, Vorklämung, Filtrierbarkeit

Wenn Kieselsol in Bier eingebracht wird, wandelt es sich in seine Gelform um, es entsteht quasi Hydrogel. Bei dieser Verfestigung erfasst – oder komplexiert – das aus SiO_2 -Molekülen gebildete Netzwerk auch feinste Partikel. Eine Komplexierung findet beim Kieselsoleinsatz in trübem Bier also immer statt.

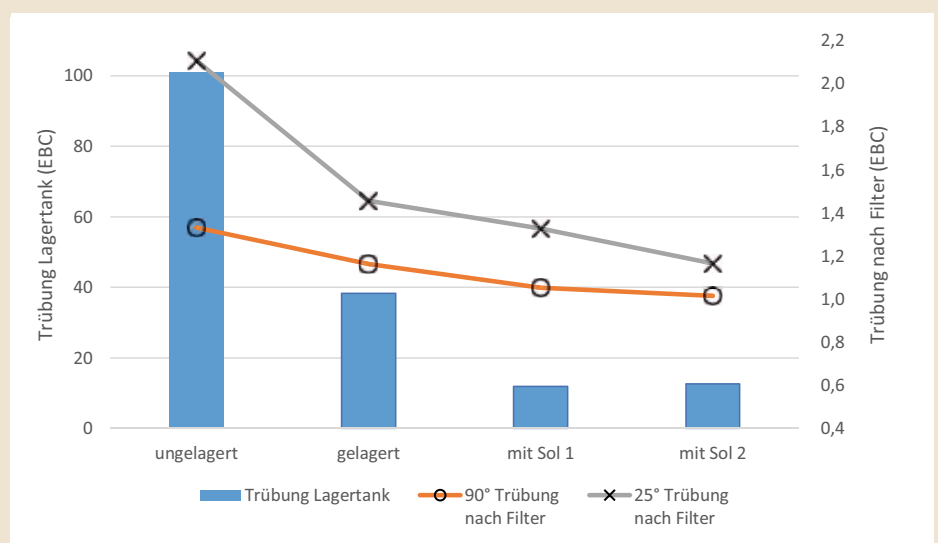


Abb. 1 Durchschnittliche Trübung unterschiedlich behandelter Biere im Lagertank und nach Filtration (n=75)

Auch bezüglich einer Vorklärung mit Kieselöl ist der Zusammenhang zwischen dem forcierten Partikelwachstum und der dadurch verbesserten Sedimentation noch gut nachvollziehbar (Stokes Law). Dieses wird in den hier präsentierten Daten (Abb. 1) deutlich sichtbar. Ebenfalls überrascht nicht, dass sich die Trübung des Bieres nach der Filtration verbessert.

Gar nicht so einfach ist es dagegen, einen Zusammenhang zwischen der Kieselölbehandlung des Bieres und der daraus resultierenden Filtrierbarkeit zu finden. Bei einer Betrachtung der Durchschnittswerte aus 75 Bieren (Abb. 2) lässt sich tatsächlich nur ein kleiner Vorteil gegenüber einer einfachen Lagerung erkennen und das auch nur bei einem der beiden getesteten Kieselöle. In einer Einzelfallbetrachtung jedoch (Abb. 3, hier aus Übersichtsgründen mit reduzierter Probenzahl) ist ersichtlich, dass man bei vielen Bieren im Vergleich zur Lagerung eine deutliche Verbesserung der Filtrierbarkeit erzielen kann. Interessanterweise hat die Kieselölgabe häufiger einen positiven Effekt auf die Filtrierbarkeit, wenn dieser durch die alleinige Lagerung gering aus-

