

Die Herstellung und Hopfung alkoholarmen Biere

QUALITÄT UND GESCHMACK | Mit dem Ziel, ein alkoholarms Bier herzustellen, das sensorisch einem normalen Leichtbier nahe kommt, aber 60 Prozent weniger Alkohol enthält, wurden Versuche durchgeführt, die zwei wesentliche Ziele hatten. Zum einen wurde nach Wegen zur Beherrschung des Diacetylproblems bei einer gestoppten Gärung bis zu einem Alkoholgehalt von 1,2 Vol.-% gesucht, zum anderen sollten mittels der Hopfung die sensorischen Eigenschaften solcher Biere verbessert werden. Welche Möglichkeiten auch eine mittelständische Brauerei ohne Zusatzausrüstung hat, erfahren Sie im folgenden Beitrag.

BEI ALKOHOLREDUZIERTEN BIEREN unterscheidet man in Deutschland in folgende Kategorien:

- Leichtbiere mit 7,0 bis 10,9 Gew.-% Stammwürze. Üblich sind sieben bis acht Prozent und damit etwa 2,5 bis 3,0 Vol.-% Alkohol;
- alkoholfreie Biere, mit der Forderung von unter 0,5 Vol.-% Alkohol;
- alkoholarme Biere, mit einem Alkoholgehalt von 0,5 bis 1,2 Vol.-%.

Bei den beiden letzteren ist die Stammwürze nicht festgelegt; die meisten Biere bewegen sich im Bereich der Leichtbiere. Ähnlich dem alkoholfreien Bier ist es kaum vorstellbar, sich mit alkoholarmem Bier einen relevanten Blutalkoholgehalt anzutrinken. Gesundheitliche Vorteile (health claims), so sie begründbar sind, können für alkoholarme Biere geltend gemacht werden.

den. Nach einer EU-Verordnung [3] ist das für Getränke mit einem Alkoholgehalt von über 1,2 Vol.-% verboten.

Zur Herstellung alkoholfreier Biere werden verschiedene Verfahren angewandt. Oft wird der Alkohol entzogen, da Biere allein auf Basis einer gestoppten Gärung sensorisch selten befriedigen. Die Ausstoßzahlen mittelständischer Brauereien rechtfertigen Investitionen in Anlagen zur Entalkoholisierung meist nicht. Hier kann die Herstellung alkoholarmen statt alkoholfreier Biere eine Alternative darstellen.

Die hier geschilderten Versuche umfassen im Wesentlichen zwei Richtungen:

- Beherrschung des Diacetylproblems bei einer gestoppten Gärung bis 1,2 Vol.-%;

- Verbesserung sensorischer Eigenschaften alkoholarmen Biere durch Maßnahmen der Hopfung.

Ziel ist ein alkoholarms Bier, das einem Leichtbier möglichst nahe kommt.

Allgemeines Herstellungsverfahren

Alle Versuche orientierten sich an folgenden Parametern:

- Alkoholgehalt < 1,2 Vol.-%;
- Stammwürze circa 8 Gew.-%;
- Biersorten: Hell, Dunkel, Weizen, Hell und Weizen mit 10 Prozent Carahell®;
- Infusionsverfahren (72/76 °C);
- Außenkocher, 70 min Kochzeit;
- pH-Absenkung mit Milchsäure auf unter 4,7;
- gestoppte Gärung, kalte Lagerung;
- scharfe Filtration (Kieselgur plus Membran);
- Pasteurisation nach Wunsch/Notwendigkeit.

Abbildung 1 stellt beispielhaft das Gärdiagramm eines endvergorenen Leichtbieres dem eines alkoholarmen Bieres gegenüber, was ein wesentliches Problem verdeutlicht: Da sich eine warme Reifung verbietet, resultiert ein entsprechend hoher Diacetylgehalt. Der nicht reinheitsgebotskonforme Zusatz des Enzyms Acetolactat-decarboxylase (ALDC) baut den Precursor von Diacetyl ab. Abbildung 2 verdeutlicht

DIACETYLWERTE VON ABGEFÜLLTEN BIEREN; RELEVANTE BEISPIELE

Verfahren	mg/l
untergärig mit ALDC	0,02 / 0,03
untergärig ohne ALDC	0,8
untergärig gebremst	0,07 / 0,08 / 0,08 / 0,06
obergärig mit ALDC	0,04
obergärig ohne ALDC	0,8
obergärig gebremst	0,19 / 0,17
obergärig / untergärig	0,12 / 0,13

Tab. 1

Autoren: Dr. Adrian Forster, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G., Wolnzach, Berater, und Andreas Gahr, Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, Forschungsbrauerei St. Johann, Train-St. Johann/Hallertau – nach Vorträgen gehalten auf dem 33. EBC-Kongress in Glasgow, Mai 2011, und dem 2. Deutschen Hopfentag, September 2012, Wernesgrün

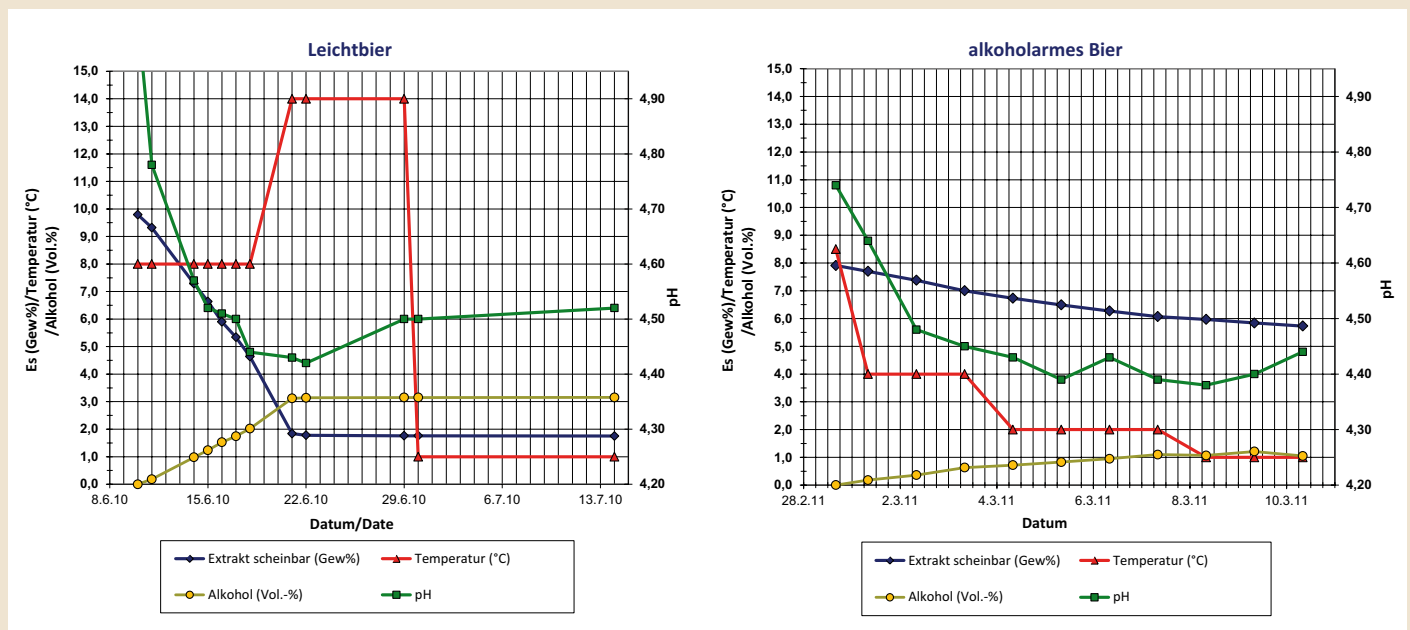


Abb. 1 Gärdiagramme mit Verlauf von Temperatur, pH, Alkohol und scheinbarem Extrakt (links: Leichtbier, rechts: alkoholarms Leichtbier)

