

# Der Jodwert in der Brauerei

**STATUS QUO** | Angeregt durch jüngste Entwicklungen im Sudhausbereich, insbesondere der Maischefiltration (siehe BRAUWELT Nr. 6, 2017, S. 139-142: „Neues Verfahren der Maischefiltration“), wurde die Bedeutung der Jodnormalität von Bierwürzen für die Beurteilung der Sudhausarbeit zusammenfassend analysiert und bewertet.

**DIE KONTROLLE** auf Jodnormalität am Ende der Verzuckerungsrast während des Maischprozesses gehört zu den einfachsten und grundlegendsten brautechnischen Analysen, die der Biersieder bereits im Sudhaus durchführt. Er gibt eine grobe Information über die amylolytischen Abbauprozesse während des Maischens. Die charakteristische Färbung der Jodlösung bei Vorhandensein von Stärke ist dabei auf die Einlagerung der Jodmoleküle in die  $\alpha$ -Helices der Stärkemoleküle zurückzuführen, wobei die geradlinige Amylose eine tiefblaue und das verzweigte Amylopektin eine violette bis braune Färbung liefert [1, 2]. Da von der

Amylose stammende Dextrine jedoch ab einer Länge von 9-18 Glucosemonomeren [3, 4] keine sichtbare Färbung mehr mit Jod hervorrufen – bei vom Amylopektin stammenden Dextrinen sogar bereits ab 60 Glucosemonomeren –, muss für eine genauere und auch quantifizierbare Beurteilung der Sudhausarbeit der photometrische Jodwert herangezogen werden [2, 4]. Dabei werden Stärke und Dextrine in der Probe durch Zugabe von Ethanol ausgefällt, abzentrifugiert und in Phosphatpuffer gelöst. Nachdem die Probe mit Jodlösung versetzt wurde, erfolgt die Messung der Extinktion bei 578 nm [5]. Als Grenzwert für Würze gilt laut aktueller MEBAK ein Wert von  $E = 0,45$  [5], Narziß nennt bereits Jodwerte von über 0,25 „nicht befriedigend“ [4], während Annemüller und Manger für gut filtrierbare Biere einen Jod-

wert von  $E = 0,2$  in der Anstellwürze empfehlen [3].

## ■ Hauptrisiken

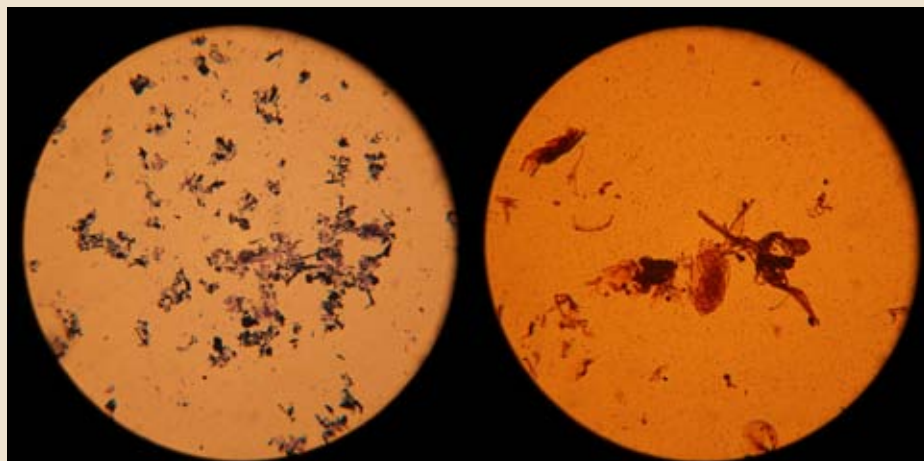
Es ist hinlänglich bekannt, dass ein erhöhter Jodwert problematische Folgen haben kann. Üblicherweise werden folgende Punkte als Hauptrisiken diskutiert:

- Gefahr mikrobiologischer Instabilität;
- Trübung („Kleistertrübung“), Ausfällungen;
- Filtrationsprobleme;
- geringerer Endvergärungsgrad;
- Gefahr geschmacklicher Einbußen [18].