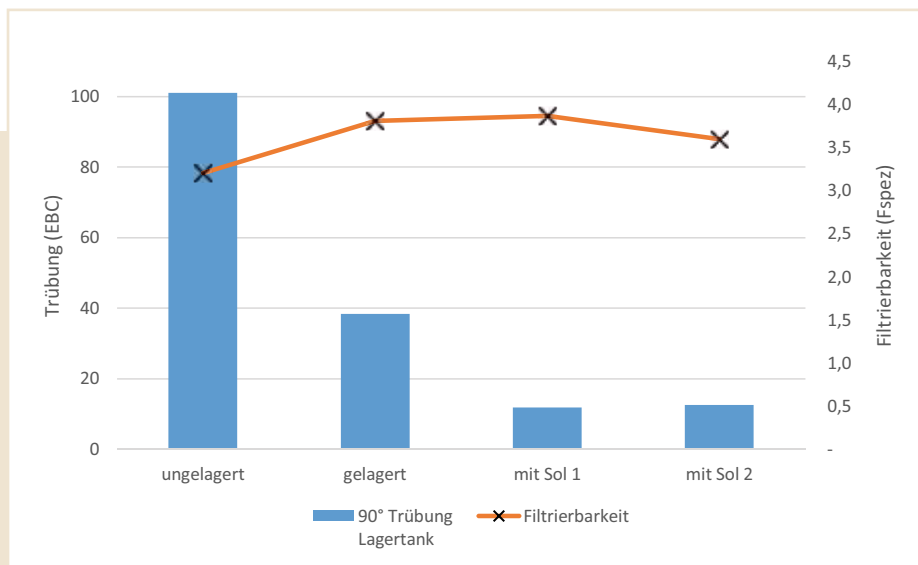


Abb. 2 Durchschnittliche Trübung und Filtrierbarkeit unterschiedlich behandelter Biere (n=75)

fällt. Dass die Kieselölbehandlung mit der Filtrierbarkeit weniger gut korreliert als mit der Vorklärung, ist nicht wirklich verwunderlich. Bei der Vorklärung erwartet man lediglich eine Trübungsreduktion durch Sedimentation, die von Partikeldichte und -größe sowie der Dichte und Viskosität der Flüssigkeit abhängt. Bei der Filtrierbarkeit dagegen spricht man eigentlich von einer Kombination aus zwei Werten, der Produktivitätskennzahl Hektoliterdurchsatz, bei der aber der Qualitätsparameter Trü-

bung in engen Grenzen eingehalten werden muss. Beide Werte werden durch die Filterhilfsmittel, die Anströmgeschwindigkeit und den Differentialdruck zusätzlich beeinflusst. Hefen, Feinstpartikel, Kolloide und selbst die sich noch in Lösung befindenden hochmolekularen Proteine und Glucane – oder Agglomerate aus diesen – interagieren erst in Schwebelage und später beim Durchsickern des Filterkuchens mit den nicht weniger variabel zusammensetzbaren Filterhilfsmitteln. Vorklärung und

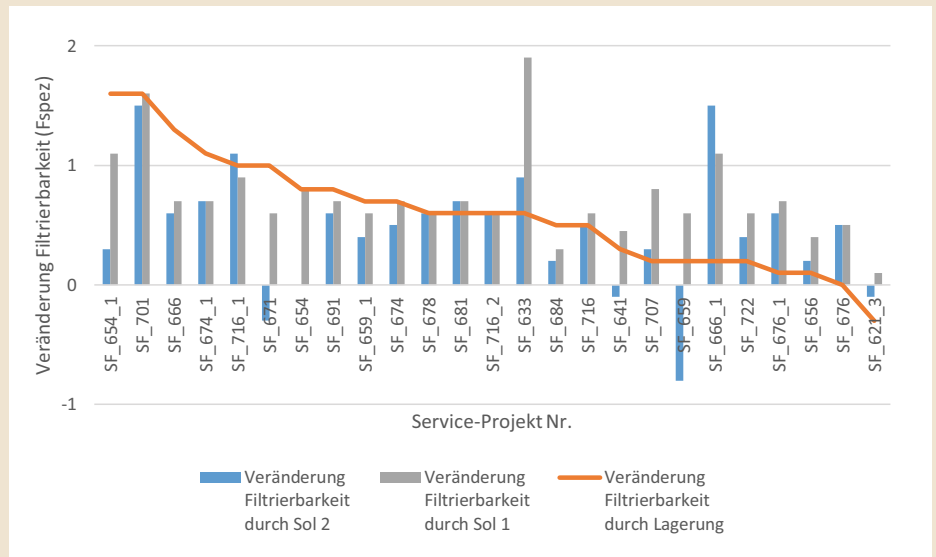


Abb. 3 Ausgewählte Einzelfälle der Auswirkung auf Filtrierbarkeit durch unterschiedliche Behandlungen (n=25)

Filtrierbarkeit unterscheiden sich deshalb als Funktion der Partikelbildung in ihrer Komplexität deutlich, mit oder ohne Kiesel-sol. Die Erkenntnis, dass statistisch gesehen eine Vorklärung mit Kiesel-sol häufig zu einer besseren Filtrierbarkeit führt, hilft im Einzelfall also gar nicht.