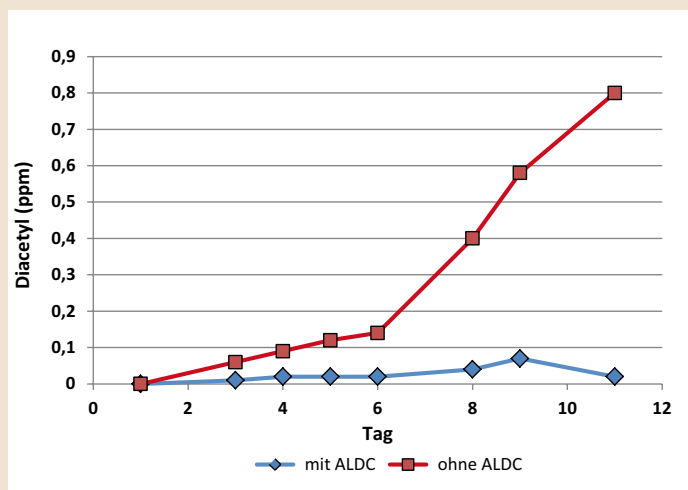


Abb. 2 Diacetyl während der Gärung mit untergäriger Hefe

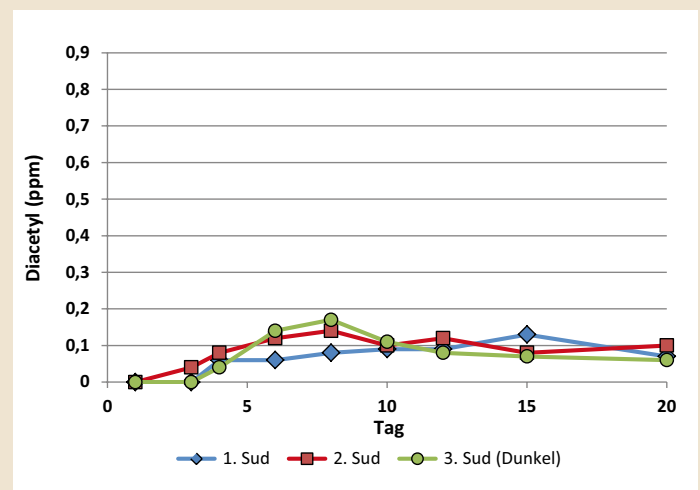


Abb. 3 Diacetyl während der Gärung mit untergäriger Hefe bei gebremsten Verfahren

die Diacetylbildung in einem untergärigen alkoholarms Bier mit und ohne ALDC.

Soll das Reinheitsgebot eingehalten werden, hat sich folgende Vorgehensweise als vorteilhaft erwiesen:

- pH-Absenkung mit Milchsäure auf pH 4,5 in der Anstellwürze;
- Begrenzung der Hefezellzahl beim Anstellen auf 5 Mio;
- deutlich frühere Absenkung der Temperatur von 4 °C über 2 °C auf 0 °C.

Abbildung 3 gibt den Diacetylverlauf dieses „gebremsten“ Verfahrens in einigen Beispielen wieder. Alle Versuche wurden mit dem Stamm W34 vergoren. Bewährt haben sich auch W59 und W128. Schwieriger ist die Beherrschung des Diacetylproblems beim Einsatz obergäriger Hefen, da

diese unter 2 °C keine Aktivitäten eines Acetolactatabbaus verzeichnen. Damit sind gebremste Verfahren schwerer zu realisieren. Ein Vergleich des Diacetylverlaufs mit und ohne ALDC zeigt Abbildung 4. Eine Option ist hier die Dosage einer Kombination von ober- mit etwas untergäriger Hefe, die den Acetolactatabbau bei niedrigen Temperaturen besser schafft. Tabelle 1 gibt einige wesentliche Diacetylwerte beispielhaft wieder.

Anlässlich des 2. Deutschen Hopfentages wurden u. a. vier Biere von dem Teilnehmern verkostet.

Die Merkmale dieser Biere waren

- **Bier 1:** untergärig, mit ALDC, Hell, nur 1 Bittergabe (Taurus-Pellets);
- **Bier 2:** untergärig, ohne ALDC, Hell, zusätzlich 200 g Aromahopfen (Saphir);

- **Bier 3:** untergärig, ohne ALDC, Dunkel, zusätzlich 200 g Aromahopfen (Saphir);
- **Bier 4:** obergärig mit etwas untergäriger Hefe, ohne ALDC, Weizentyp, zusätzlich 200 g Aromahopfen (Hall. Mittelfrüh).

Die sensorische Auswertung nach einem einfachen Punktsystem umfasste folgende Merkmale:

- Präferenz;
- Intensität des Hopfenaromas;
- Nähe zu einem Normalbier;
- Marktchancen.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Resultate inklusive der 95-Prozent-Vertrauensbereiche. In der Präferenz liegen die Biere mit Aromahopfen (Bier 2 und 4) signifikant vorne. Bier 2 bis 4 weisen ein deutliches Hopfenaroma gegenüber Bier 1 auf,

welches beim Dunklen (Bier 3) etwas überdeckt ist. Bei der „Nähe zu einem Vollbier“ schneiden die Aromahopfenbiere signifikant besser ab. Entsprechend wurden die „Marktchancen“, besonders beim Hellen und Weizenbier bewertet.

Gefragt wurde zusätzlich nach Geschmacksfehlern. Abbildung 7 belegt, dass die Verkoster keinen Zusammenhang zwischen dem Diacetylgehalt und dem Begriff „Geschmacksfehler“ sahen. Daraus ersieht man, dass mit den aufgezeigten Maßnahmen eine Herstellung ansprechender alkoholarmer Biere auch ohne den Einsatz von ALDC möglich ist. Das zuckerreiche Medium mag eine Pasteurisation notwendig erscheinen lassen, was es im Einzelfall zu überprüfen gilt. Positiv wirken sich ferner der Einsatz von knapp gelösten Malzen und ein Infusionsverfahren bei hohen Temperaturen (72/76 °C) aus, um die Bildung vergärbare Zucker von vornherein etwas zu unterdrücken.

Versuchsanstellung der Hopfungsserie

Die Hopfung der 14 Biere erfolgte mit normalen Pellets Hallertauer Provenienz. An Aromahopfen kamen die Sorten Hallertauer Mittelfrüh (HHA), Hersbrucker (HHE) und Saphir (HSR) zum Einsatz. Die Mengen lagen bei 100, respektive 200 g Pellets pro hl bei Kochende (davon 50 % als Vorlage in den Whirlpool). In zwei Versuchen wurden noch je 100 g Aromapellets bei Kochmitte dosiert. Taurus (HTU) diente zur Ergänzung der Bittereinheiten in der ersten Gabe bei Kochbeginn.