Grundsätzlich bedeutet ein erhöhter Jodwert, dass sich eine Menge nicht vergärbare Dextrine in der Probe befinden, die sich direkt negativ auf den Vergärungsgrad auswirken. Ist der Jodwert zu hoch, also der Stärkeabbau während des Maischens nur in ungenügender Weise vorangeschritten, so kann dies Auswirkungen auf die Läutertrübung haben, die unnormal hoch ausfallen kann. In der MEBAK wird konstatiert: „Zur Beurteilung des Trübungsverlaufes bedarf es (...) einer begleitenden analytischen Untersuchung des Feststoffgehaltes der Pfannewollwürze und des photometrischen Jodwertes.“ [5].



**Autoren:** Philipp Zeuschner (Bild), Dr. Roland Pahl, Forschungsinstitut für Bier- und Getränkeproduktion (FIBGP) der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin (VLB) e.V., Berlin



**Abb. 1** Ausfällungen aus Bierprobe mit kleinen weißen Flocken und leicht erhöhter Trübung, Anfärbung positiv auf neutrale Polysaccharide und Erythro-dextrine, negativ für kleinere Kohlenhydratbausteine

Darüber hinaus kann sich eine hartnäckige  $\alpha$ -Glucantrübung im unfiltrierten Bier einstellen. Diese kolloidale Trübung gilt sowohl für Kieselgur- als auch für die Membranfiltration als nicht oder nur schwer entfernbar [3, 4, 6, 7, 8, 9]. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass die Abbauprodukte des verzweigten Amylopektins die Hauptverursacher dieser kolloidalen Trübung sind [7]. Zusätzlich zur Trübungsproblematik stellt sich mit zunehmender Molekülgröße und Konzentration der  $\alpha$ -Glucane eine höhere Bierviskosität ein, welche die Filtration gemessen am Druckanstieg am Filtereinlauf deutlich erschwert [3, 10]. Ebenso wird berichtet, dass  $\alpha$ -Glucane über Wasserstoffbrücken leicht Verbindungen mit Protein-Polyphenolkomplexen eingehen und somit die Kältestabilität des entsprechenden Bieres weiter herabsetzen können [3, 11].

Als Ursachen für erhöhte Jodwerte können generell alle rohstoffseitigen und technologischen Faktoren in Betracht gezogen werden, die sich negativ auf die Verkleisterung und die Verzuckerung der Stärke während des Maischprozesses auswirken [8, 12]. Insbesondere werden hier einer schlechten Schrotsortierung, sowie suboptimalen pH-Werten und Temperaturführungen während des Maischens, vor allem im Bereich der Verzuckerung, ausschlaggebende Rollen zugeschrieben. Darüber hinaus können sich zu hohe Temperaturen des Anschwänzwassers sowie schlecht gesteuerte Anschwänzeitpunkte deutlich negativ auf die Jodwerte der Würze auswirken [4, 7, 12].

### ■ Nützliches Werkzeug

Um möglichen, die Amylyse betreffenden, Problemen während der Würzebereitung auf die Spur zu kommen, kann die Bestimmung des photometrischen Jodwertes alles in allem ein nützliches Werkzeug sein, zählt sie doch seit Jahrzehnten zur Standardanalytik in der Brauerei [2, 5, 6, 8]. Der Aussagekraft, in Bezug auf oben beschriebene durch nicht vergärbare Dextrine verursachte Probleme, sind jedoch Grenzen gesetzt. So ist der Jodwert lediglich ein Summenparameter, der nicht nach der Herkunft der  $\alpha$ -Glucane unterscheidet. Bereits im Sudhaus kann dies eine Rolle spielen, da, wie oben beschrieben, die vom Amylopektin stammenden Dextrine deutlich mehr an der Trübungsbildung beteiligt sind, als die von der Amylose stammenden [7, 13].

