

# Trübungspartikel im Bier

Dr. Karl Raible zum 85. Geburtstag gewidmet

**QUALITÄTSANSPRÜCHE** | Das Aussehen eines Getränkes ist von besonderer Bedeutung für das Trinkerlebnis, und mit der Einführung des durchsichtigen Glases wurde die Klarheit zum Qualitätsmerkmal. Einen kurzen Überblick über die Entwicklung der glanzfeinen Filtration bis hin zu den Ursachen und Gegenmaßnahmen bei Trübungen im Bier gibt dieser Beitrag.

**TRÜBE GETRÄNKE WERDEN** als un- bekömmlich und verdorben angesehen, ja bereits der Ablauf einer garantierten Mindesthaltbarkeit führt zur Ablehnung. Naturtrübe Trendgetränke sind die Ausnahme, und ein Wein wird als funkelnd, das Bier als brillant glanzfein und Wasser als kristallklar ausgelobt. Dieser Wunsch nach klaren Getränken beruht auf einer mehrtausendjährigen Erfahrung. Bereits in mythischen Zeiten lässt *Homer* Odysseus, den erfindungsreichen Sohn des Laertes, sagen: „Ich will das Leben trinken bis auf die Hefel“ Von Wandbildern aus dem alten Ägypten und Tontafeln aus Mesopotamien weiß man, dass mit Trinkhalmen und Röhrchen feststoffarmes Bier getrunken wurde. Auch bei Naturvölkern ist es üblich, vergorene Getreidebreie zu filtrieren.

*W. Bücheler* berichtet in „Bier und Bierbereitung in den frühen Kulturen und bei den Primitiven“ [1] über das Abseihen durch Blattwerk und Vogelnester.

## „Schönes klares Bier“

Obwohl über die Einführung des modernen Bierfilters durch *L. Enzinger* 1878, *Thausing* [2] noch zehn Jahre später schimpfte, dass der Schlamperei „Thür und Thor geöffnet werde“, war eine glanzfeine Filtration nicht mehr aufzuhalten. Und sein Appell: „Es soll der Stolz des Brauers sein, schönes klares Bier zu erzeugen, und es wird ihm nicht schwerfallen, wenn er ein tüchtiger Brauer

**Autoren:** Klaus Niemsch und Thomas Heinrich, Stabifix Brauerei-Technik KG, Gräfelfing

ist“, gewann ja gerade durch die Filtration noch an Wert. Halbwegs blankes Bier wurde bereits zuvor durch diverse Maßnahmen im Lagerkeller erzielt [3]. Die Hauptsorge galt allerdings Bemühungen, saures Bier in ein noch trinkbares Gebräu zu korrigieren [4, 5]. In der „Schule der Bierbrauerei“ von 1863 erläutert *Habich* [6] ausgiebig den Zusatz von Spänen und Leim als Stand der

Technik. Dies belegt auch eine Mitschrift des Lehrstoffs von *Johann Raible* beim Sommercours 1874 der Augsburger Brauerschule.

Im Ausland ist die Technologie ähnlich. *Moritz* und *Harris* [7], in der Übersetzung von *Wilhelm Windisch*, widmeten 1893 im „Handbuch der Brauwissenschaft“ der Bierklärung durch Hausenblase (Schwimmblyse des Störs) ein Kapitel, wie auch *De Clerk* [8] in seinem Lehrbuch auf ihre Erwähnung noch 1964 nicht verzichtet.

Durch die Sterilfiltration und Pasteurisation sind die Biere weitgehend biologisch stabil, sodass nun die eigentliche Haltbarkeit durch die Bierinhaltsstoffe begrenzt wird. Der Einfluss der Rohstoffe, des Brauprozesses und der Abfüllanlagen wurde intensiv untersucht, doch hat die Brauwissenschaft ihre Forschung über das Zusammenspiel von Proteinen, Polyphenolen, Sauerstoff, Molekulargewicht, pH und dem Austausch elektrischer Ladungen bis heute nicht abgeschlossen.