Alle Versuche wurden in zwei Bitterniveaus mit 15 bzw. 20 Bittereinheiten (IBU) angelegt. An den Aromagaben änderte sich nichts, lediglich bei Kochbeginn sorgten Taurus-Pellets für die notwendige Bittere. Die Hopfung folgte einem unüblichen Schema:

- In der mittleren und letzten Hopfengabe wurde ein deutlicher Hopfencharakter vermittelt;
- Der 1. Gabe kam die Aufgabe zu, die fehlende Bittere zu ergänzen.

Tabelle 2 enthält die relevanten Daten für das insgesamt 14 Sude umfassende Programm. Die dort eingeführten Abkürzungen der Versuchssude gelten auch für die weiteren Tabellen und Abbildungen. Die beiden Bitterniveaus 15 und 20 IBU können für Analysendaten wie Polyphenole

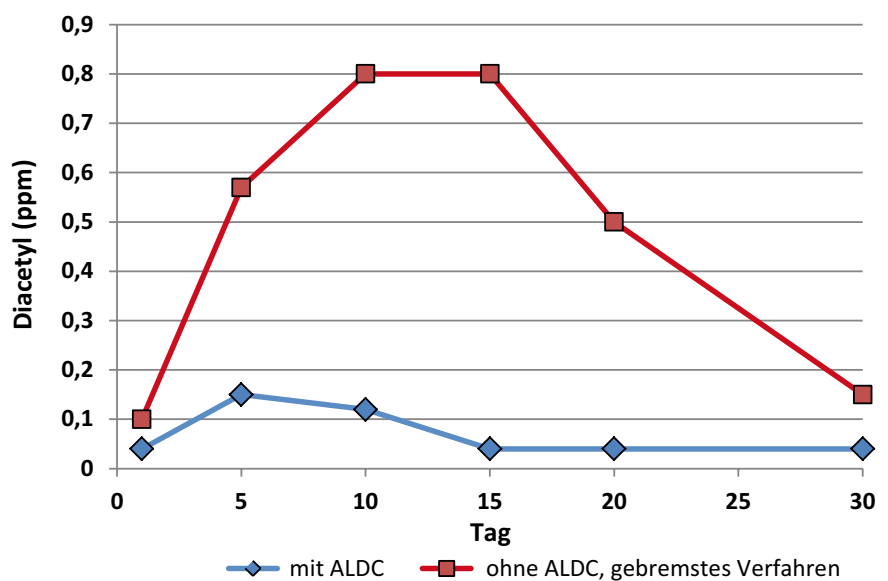


Abb. 4 Diacetyl während der Gärung mit obergäriger Hefe

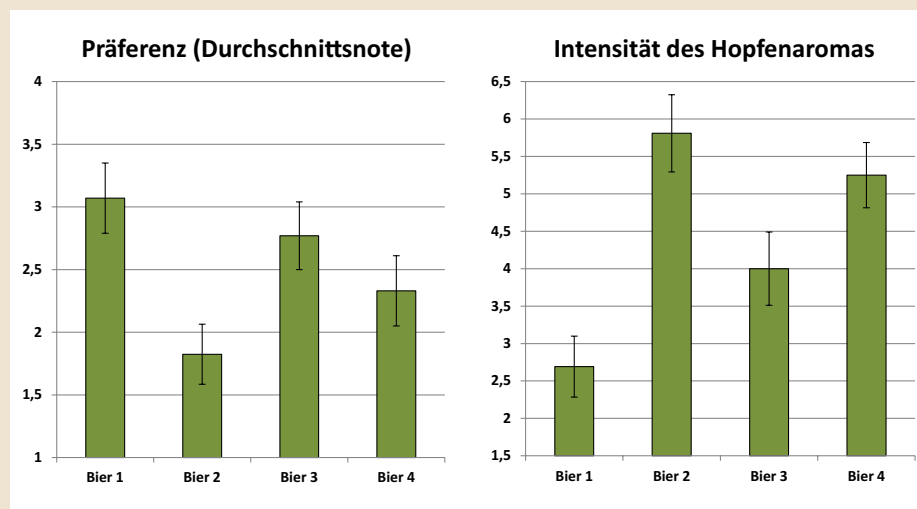


Abb. 5 Präferenz (links) und Intensität des Hopfenaromas (rechts) von 4 Bieren;
 Bier 1: untergärig mit ALDC, nur Bitterhopfengabe
 Bier 2: untergärig ohne ALDC, zusätzliche Aromahopfengabe
 Bier 3: untergärig ohne ALDC, Dunkel, zusätzliche Aromahopfengabe
 Bier 4: ober-/untergärig ohne ALDC, Weizen, zusätzliche Aromahopfengabe

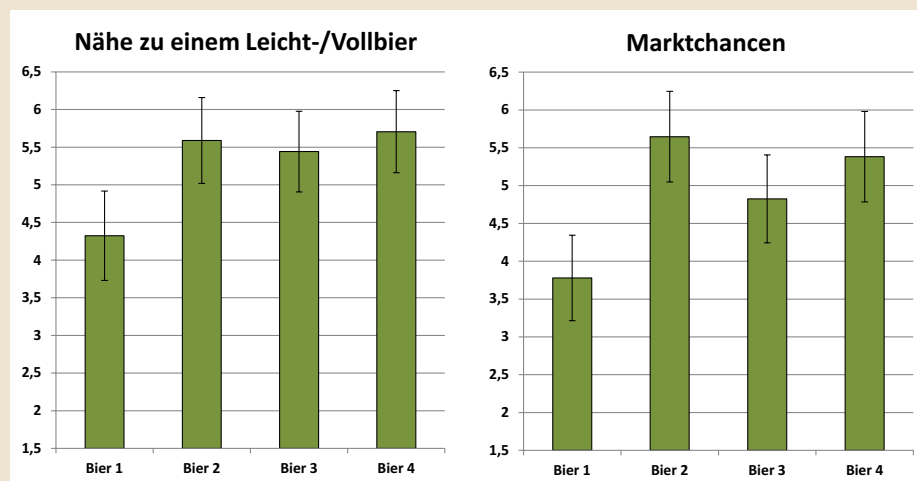


Abb. 6 „Nähe zu einem Vollbier“ (l.) und „Marktchancen“ (r.) von vier Bieren (s. Abb. 5)

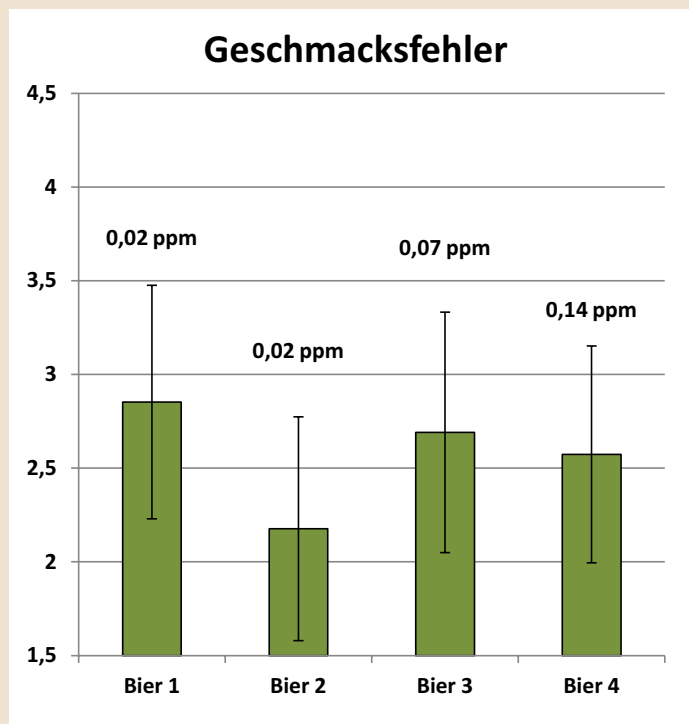


Abb. 7
Zusammenhang zwischen Geschmacksfehler (von 0 = keine bis 10 = deutlich) und Diacetylgehalt

oder Linalool als Doppelversuche angesehen werden, da die mittleren und letzten Gaben mit Aromahopfen identisch sind und nur die ersten Gaben geringfügig voneinander abweichen.