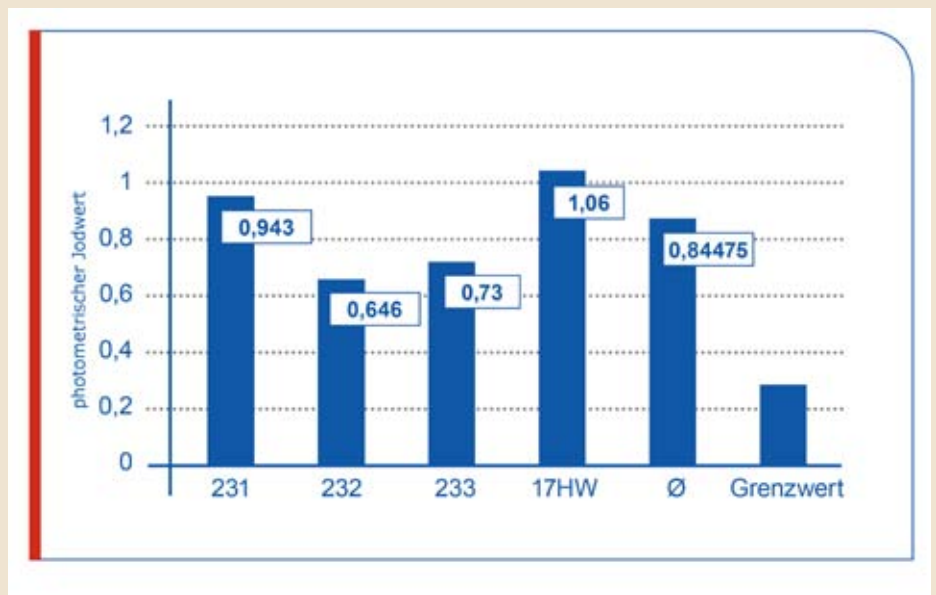


Abb. 2 Jodwerte von Ausschlagwürzen bei Sudhausabnahme (Vergleich mit Grenzwert von ungepufferter Methode)

Annemüller und Manger empfehlen hierfür eine differenzierte  $\alpha$ -Glucanbestimmung bei 452 nm für Amylopektinabkömmlinge und bei 565 nm für Amyloseabkömmlinge [3]. Tatsächlich unterscheiden sich Extinktionsmaxima dieser beiden Stärkemoleküle aufgrund des Verzweigungsgrades erheblich [3, 7]. Hinzu kommt, dass der photometrische Jodwert auch häufig als Richtwert für Bier-Unfiltrat, also nicht ausschließlich im Sudhaus, herangezogen wird [6]. An dieser Stelle wird jedoch noch ein weiteres  $\alpha$ -Glucan, nämlich das von der Hefe stammende Glycogen, zum Teil vom photometrischen Jodwert mit erfasst.

### ■ Rückschlüsse auf die Filtrierbarkeit?

Allgemein ist bekannt, dass das Glycogen von der Hefe als Reservekohlenhydrat in der Zelle aufgebaut wird. Es gelangt in das Bier also maßgeblich dann, wenn es der Hefe schlecht geht, sie autolytisiert. Damit ist einer von vielen bekannten Hinweisen auf einen direkten Zusammenhang zwischen Hefevitalität und möglicher Beeinträchtigung der Filtrierbarkeit gegeben.

Das Glycogen ist, wenn es denn in signifikanten Mengen in das Bier abgegeben wurde, laut Hartmann und Kupetz et al. noch stärker an der Trübungsbildung und an Filtrationsproblemen beteiligt als Amylosereste. Aufgrund der fixen Wellenlänge von 578 nm werden diese aber deutlich stärker vom photometrischen Jodwert erfasst [7,