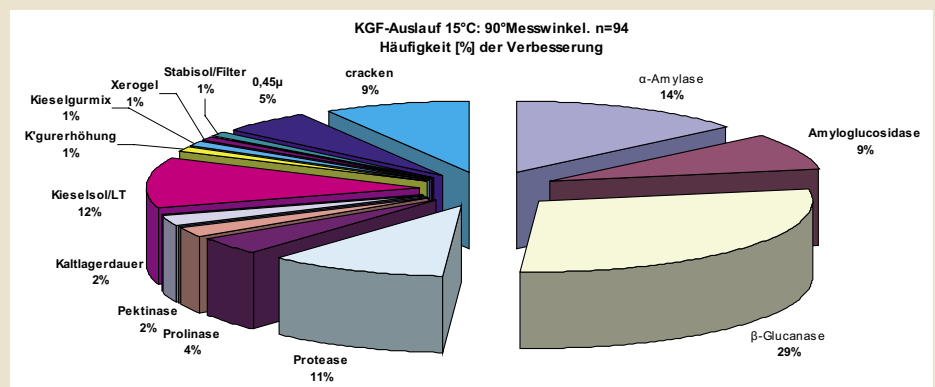


Abb. 1 Erfolg von Verbesserungsmaßnahmen bei Trübungsproblemen (Messwinkel 90°)

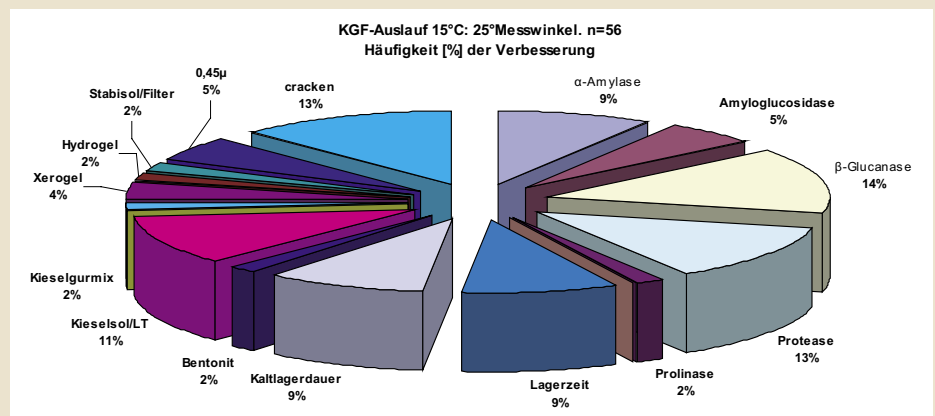


Abb. 2 Erfolg von Verbesserungsmaßnahmen bei Trübungsproblemen (Messwinkel 25°)