Tabelle 3 zeigt einige wesentliche Analysenresultate der Pellets mit Verhältniszahlen, wie sie neuerdings eingeführt wurden [2]. Sie beschreiben Unterschiede zwischen dem Bitter- und den Aromahopfen, aber auch unter den Aromasorten. Der Alterungsindikator „Hop Storage Index“ belegt, dass alle vier Pellets mit einem Wert unter 0,30 als absolut frisch und gleichwertig zu bezeichnen sind.

■ Analysenergebnisse der Biere

In den Tabellen 4 und 5 sind Analysenmerkmale für die Serien mit 15 IBU und 20 IBU wiedergegeben. Für Parameter, deren Konstanz wichtig ist, wie Stammwürze, Alkohol, pH und Bittereinheiten, wurden zusätzlich statistische Daten angegeben. Insgesamt liegt das Mittel der Stammwürze in den 14 Suden bei 7,96 Gew.-% mit einer Schwankung von 7,74 bis 8,31 Gew.-%. Die Alkoholgehalte variieren von 1,07 bis 1,22 Vol.-% mit einem Mittel von 1,14 Vol.-%; lediglich ein Sud weist einen leicht erhöhten Alkoholgehalt auf. Die Serie mit 15 IBU zeigt folgende Mittelwerte für Bitterstoffe: 15,9 IBU bzw. 10,2 mg/l Iso-Alphasäuren. Analog liegen die entsprechenden Daten in der 20 IBU-Serie bei 19,5 IBU und 14,1 mg/l Iso-Alphasäuren.

Der Gehalt an Gesamtpolyphenolen (EBC 9.11) beider Kontrollbiere ist primär durch das Malz geprägt, lediglich etwa 5 mg/l stammen vom Hopfen. Der Eintrag an Polyphenolen durch die Aromapellets ist deutlich zu erkennen.

Bereits die Kontrollsude weisen 7 µg/l Linalool im Bier auf, was mit einer Resorption aus der Hefe, der Freisetzung aus glycosidisch gebundenem Linalool und damit zu erklären ist, dass die Gesamtdosis von etwa 25 µg/l der Taurus-Gabe nicht vollständig ausgedampft wurde. Durch die Aromahopfendosis stieg der Linaloolgehalt in den Bieren bis 99 µg/l.

Zusätzlich lassen sich die Polyphenol- und Linaloolausbeuten ermitteln. Die gute Übereinstimmung der beiden Serien erlaubt die Mittelwertbildung aus den 15 und 20 IBU-Bieren. In Tabelle 6 sind den dosierten Hopfenpolyphenolen die Gehalte in den Bieren gegenübergestellt. Zieht man von diesen Werten den Polyphenolgehalt des

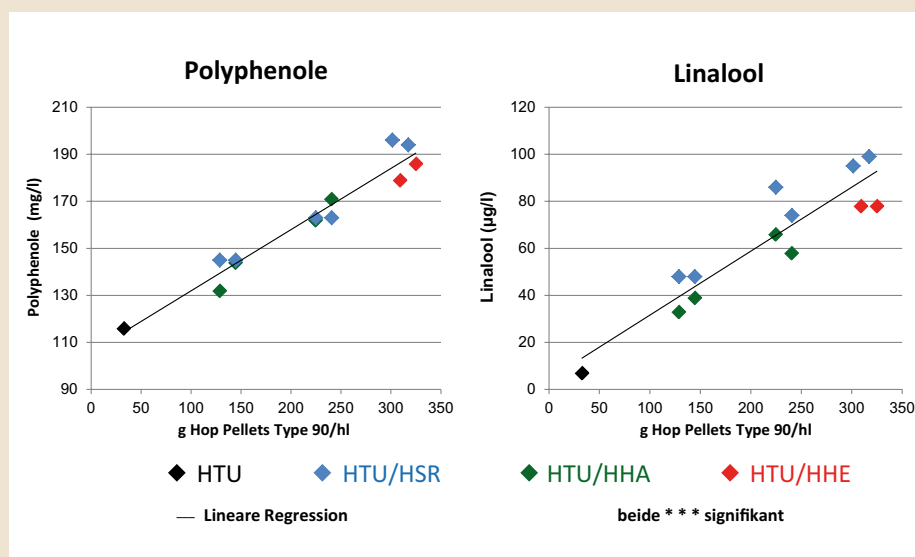


Abb. 8 Polyphenol- und Linaloolgehalte als Funktion der Pelletdosis (Mittelwerte der beiden Serien mit 15 und 20 IBU)

HOPFUNGSSCHEMA DER 14 VERSUCHSSUDE								
(HTU = Bittersorte Taurus; HHA/HSR/HHE = Aromasorten Hallertauer Mittelfrüh, Saphir und Hersbrucker)								
Bezeichnung		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300
Kochende	15 IBU	—	100	200	100	200	200	200
	20 IBU	—	100	200	100	200	200	200
Kochmitte	15 IBU	—	—	—	—	—	100	100
	20 IBU	—	—	—	—	—	100	100
Kochbeginn (HTU)	15 IBU	32,7	28,6	24,5	28,8	24,9	1,5	9,1
	20 IBU	48,6	44,5	40,4	44,7	40,7	17,3	24,9

Tab. 2

Vergleichsbieres (Control) ab, erhält man die im Bier verbliebenen Mengen aus der jeweiligen Aromahopfendosage. Diese in Relation zur dosierten Menge ergeben die Ausbeuten, die zwischen 43 und 58 Prozent schwanken.

Mit den Linaloolgehalten in Tabelle 7 wurde analog verfahren. Logischerweise sind die Transferraten von Linalool bei einer späten Hopfengabe mit durchschnittlich 45 Prozent höher als mit 34 Prozent bei einer zusätzlichen mittleren Gabe, bei der das Linalool stärker ausgedampft wurde.

Die Abbildung 8 zeigt die Polyphenol- und Linaloolgehalte in Abhängigkeit von der dosierten Pelletmenge als Mittelwerte der beiden Serien mit 15 und 20 IBU und stellt die klaren Abhängigkeiten heraus.

■ Sensorische Ergebnisse

Zur Verkostung der Versuchsbiere standen zwei unterschiedliche Gremien zur Verfügung:

- ein trainierter Panel der Forschungsbrauerei St. Johann mit sieben bis zehn Teilnehmern;
- ein zufällig zusammengesetzter untrainierter Panel mit 30 Teilnehmern (Verhältnis zwischen Frauen und Männern: 9 zu 21), der sich erstmalig für diese Versuche zusammenfand.

Da beide Panels gleichartige Resultate erbrachten, beschränkt man sich hier bewusst auf die Ergebnisse des Zufallspanels. Zwar liegen die Schwankungsbreiten der Bewertungen etwas höher als beim trainierten Panel, aber die Resultate mit der größeren Teilnehmerzahl in Form eines zufällig zusammengesetzten Konsumentenpanels sind interessanter und wertvoller.