13]. Tabelle 1 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen  $\alpha$ -Glucan-Herkunft, Extinktionsmaxima und brauereitechnologischen Problemen. Es ist laut Kupetz et al. nicht möglich, die Filtrierbarkeit des Bieres allein durch den photometrischen Jodwert zu prognostizieren. Es hat sich in seinen Arbeiten vielmehr gezeigt, dass sowohl Raible- und Esser-Test als auch der Druckanstieg an einem industriellen Kieselgur-Kerzenfilter keine Korrelation mit dem photometrischen Jodwert zeigen [13]. Auch um die dextrininduzierte Trübungsneigung einwandfrei beurteilen zu können, sind weitere Untersuchungen notwendig, welche die verschiedene Herkunft der  $\alpha$ -Glucane (Amylose, Amylopektin, Glycogen) und auch deren Molekülgrößen berücksichtigen. Hierfür eignet sich laut Hartmann und Kupetz et al. die Bestimmung des modifizierten photometrischen Jodwertes zusammen mit der Gelpermeationschromatographie, wobei die GPC die Dextrine nach ihrer Molekülgröße auftrennt und der Jodwert der resultierenden Fraktionen bei verschiedenen Wellenlängen von 400 bis 700 nm gemessen wird [7, 13].

Es sei der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Bestimmung des photometrischen Jodwertes standardgemäß nicht nur von Würze und Bier, sondern auch von Labor- und Betriebstrebern durchgeführt wird. Grundsätzlich werden die Treber dafür in Wasser mazeriert und gekocht. Nach Abkühlung und Zentrifugation wird der Jodwert im Überstand nach der regu-

**NICHT-VERGÄRBARE  $\alpha$ -GLUCANE IN BIER, ...**

... ihre spezifischen Extinktionsmaxima und ihr Beitrag zur Trübungsneigung und Filtrationsproblemen; - kein oder sehr geringer Beitrag, + großer Beitrag, ++ sehr großer Beitrag [3, 7, 13]

	Ursprung nicht-vergärbbarer $\alpha$ -Glucane in Bier		
	Amylose	Amylopektin	Glycogen
Herkunft	Malz	Malz	Hefe
Beitrag zur Trübungsneigung	-	++	+
Beitrag zu Filtrationsproblemen	+	++	++
Extinktionsmaximum	645 nm	545 nm	485 nm
Wellenlänge photometrischer Jodwert	578 nm		

Tab. 1

lären Methodik bestimmt [5, 14]. In den Labortreibern der Kongressmaische dient die Analyse vornehmlich dazu, aussagekräftige Daten über die Verarbeitbarkeit des Malzes zu erlangen [15]. In den Betriebstreibern liefert der Jodwert darüber Aufschluss, inwiefern sich Stärkemoleküle zum Beispiel durch Clathratbildung oder Retrogradation dem enzymatischen Aufschluss während des Maischens entziehen konnten [5]. Demzufolge liefern die Jodwerte der Betriebstreiber vor allem im Vergleich mit den entsprechenden Werten der Labortreiber Erkenntnisse über Schrotqualität und Maischarbeit, Auswaschung der Treiber, aber auch über Malzqualität. Bei Proben aus verschiedenen Bereichen des Läuterbottichs können zudem Anhaltspunkte über die Einlagerung der Maische gewonnen werden [16].

Zurückkommend auf die Jodwertbestimmung in Würze und Bier, so ist bereits berichtet worden, dass in der Auftragsanalytik von Zwischen- und Endprodukten in der Vergangenheit öfter anormale Werte aufgefallen sind [17]. Es sind beispielsweise in modernen, ansonsten anstandslos funktionierenden Sudhäusern bei Abnahmen vermehrt Jodwerte im Bereich von 0,8 bis über 1 gemessen worden.

Können die oben angedeuteten üblichen Ursachen für erhöhte Jodwerte ausgeschlossen werden, liegt es nahe zu vermuten, dass zumindest manchmal Einflüsse den Ausschlag geben, die nicht vollständig klar sind, denn bei den erwähnten Würzen, waren in der Mehrzahl Parameter wie Sudhausausbeute und Vergärungsgrad nicht zu beanstanden. Bei einigen zur Analyse eingeschickten Bieren der jünge-

ren Vergangenheit sind Jodwerte in geradezu fantastischen Höhen gemessen worden. Es liegt nahe, dabei die Akkumulation von „klassischem Jodwert“ und autolysebedingtem Glycogeneinfluss zu vermuten.