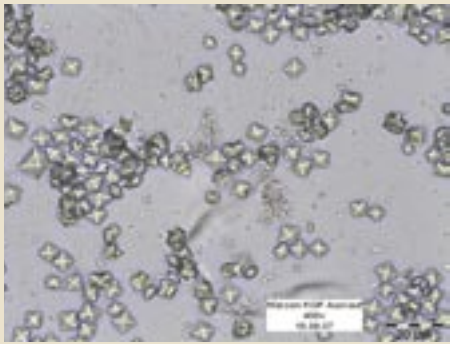


Abb. 3 Oxalatausfällungen

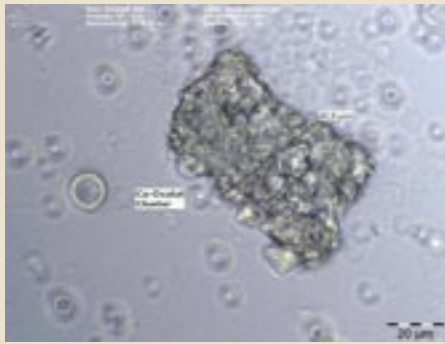


Abb. 4 Oxalatausfällungen

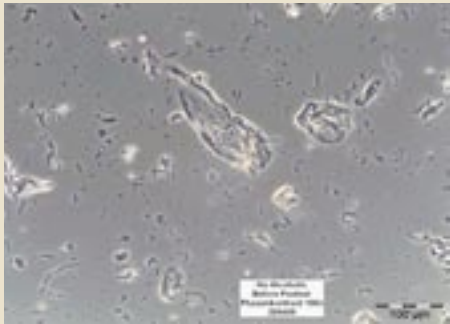


Abb. 5 Partikel vor dem Tunnelpasteur

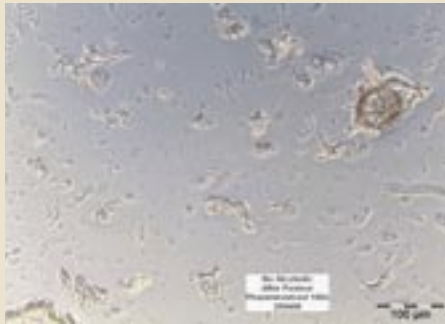


Abb. 6 Partikel nach dem Tunnelpasteur



Abb. 7 Partikel vor dem Tunnelpasteur nach Behandlung mit NaOH

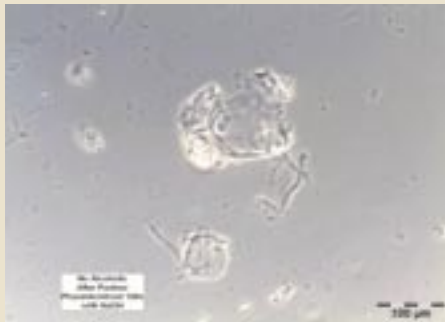


Abb. 8 Partikel nach dem Tunnelpasteur nach Behandlung mit NaOH



Abb. 9 Feinteilchen in Leichtbier (40-fache Vergrößerung)



Abb. 10 Feinteilchen in Leichtbier (100-fache Vergrößerung)

**Wandel der Qualitätsansprüche**

Die Verteilung von Lebensmitteln und damit deren notwendige längere Haltbarkeit veränderten durch den Wandel von der Agrargesellschaft in eine Industriegesellschaft und heute in eine Dienstleistungs- und Han-

delsgesellschaft die Qualitätsansprüche des Verbrauchers. Um 1900 ernährten 450 Bauern 1000 Bürger, heute sind es drei für 1000. Auf dem Biermarkt sieht es ähnlich aus, und es werden Mindesthaltbarkeiten von einem Jahr und mehr zugesagt. Als Maß für die Trübung werden die EBC-Formazin-

Trübungseinheiten (EBC) verwendet. Nach Ludwig et al. [9] ist ein Bier blank bei <0,2 EBC, klar bis <1 EBC, opalisierend bis <4 EBC und schließlich darüber trüb. Der individuelle optische Eindruck stimmt allerdings nicht immer mit dem gemessenen Trübungswert überein.

In dem Fachartikel „Biertrübung aktuell“ [10] wird eine Anleitung zur Fehlersuche bei Trübungsproblemen vorgestellt. Eine Behandlung von Problembieren im Labor mit spezifischen Enzymen sowie eine mikroskopische Betrachtung gibt Hinweise auf die Natur der Trübung und die Möglichkeiten, die Ursache technologisch zu beheben. In der Folge wurden an das Labor der Stabifix-Brauerei-Technik 175 Biere mit Filtrationsproblemen zur Begutachtung eingeschickt. Es handelte sich neben verminderten Standzeiten im Wesentlichen um drei Gruppen:

- eine zu schnelle Trübungszunahme bei der Alterung;
- eine erhöhte Trübung am Filterauslauf;
- wahrnehmbare Partikel im abgefüllten Bier.

Die Beanstandungen waren biersortenunabhängig, wobei allerdings alkoholfreie Biere und Biermixgetränke häufiger betroffen waren.

**Verbesserungsmaßnahmen und ihre Wirksamkeit**

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Verbesserungsmaßnahmen sowie ihre prozentuale Häufigkeit aufgelistet. Gemessen wurde im 90° und 25° Messwinkel bei 15°C. Auffallend ist, dass im Untersuchungszeitraum durch Betaglucan verursachte Trübungen am häufigsten auftraten. Sie wurden vor allem mit der 90°-Messung erfasst. Es folgten Kohlenhydrat- und Proteintrübungen. Letztere werden mit beiden Messwinkeln gleichermaßen erkannt. Es hat den Anschein, dass der alleinige Einfluss des Prolins überschätzt wird, da nur vier Prozent der Verbesserungen auf eine Zugabe von Prolinase zurückzuführen waren. Da die gemessenen Trübungen häufig durch die Zugabe von Alpha-Amylase bzw. Amyloglucosidase vermindert wurden, ist es erklärlich, dass eine ledigliche Änderung zu einer feineren Zusammensetzung der Kieselgurdosage nur teilweise erfolgreich war.

Eine Verlängerung der Kaltlagerphase war in neun Prozent der Fälle erfolgreich und konnte am deutlichsten mit der 25°-

Messung bewertet werden. Auch eine Vorklärung mit Kieselöl im Lagertank verbesserte die Klarheit des Filtrates deutlich.

Zur Beurteilung des Einflusses der Kieselgurmenge und ihrer Zusammensetzung wurde zusätzlich über 0,45- $\mu$ -Membranen filtriert. Eine Verbesserung der Klarheit durch eine Feinstfiltration wurde in fünf Prozent der Fälle beobachtet. Folglich ist zu vermuten, dass es sich zu 95 Prozent bei diesen Trübungspartikeln um Glycogen der Hefe handelt [11]. Es ist bekannt, dass es als Partikel extrem klein sein kann und selbst ein Verdichten des Kieselgurkuchens mit Kieselöl nicht immer erfolgreich ist.