Einfluss der Filbertechnik

Die Komplexität in der Abschätzung von Filtrierbarkeit reduziert sich auch nicht durch den Einsatz anderer Filbertechniken. Bei Crossflow-Membranfiltern entfallen zwar die klassischen Filterhilfsmittel, aber dafür müssen an der „Stüttschicht“ Membran geeignete Fließgeschwindigkeiten und Transmembrandrücke zur effektiven Abtrennung von Partikeln aufgebaut und kontrolliert werden. Eine Membranfiltration reagiert zwar auf veränderte Vorklärung oder Beta-Glucan-Gehalte mitunter anders als eine Anschwemmfiltration [3], aber sie reagiert. Die Praxis zeigt, dass die Maximierung der Permeatströme und Minimierung der Rückspülsequenzen aufgrund der aus dem veränderlichen Unfiltrat herrührenden Einflussgrößen auch hier Unregelmäßigkeiten ergeben, die sich nicht so einfach vorbestimmen lassen.

Bei den selten anzutreffenden Filteranlagen, die mit regenerierbaren Filterhilfsmitteln betrieben werden, kommt zu dem vorgenannten Zielkonflikt der Filtrierbarkeit – Qualität und Produktivität – die Anforderung an das Filterhilfsmittel hinzu, bei spontan nicht anpassbarer Partikelgröße oder -morphologie, gleichzeitig Feinstpartikel zurückhalten zu können und dennoch

einfach regenerierbar zu sein. Es ist deshalb interessant zu beobachten, dass sich die wenigen im Einsatz befindlichen Systeme den Effekt komplexierender Hilfsmittel zunutze machen. So existiert z. B. für das Interbrew Filtration Technology (IFT) System ein Patent über die „Vorbereitung einer proteinhaltigen Flüssigkeit mit einem oder mehreren Protein-komplexierenden Mitteln zur nachfolgenden Separation“ (Übersetzung des Autors aus dem Englischen) [4]. In der Praxis wird – basierend auf der Trübungsmessung hinter dem Filter – die Dosierung dieser komplexierenden Hilfsmittel vor dem Filter gesteuert. Die sich daraus ergebenden größeren Partikel können dann einfacher durch die Tiefenwirkung, dem dominierenden Rückhalteeffekt eines Filterkuchens aus wenig porösen Filterhilfsmitteln, abgetrennt werden. Überspitzt formuliert passt der Filtrierer also nicht den Filterkuchen an die Biertrübung an, sondern die Biertrübung an den Filterkuchen.

Dieses Prinzip der Komplexierung ohne Sedimentation – also keine Vorklärung – kommt mit Kiesel-sol auch in anderen Fällen zur Anwendung. Das im Patent von Raible beschriebene Verfahren zur „Verkleinerung der Poren eines Filtermediums für Getränke“ [5] beruht wohl ebenfalls eher auf dem Umstand, dass man einem für die Situation zu grob angeschwemmten Filterkuchen durch die Komplexierung von Feinstpartikeln eine leichter zurückzuhaltende Partikelfracht zuführt. Einige Brauer nutzen diese Funktionalität auch beim alleinigen Einsatz weniger scharf filtrierender Hilfsmittel wie Perliten oder Zellulosen.

Vorhersagemethoden

Als Konsequenz der vorausgestellten Beobachtungen und Überlegungen kann man Filtrierbarkeitsvorhersagen auf Basis einzelner Inhaltsstoffanalysen als sehr schwierig bezeichnen. Die Einflussfaktoren sind zu zahlreich, die Zusammenhänge zu komplex. Vielmehr ist eine möglichst realitätsnahe Versuchsanordnung geeignet, Rückschlüsse auf die Filtrierbarkeit zu ermöglichen – mit Vorklärung durch Kieselsohl oder nicht. Die Partikelbildung lässt sich auch im Kleinmaßstab von einem halben Liter gut durch die Parameter Temperatur und Zeit nachstellen. Eine sauerstoffarme Arbeitsweise ist von Vorteil, aber nicht zwingend notwendig, da die oxidative Trübungsaktivierung der Polyphenole ab der Kochung im Sudhaus rein chemisch und nicht mehr enzymatisch katalysiert abläuft, also bei Kälte eher in einem Zeitraum von Wochen und Monaten, als Minuten oder Stunden. So lassen sich größere Versuchsreihen erdenken, bei welchen u.a. Ausgangstrübung, Filtrierbarkeit, Klärschärfe oder Kälteempfindlichkeit bewertet werden. Ein Versuchsprogramm, bei dem mehrere Einflussfaktoren auf die Filtrierbarkeit überprüft wurden, ist in Abbildung 4 zu sehen. Hier ist das Unfiltrat auch nach verschiedenen Enzymdosagen filtriert worden, und nur die Behandlung mit Beta-Glucanase und Kieselsohl haben einen signifikanten positiven Effekt auf die Filtrierbarkeit gezeigt. Es soll erwähnt werden, dass in dem für diesen Artikel untersuchten Datensatz kein zwingender Zusammenhang zwischen der Behandlung mit Kieselsohl und einem der Enzyme gefunden wurde. Die Wirksamkeit von Kieselsohl lässt sich also nicht generell auf die Stoffgruppen Proteine, Grenzdextrine oder Glucane eingrenzen.