**Zusammenfassung**

Die Analyse des photometrischen Jodwertes ist eine arrivierte Messung, die in vielerlei Hinsicht aussagekräftig ist und gute Informationen zu liefern in der Lage ist. Speziell, um den Stärkeabbau im Sudhaus zu überwachen, wird die Methode oft mit gutem Erfolg angewandt. Es ist jedoch auffällig, dass die Ergebnisse manchmal nicht recht logisch erscheinen wollen und die möglichen Konsequenzen aus den beobachteten Phänomenen nicht immer wie zu erwarten eintreten. Ein verbessertes Verständnis über die Zusammenhänge hinsichtlich der zu messenden  $\alpha$ -Glucane und der anzuwendenden Messmethodik hilft, die Ergebnisse einzuordnen. ■

**Literatur**

1. Bailey, J. M.; Whelan, W. J.: "Physical Properties of Starch", The Journal of Biological Chemistry, 1961, S. 969-973.
2. Schur, F., Pfenninger, H.: „Charakterisierung filtrationshemmender Stoffe – 2. Mitteilung: Photometrische Jodprobe“, Brauereirundschau, 1978, S. 129-144.
3. Annemüller, G., Manger, H.-J.: „Gärung und Reifung des Bieres“, 1. Auflage, Fachbuchverlag der VLB Berlin, Berlin, 2009.
4. Narziß, L., Back, W.: Die Bierbrauerei: Band 2: Die Technologie Der Würzebereitung. 8. Auflage, Wiley-VCH Verlag,

Weinheim, 2010.

5. Jacob, E.: „MEBAK Brautechnische Analysemethoden – Würze, Bier, Biermischgetränke“, Neuauflage, Selbstverlag der MEBAK, Freising-Weihenstephan, 2012.
6. Brendel-Thimmel, U.: „Validierung und Qualifizierung von Membranfiltern – Teil 2: Anwenderseitige Validierung, Qualifizierung und Risikobetrachtung“, Brauindustrie Nr. 5, 2009, S. 20-23.
7. Hartmann, K.: „Bedeutung rohstoffbedingter Inhaltsstoffe und produktionstechnologischer Einflüsse auf die Trübungsproblematik in Bier“, Diss. Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I der TU München, 2006, S. 1-130.
8. Schüll, F.A.: „Einfluss spezifischer Eigenschaften der Stärke auf den Brauprozess“, Diss. Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie der TU München, 2012, S. 1-197.
9. Schur, F.: Filtrationsbeeinflussende Stoffe. In: EBC Convention, Zürich, 1989, S. 371-388.
10. Esslinger, M. und L. Narziß: Über den Einfluss von  $\beta$ - und  $\alpha$ -Glucanen auf die Filtrierbarkeit des Bieres. Proc. of the EBC Congress, 1985, S. 411.
11. Schur, F., Piendl, A.: „Dextrine im Bier“, Brauwissenschaft, 1977, S. 46-50.
12. Back, W.: Ausgewählte Kapitel Der Brauereitechnologie. 2. Auflage, Hans Carl Verlag, Nürnberg, 2008.
13. Kupetz, M., Krauß, M., Sacher, B., Becker, T.: „Photometrischer Jodwert – für die Filtrierbarkeit aussagekräftig?“, BRAUWELT Nr. 14-15, 2015, S. 396-398.
14. Drawert, F.: „MEBAK Brautechnische Analysemethoden – Band I“, 2. Auflage, Selbstverlag der MEBAK, Freising-Weihenstephan, 2012.
15. Ullmann F., Anderegg, P., Pfenninger, H.: „Beurteilung von Braumalz anhand des Jodwertes der Labortreiber“, Brauereirundschau, 1981, S. 49-53.
16. Schur, F.: „Beurteilung der Sudhausarbeit anhand des Stärkeabbaugrades“, BRAUWELT Nr. 21, 1985, S. 1195-1199.
17. Pahl, R.: „Aktuelle technologische Fragestellungen“, Vortrag auf VLB - Frühjahrstagung 2015.
18. Nakatani, K., Kakui, T., Narziß, L.: „Neue Betrachtungen über den Biergeschmack“, BRAUWELT Nr. 18-19, 2012, S. 548-550.