Pro Sitzung mussten sechs bis sieben Biere verkostet werden. Beurteilt wurden auf einer Notenskala von 1 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) ohne Zwischennoten die Merkmale:

- Intensität des Hopfenaromas;
- Vollmundigkeit;
- Qualität/Harmonie der Bittere.

Abschließend mussten die Probanden die Biere einer Sitzung in eine Rangfolge bezüglich ihrer Präferenz bringen, wobei keine identischen Ränge zulässig waren.

Zunächst wurden die Biere mit 15 IBU verkostet, und zwar mit 100 bzw. 200 g/hl Aromapelllets der Sorten HHA und HSR in der zweigeteilten späten Gabe und mit zusätzlich 100 g/hl HSR-Pelllets bei Kochmitte. Eine weitere Verkostung entsprach

ANALYSENDATEN DER VIER EINGESETZTEN PELLETS

		HTU	HHA	HSR	HHE
Alpha-Säuren (HPLC)	Gew. %	14,4	5,0	4,1	3,1
Verhältnis beta : alpha	gβ/gα	0,33	1,26	1,83	2,39
Gesamtpolyphenole	Gew. %	3,4	4,7	5,0	5,1
Verhältnis Polyphenole : alpha	g/gα	0,24	0,94	1,22	1,65
Linalool	mg/100g	9	6	9	7
Verhältnis Linalool : alpha	mg/gα	0,63	1,20	2,20	2,26
HSI		0,28	0,26	0,29	0,28

Tab. 3

ANALYSENERGEBNISSE DER SIEBEN VERSUCHSSUDE MIT EINEM NIVEAU VON CA. 15 BITTEREINHEITEN

(m = Mittelwert, s = Standardabweichung, KI = Konfidenzintervall)

Bezeichnung		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300	m	s	KI
Stammwürze	Gew. %	8,01	7,77	7,90	8,31	8,07	8,04	7,74	7,98	0,20	0,18
Alkohol	% vol	1,09	1,19	1,16	1,22	1,15	1,16	1,08	1,15	0,05	0,05
pH		4,47	4,40	4,53	4,43	4,50	4,46	4,44	4,46	0,04	0,04
Bittereinheiten (EBC 9.8)	IBU	15,1	16,0	16,4	15,8	15,8	15,9	16,3	15,9	0,4	0,4
Iso-α-Säuren (EBC 9.47)	mg/l	12,1	10,4	11,0	10,4	10,0	7,7	9,5			
α-Säuren (EBC 9.47)	mg/l	1,9	2,3	3,3	2,2	2,6	4,1	3,4			
Verhältnis IBU : Iso-α-Säuren		1,25	1,54	1,49	1,52	1,58	2,06	1,72			
Gesamtpolyphenole (EBC 9.11)	mg/l	116	132	162	145	163	196	179			
Linalool	μg/l	7	33	66	48	86	95	78			
HPLC Polyphenole	mg/l	39,3	48,7	56,8	50,9	62,4	62,6	53,9			

Tab. 4

ANALYSENERGEBNISSE DER SIEBEN VERSUCHSSUDE MIT EINEM NIVEAU VON CA. 20 BITTEREINHEITEN

(m = Mittelwert, s = Standardabweichung, KI = Konfidenzintervall)

Bezeichnung		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300	m	s	KI
Stammwürze	Gew. %	7,92	7,82	8,00	7,89	7,88	8,06	8,06	7,95	0,09	0,09
Alkohol	% vol	1,08	1,07	1,15	1,10	1,13	1,18	1,18	1,13	0,05	0,04
pH		4,44	4,49	4,44	4,45	4,53	4,45	4,52	4,47	0,04	0,04
Bittereinheiten (EBC 9.8)	IBU	19,0	20,1	20,4	19,0	19,0	19,3	19,4	19,5	0,6	0,5
Iso-α-Säuren (EBC 9.47)	mg/l	15,3	16,1	15,6	14,9	12,9	11,9	11,8			
α-Säuren (EBC 9.47)	mg/l	1,9	2,9	3,5	1,7	2,2	3,6	2,9			
Verhältnis IBU : Iso-α-Säuren		1,24	1,25	1,31	1,28	1,47	1,62	1,64			
Gesamtpolyphenole (EBC 9.11)	mg/l	116	144	171	145	163	194	186			
Linalool	μg/l	7	39	58	48	74	99	78			
HPLC Polyphenole	mg/l	34,0	50,2	57,6	46,6	61,2	71,8	61,1			

Tab. 5

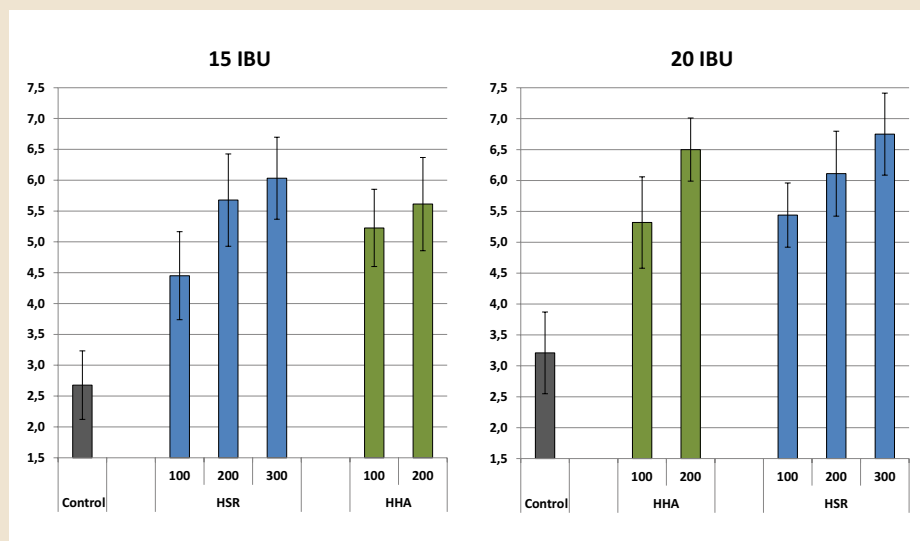


Abb. 9 Intensität des Hopfenaromas bei sechs Bieren und zwei Bitterniveaus (Abkürzungen s. Tab. 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt))

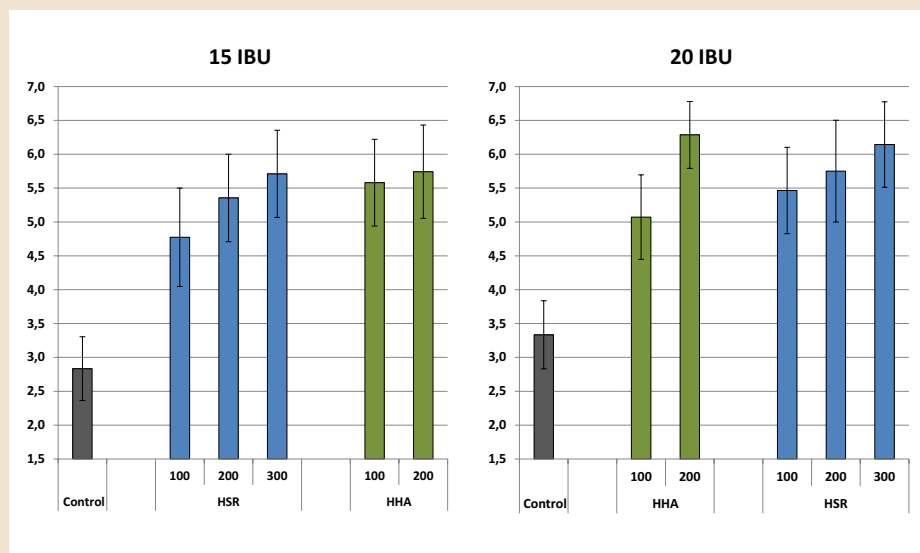


Abb. 10 Vollmundigkeit in sechs Bieren und zwei Bitterniveaus (Abkürzungen s. Tab. 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt))