### ■ Technologische Stufenkontrolle

Einer zu schnellen Trübungszunahme des Verkaufsbieres und damit einer verminderten Haltbarkeit kann durch eine technologische Stufenkontrolle und daraus abgeleitete Maßnahmen entgegengetreten werden. Eine den Rohstoffen angepasste Sudhaustechnologie und eine entsprechende Stabilisierung mit Kieselgel und PVPP ist Stand des Wissens. Oxalatausfällungen werden durch eine Zugabe von Calciumionen beim Maischen vermieden. Allerdings wurden trotzdem Oxalatausfällungen gerade im Drucktank besonders nach langen Standzeiten beobachtet (Abb 3, 4).

Größere Sorgen machen Trübungen, die durch Partikel hervorgerufen werden, die durch Aufschütteln als vereinzelte Flocken, Fusseln oder Schuppen zu erkennen sind. Sofern die Ursache nicht mikrobiologischer Natur ist, sind sie nur schwer zu identifizieren und noch schwieriger zu verhindern. Das Problem besteht weltweit, und Vermutungen gibt es viele. Einige Brauereien stellen Beziehungen zu Papain fest, andere zu unreifem Reis, weitere zu sechszeiliger Wintergerste. Im Folgenden sollen einige dieser Phänomene gezeigt und erläutert werden.

### ■ Partikeltrübungen

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Partikel vor sowie nach dem Tunnelpasteur. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die gleichen Proben nach einer Behandlung mit Natronlauge. Dabei handelt es sich um ein alkoholfreies Bier, das mit 70 g/hl Xerogel und mit 50 g/hl PVPP stabilisiert wurde. Es fällt auf, dass die Pasteurisation anscheinend Veränderungen hervorrief und eine Lösung in NaOH nicht mehr vollständig stattfindet. Eine ähnliche „Denaturierung“ wurde bei Lagerbier auch hinter dem Kurzzeiterhitzer beobachtet.

Des Weiteren wurde ein Leichtbier mikroskopiert, das durch Verdünnung hergestellt wurde. Während das Originalbier mit zwölf Prozent Stammwürze keinerlei Partikelbildung zeigte, enthielt das Leichtbier deutlich sichtbare Feinteilchen (Abb. 9 und 10 bei 40- und 100-facher Vergrößerung). Optisch ähneln sie Kohlenhydraten, doch war eine Anfärbung oder Säurebehandlung zu deren Nachweis nicht erfolgreich. Es ist zu vermuten, dass es sich um einen Komplex aus Proteinen, Polyphenolen und Koh-

lenhydraten handelt. Der Bildungsmechanismus und brautechnologische Ursachen konnten nicht geklärt werden.

Briem [12] stellte kürzlich die Theorie auf, dass bei frisch abgefülltem Bier und sofortiger Tunnelpasteurisation Schaum im Flaschenhals antrocknen könnte und diese anhaftenden Reste später in das Bier rückgewaschen werden.

Bei sieben verschiedenen frisch abgefüllten Bieren wurde dies nachvollzogen. Die Biere wurden aufgeschäumt, zwei Tage bei



Abb. 11 Partikel aus Lagerbier



Abb. 12 Partikel aus Märzen (100-fache Vergrößerung)