Brauerei:		Bier:		Eingang:			
Nr.	g/hl bzw. ml/hl beim Schlauchen	EBC/0°C vor der Filtration	g/hl bzw. ml/hl am Filter	t [sec]	Fspez [hl/hm²]	EBC bei ... °C im Filtrat 15 °C	EBC bei ... °C im Filtrat 0°C
		90° Winkel			0,291	90° Winkel	
Export ZKT3 v. 17.01.12							
1	0-Bier	>200 ↓	100 Filtercell	780	2,0	0,54	1,1
2	4 Protease	>200 ↓	100 Filtercell	780	2,1	0,48	0,85
3	4 α-Amylase	>200 ↓	100 Filtercell	780	2,3	0,52	0,79
4	4 β-Glucanase	>200 ↓	100 Filtercell	690	2,8	0,35	0,43
5	4 Amyloglucosidase	>200 ↓	100 Filtercell	780	2,1	0,35	1,0
6	0-Bier dekantiert	192 ↑	100 Filtercell	780	2,1	0,50	0,68
7	40 Stabisol 1	36 ↑	100 Filtercell	516	3,2	0,61	0,55
8	40 Stabisol 2	24 ↑	100 Filtercell	476	3,3	0,45	0,50

↓ aufgeschüttelt, ↑ dekantiert

Abb. 4 Typisches Versuchsprogramm zur Bewertung der Filtrierbarkeit

Wenn sich der Einsatz von Kieselsohl im Lagertank als erfolgreich herausgestellt hat, wird in der Praxis oft die Zugabe aus Gründen der einfacheren Dosierung in das Sudhaus verlegt. Die Quantifizierung der aus den unterschiedlichen Einsatzpunkten herrührenden Effekte ist Untersuchungsgegenstand eines aktuellen Projektes.

Auch werden derzeit zunehmend Bewertungen der Sedimentation und der Filtrierbarkeit an Lagertankbieren vorgenommen, die extreme Trübungen aus Hopfenrückständen aufweisen. Diese neue Problemstellung nimmt offensichtlich durch die vermehrte Herstellung von Spezialbieren mit starken Hopfennoten zu.

Zusammenfassung

Der Mechanismus der Kieselsohlgerierung in Bier ist faszinierend und erlaubt vielseitige Anwendungsmethoden. Kieselsohl führt zu einer Komplexierung von Feinstpartikeln und fast immer zu einer Reduktion der Trü-

bung in Unfiltrat und Filtrat. Eine gleichzeitige Verbesserung der Filtrierbarkeit ergibt sich zwar häufig, lässt sich aber nur in einer Einzelfallbetrachtung bestätigen. Vergleichende Laborfiltrationen sind eine geeignete Methode, um über den Einsatz von Kieselsohl zu entscheiden. Mit der Kieselsohl-Anwendung im verfahrenstechnischen Repertoire besitzt der Brauer eine zusätzliche Option, auf schwankende Rohstoffqualitäten, Prozessparameter und Produkterfordernisse zu reagieren.

Literatur

1. Raible, K., et al.: Monatsschrift für Brauwissenschaft, Nr. 36, 1983, S. 76.
2. Niemsch, K.; Heinrich, Th.: BRAUWELT, Nr. 14, 2010, S. 400.
3. Unting, M.; Heinrich, Th.: EBC Poster Presentation, EBC Congress, Porto, 2015.
4. Adam, Pierre; et. al.: INBEV S.A., Patent WO 2005/113738 A1.
5. Raible, K.: Patent EP0325188 A2.