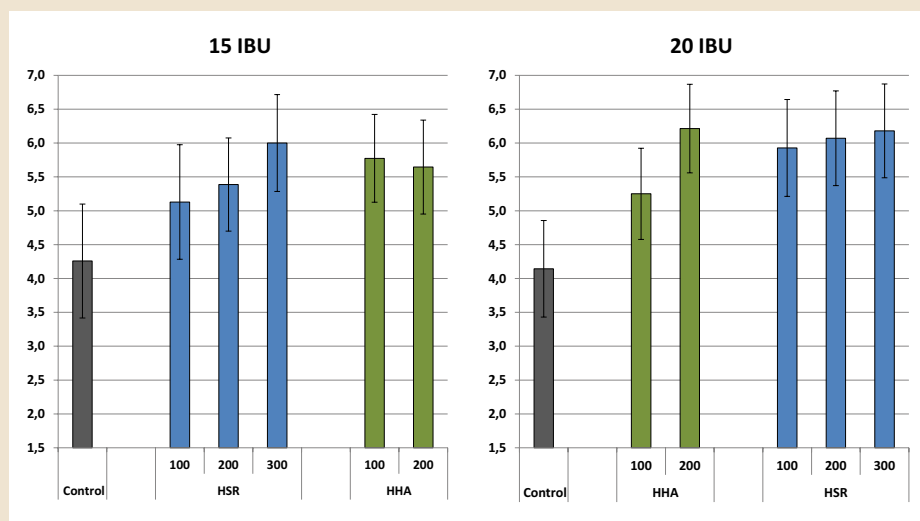


Abb. 11 Qualität der Bittere bei sechs Bieren und zwei Bitterniveaus (Abkürzungen s. Tab. 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt))

der Versuchsanstellung der zweiten Runde, allerdings bei dem höheren Bitterniveau von 20 IBU. In den jeweiligen Abbildungen sind die Benotungen der beiden Serien für die Merkmale Intensität des Hopfenaromas, Vollmundigkeit und Qualität der Bittere mit den 95-Prozent-Konfidenzintervallen einander gegenübergestellt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Abbildung 9 zeigt die Intensität des Hopfenaromas beider Serien. Alle Versuchsbiere mit Aromahopfen heben sich deutlich vom Vergleichsbier ab. Innerhalb der Aromahopfenbiere bestehen noch eindeutige Unterschiede zwischen 100 g Saphir in der letzten Gabe und insgesamt 300 g Saphir in der mittleren und letzten Gabe.

In Abbildung 10 sind die Durchschnittspunkte für die Vollmundigkeit der Biere dargestellt. Der Abstand der mit Aromapellets gehopften Biere zum Vergleichsbier ist ähnlich ausgeprägt wie beim Merkmal Intensität des Hopfenaromas. Beim Hallertauer Mittelfrüh war der Unterschied zwischen 100 und 200 g/hl im höheren Bitterniveau zudem außerhalb der Streubreiten.

Die Qualität der Bittere ist in Abbildung 11 zu ersehen. Die Unterschiede sind weniger stark ausgeprägt als bei den vorherigen beiden Merkmalen. Allerdings sind auch hier neben den Tendenzen klare Unterschiede zu erkennen (HSR 300 und HHA 100 bei 15 IBU sowie HHA 200 und alle drei HSR-Biere bei 20 IBU besser als das jeweilige Vergleichsbier).

Abbildung 12 stellt die Präferenzen des Verkosterpanels für die 15 und 20 IBU-Serie einander gegenüber. Eindeutige Abgrenzungen ergeben sich zwischen den Vergleichsbieren und den Versuchen mit Aromahopfen. Tendenzen sind bei den Abstufungen HSR 100 bis HSR 300 (15 IBU-Biere) und den beiden HHA 100 und HHA 200 (20 IBU-Biere) festzustellen.

In der nächsten Verkostungsserie wurden dem Panel neben den in der letzten Gabe mit 200 g/hl Hallertauer Mittelfrüh gehopften Bieren die mit zwei Aromagaben (Kochmitte und Kochende/Whirlpool) versehenen Biere (Sorten Saphir und Hersbrucker) gereicht. Die beiden Bitterniveaus sind einander in den Abbildungen 13 und 14 gegenübergestellt.

Intensität des Hopfenaromas (Abb. 13)

Auch hier fällt das Vergleichsbier deutlich ab. Interessant ist aber, dass die Biere mit

dem höheren Bitterniveau eine bessere Bewertung im Hopfenaroma erfahren. Die Notendurchschnitte der drei Biere mit 15 IBU betragen 4,5 gegenüber 6,0 der drei Biere mit 20 IBU, während das Vergleichsbier lediglich 2,1 Punkte erhält. Hier verleitet offensichtlich die intensivere Bittere zu einer höheren Benotung, die nicht wirklich mit mehr Hopfenaroma zu erklären ist.

Vollmundigkeit

Ein ähnliches Phänomen zeigt die Vollmundigkeit der Biere (Abb. 13). Das Vergleichsbier fällt mit 2,4 Punkten gegenüber durchschnittlich 4,5 Punkten (15 IBU) und 5,8 Punkten (20 IBU) deutlich ab.

Qualität der Bittere

Auch in der Qualität der Bittere (Abb. 14) unterscheiden sich die Biere noch mit 3,2 Punkten im Vergleichsbier von den drei 15 IBU-Bieren (5,0 Punkte) und den drei 20 IBU-Bieren mit durchschnittlich 5,7 Punkten.

Sensorische Ergebnisse

Die Präferenzen der sieben Biere sind in Abbildung 14 aufgetragen. Das Vergleichsbier (6,4 Punkte) wurde nur von wenigen Verkostern mit einem besseren Rang als 7 (= schlechtestes Bier) bewertet und landet damit weit abgeschlagen gegenüber den drei 15 IBU-Bieren (4,2) und den drei 20 IBU-Bieren (3,0).

Interessant mag die Feststellung sein, dass Biere mit einem höheren Bitterniveau in allen Merkmalen und gerade auch in der Präferenz eine Betterbewertung erfahren. Dies widerspricht der verbreiteten Meinung, dass Konsumenten Biere mit einer geringeren Bittere automatisch Bieren mit einer höheren Bittere vorziehen. Dies gilt umso mehr, wenn diese von hoher Qualität ist.

Die sensorischen Ergebnisse können noch durch einige Beobachtungen ergänzt werden. So ist in Abbildung 15 die Intensität des Hopfenaromas über den Linaloolgehalt der Biere aufgetragen. Die Korrelation ergibt eine 3-Sterne-Signifikanz.