Abb. 13 Teilchen aus Baierischem Dunkel

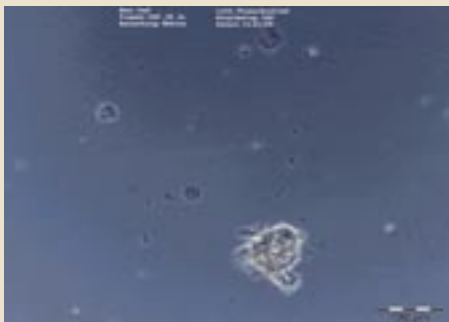


Abb. 14 Teilchen aus einem Hellen

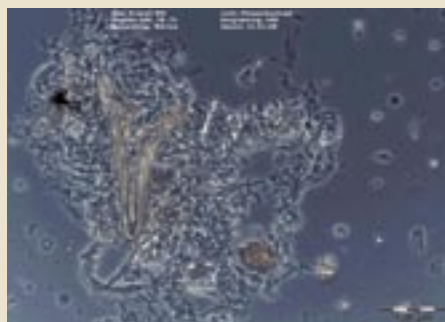


Abb. 15 Isolat aus Kristallweizen



Abb. 16 Isolat aus alkoholfreiem Kristallweizen

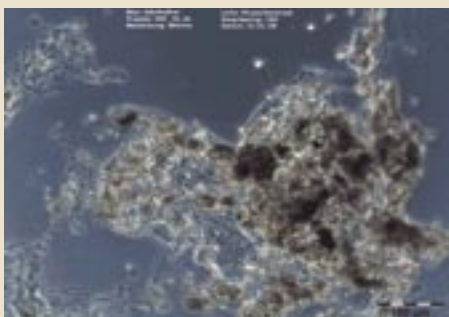


Abb. 17 Isolat aus alkoholfreiem Hellen

60°C temperiert, anschließend zentrifugiert und mikroskopiert.

Das Partikel in Abbildung 11 aus Lagerbier könnte durchaus dem zuvor erwähnten Komplex entsprechen. Eine ähnliche Struktur zeigt auch das Isolat (Abb. 12) aus einem Märzen, allerdings bei 100-facher Vergrößerung. Das Teilchen (Abb. 13) aus einem bairischen Dunkel ist wesentlich kompakter und könnte einen dem Biertyp entsprechenden höheren Kohlenhydratanteil haben. Allerdings hat Probe 12 aus einem Hellen (Abb. 14) durchaus gewisse Ähnlichkeiten.

Völlig anders sieht das Isolat (Abb. 15) aus einem Kristallweizen aus. Ihm fehlt die sonst offensichtliche Kompaktheit eines Komplexes. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen nochmals Aufnahmen zweier alkoholfreier Biere, eines Kristallweizen sowie

eines Hellen. Die Partikel sind durchaus mit denen in Abbildung 6 vergleichbar.

### Zusammenfassung

Das Problem der Biertrübung, soweit man überhaupt von einer Trübung sprechen kann, durch vereinzelte Partikel ist nicht gelöst, aber ein Denkansatz gefunden. Die Vermutung, das Reste von Haftschaum von der Wand des Drucktanks, aus dem Ringkanal des Füllers oder aus dem Flaschenhals in das Bier gewaschen werden, ist nicht zu verwerfen und nachvollziehbar. Das Phänomen ist biersortenunabhängig, allerdings scheinen alkoholfreie bzw. alkoholärmere Biere anfälliger zu sein. Untersuchungen von Biermischgetränken oder Getränken auf Würzebasis führen zu vergleichbaren Ergebnissen, doch sind hier die Einflüsse der unterschiedlichsten Grundstoffe noch komplexer. ■

### Literatur

1. Bücheler, W.: Bier u. Bierbereitung in den frühen Kulturen u. bei den Primitive, Ges. f. d. Geschichte u. Bibliographie des Brauwesens e. V., Berlin 1934.
2. Thausing, J. E.: Die Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation, 3. Auflage 1888.
3. Pöschl, M.; Zimmermann, U.; Geiger, E.: Historischer Überblick über die Bierfiltration und Bierstabilisierung, Der Weihenstephaner 76, S. 117, 2008.

4. Der wohlverfahrene Braumeister, 1759, Reprint Hans Carl Verlag, Nürnberg 1985.
5. Der vollkommene Bierbrauer, 1784 Frankfurt und Leipzig, Reprintverlag Leipzig 1990.
6. Habich, G. E.: Schule der Bierbrauerei, Verlagsbuchhandlung Otto Spamer Leipzig 1863.
7. Moritz u. Morris: Handbuch der Brauwissenschaft, Verlag Paul Parey, Berlin 1893.
8. De Clerck, J.: Lehrbuch der Brauerei Bd. I, Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei Berlin, 1964.
9. Ludwig, W.; Groneick, E.; Krüger, E.: Ein Schnellforciertest zur Vorhersage der kolloidalen Stabilität, Monatsschrift für Brauwissenschaft 39, S. 76, 1986.
10. Niemsch, K.; Heinrich, Th.: Biertrübung aktuell, BRAUWELT 145, S. 1247, 2005.
11. Malcorps, Ph.; Haselaars, P.; Dupire, S.; Van den Eynde, E.: Glycogen released by the yeast as a cause unfilterable haze in the beer, EBC Proceedings Cannes 1999, 96.
12. Briem, E.: TwA der VLB Berlin, Mitteilung 13. 10. 2008, GLA 6.05.15.