Die Vollmundigkeit aller Versuchsbiere ist in Abbildung 16 über die dosierten Pelletmengen (l.) und die Polyphenolgehalte der Biere (r.) aufgetragen. In beiden Fällen ergibt die Regression unter Berücksichtigung der Vergleichsbiere eine 2-Sterne-Signifikanz. Ein Anstieg der Vollmundigkeit lässt sich mit einer Dosage substanzieller

ERMITTLUNG DER POLYPHENOLAUSBEUTEN DURCH DIE DOSAGE VON AROMAHOPFEN

Bezeichnung		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300
Polyphenole dosiert	mg/l	-	47	94	50	100	150	153
Polyphenole im Bier ¹⁾	mg/l	116 ²⁾	138	167	145	163	195	183
Polyphenole im Bier minus Control	mg/l	-	22	51	29	47	79	67
Ausbeute	%	-	47	54	58	47	43	44

¹⁾ Mittelwert der beiden Serien (15/20 IBU)

²⁾ ca. 10 mg/l Hopfenpolyphenole dosiert

Tab. 6

ERMITTLUNG DER LINALOOLAUSBEUTEN DURCH DIE DOSAGE VON AROMAHOPFEN

Bezeichnung		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300
Linalool dosiert	µg/l	-	60	120	90	180	270	210
Linalool im Bier ¹⁾	µg/l	7 ²⁾	36	62	48	80	97	78
Linalool im Bier minus Control	µg/l	-	29	55	41	73	90	71
Ausbeute	%	-	48	46	46	41	33	34

¹⁾ Mittelwert der beiden Serien (15/20 IBU)

²⁾ ca. 27 mg/l Linalool dosiert (HTU) bei Kochbeginn

Tab. 7

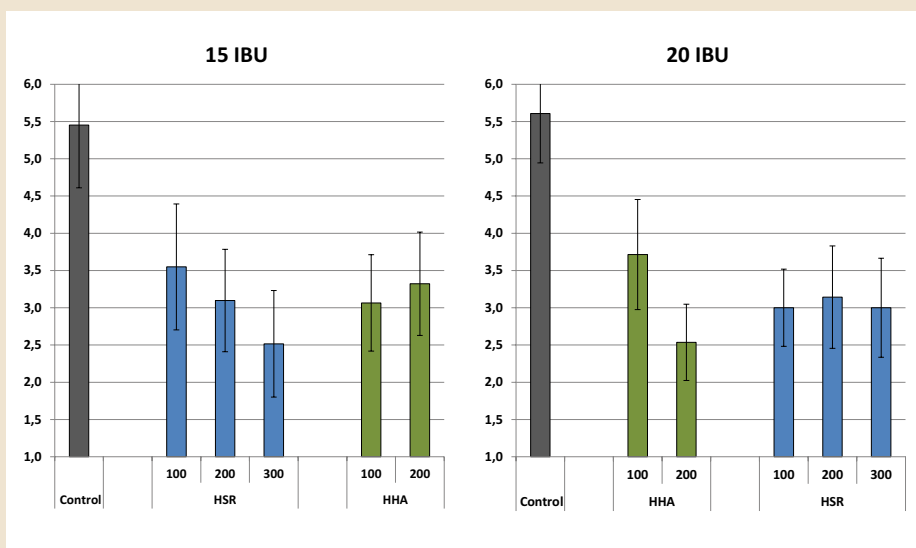


Abb. 12 Präferenzen der Biere bei den zwei Bitterniveaus (Abkürzungen s. Tab. 2)

Mengen an Aromahopfen erzielen. Ein Zusammenhang mit den eingebrachten Polyphenolen liegt auf der Hand.

Abbildung 17 zeigt die Abhängigkeit der Qualität der Bittere von den Polyphenolmengen in den 14 Versuchsbiere und damit von den Mengen an dosierten Aromapelllets. Die Regression weist eine 2-Sterne-Signifikanz auf. Das noch nicht ausgeräumte Vorurteil eines zunehmenden oder gar negativen Bittereindrucks mit steigenden Polyphenolgehalten ist in diesen Versuchen widerlegt.

Zusammenfassung

Der Fokus der Versuchsserie lag auf der Herstellung alkoholarmer Biere mit acht Prozent Stammwürze und einem Alkoholgehalt unter 1,2 Vol.-%. In der Forschungsbrauerei St. Johann wurde zunächst das Herstellungsverfahren optimiert.

Eine besondere Herausforderung stellt die Beherrschung des Diacetylgehaltes dar, da bereits bei einer Vergärung bis ca. 1 Vol.-% Alkohol relevante Mengen an Acetolactat gebildet werden. Eine angehängte warme Reifung verbietet sich bei einer gestopp-

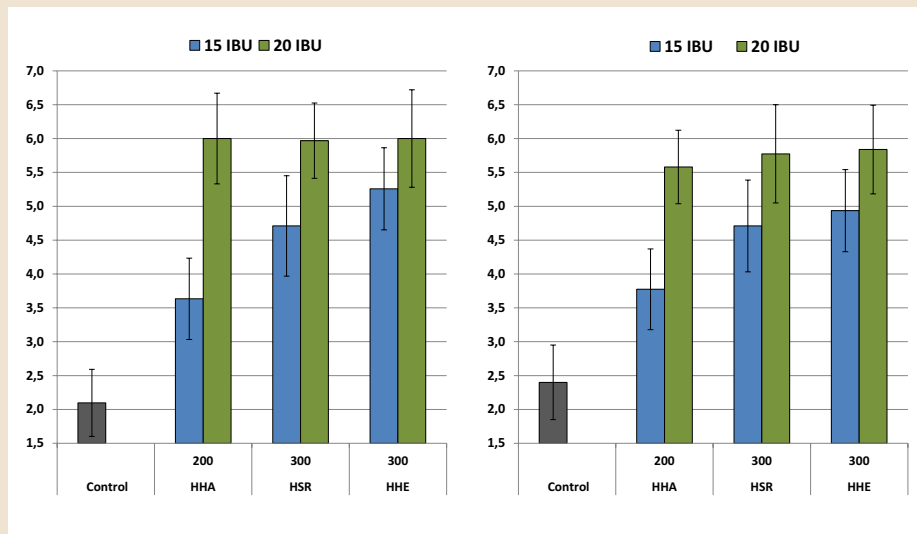


Abb. 13 Intensität des Hopfenaromas (I.) und Vollmundigkeit (r.) bei sieben Bieren

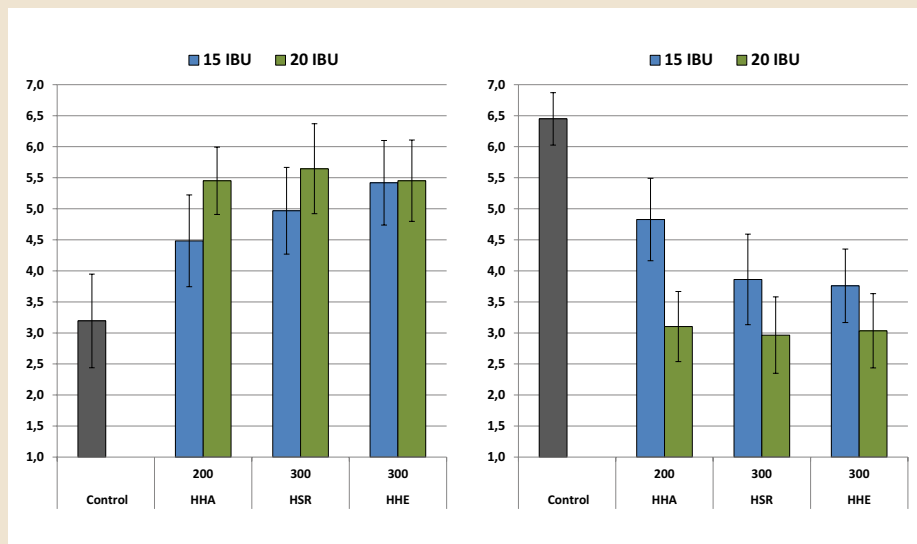


Abb. 14 Qualität der Bittere (I.) und Präferenzen (r.) bei sieben Bieren

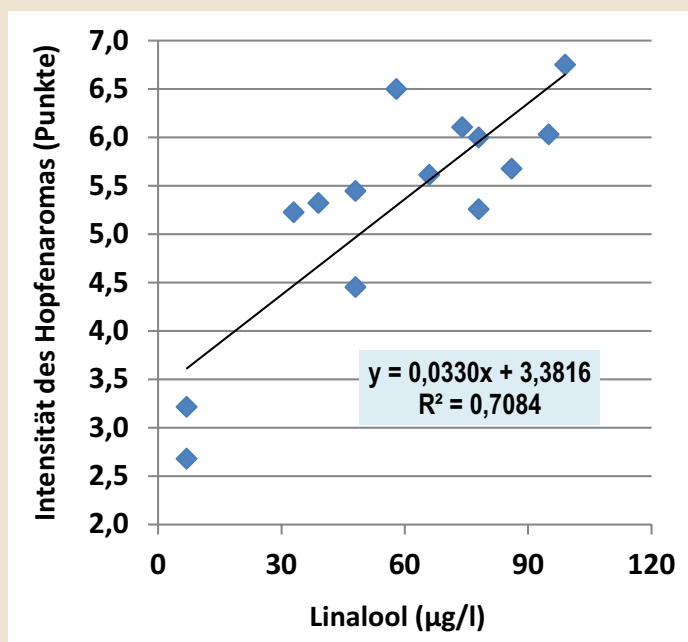


Abb. 15 Intensität des Hopfenaromas als Funktion des Linaloolgehaltes in den Bieren

ten Gärung. Eine einfache Lösung wäre der Zusatz von Acetolactatdecarboxylase. Auch bei Einhaltung des Reinheitsgebotes lässt sich das Diacetyl über eine spezielle Temperaturführung, niedrige Hefezellzahlen und ein niedriges pH kontrollieren.

Eine interessante Variable stellt die Hopfung dar, die jeweils ein Bitterniveau von 15 bzw. 20 IBU zum Ziel hatte. Neben einem Vergleichsbier, nur mit Taurus-Pellets gehopft, kamen Hallertauer Mittelfrüh und Saphir mit Mengen von 100 bzw. 200 g/hl bei Kochende / Whirlpool (1:1) zum Einsatz. Zusätzlich wurden Saphir und Hersbrucker in zwei Gaben (100 g/hl bei Kochmitte und 200 g/hl bei Kochende/Whirlpool) dosiert.

Eine zunehmende Aromapelletmenge führt zu steigenden Polyphenol- und Linaloolwerten. Die Transferraten liegen in der vorliegenden Versuchsanordnung bei jeweils 50 Prozent für die Polyphenole in der mittleren und letzten Gabe und für das Linalool in der letzten Gabe.

Ein Zufallspanel von 30 Teilnehmern, ähnlich einem Konsumentenpanel, bewertete die Merkmale Intensität des Hopfenaromas, Vollmundigkeit und Qualität der Bittere in den Versuchsbieren. Ferner war die Präferenz bei den Verkostungen anzugeben. Die Resultate lassen sich zusammenfassen:

Hopfenaroma, Vollmundigkeit und Qualität der Bittere aller mit Aromapellets gehopften Biere wurden signifikant höher bewertet als die reinen Taurusbiere.

Auch innerhalb der Biere mit Aromahopfen wirkten sich steigende Dosen positiv aus.

Hohe Polyphenolgehalte aus Aromahopfen verbessern die Vollmundigkeit und Qualität der Bittere und erzeugen keine negativ empfundene „Gerbstoffbittere“.

Die Bewertungen, insbesondere die der Vollmundigkeit, spiegeln sich in den Präferenzen klar wider.

Der gezielte Aromahopfeneinsatz vermag sensorische Defizite von alkoholarmen Bieren weitgehend zu kompensieren.

Mittlere und späte Hopfengaben dienen hier neben der Erzielung eines merklichen Aromas auch anderen sensorischen Zielen. Eine Betrachtung dieser Hopfengaben unter dem Gesichtspunkt Alphasäuren und Bitterstoffausbeute kommt daher nicht in Frage. Symbolische Dosen einiger g/hl nützen wenig. Zu beachten ist, dass ungealterter Hopfen zum Einsatz kommt.

Damit wurde die Zielsetzung erreicht, ein alkoholarms Bier herzustellen, das sensorisch einem normalen Leichtbier nahe kommt, aber 60 Prozent weniger Alkohol enthält.

Ein derartiges Bier kann ohne Zusatzausrüstung auch in einer mittelständischen Brauerei gebraut werden. ■

Literatur

1. Forster, A.; Gahr, A.: "Hopping of Low Alcohol Beers", *BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft* 65, Vol. 7/8, 2012, S. 72-82.
2. Biendl, M.; Engelhard, B.; Forster, A.; Gahr, A.; Lutz, A.; Mitter, W.; Schmidt, R.; Schönberger, C.: „Hopfen – vom Anbau bis zum Bier“, Fachverlag Hans Carl GmbH, Nürnberg, 2012, S. 134-139.
3. Verordnung (EG) NR. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel, Amtsblatt (DE) der Europäischen Union L 404/9, 30. Dezember 2006, Artikel 4 III.

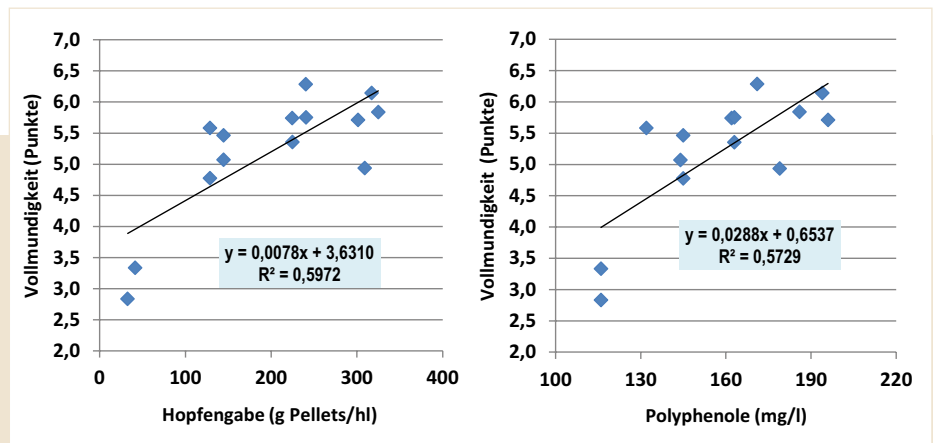


Abb. 16 Vollmundigkeit der 14 Biere in Abhängigkeit von den dosierten Pellettmengen (l.) und von den Polyphenolgehalten in den Bieren (r.)

Abb. 17
Qualität der Bittere
als Funktion der
Polyphenole in den
14 Bieren

