

Der Mythos Vorderwürze-hopfung

HOPFENGABE | Wirkt sich die Hopfung der Vorderwürze während des Abläuterns positiv auf die Bitterstoffausbeute und die Bierqualität aus? Welche Effekte lassen sich in heutiger Zeit mit Hopfenpellets erzielen? Die Autoren haben es ausprobiert und Bitterstoffe, Aromastoffe, Sensorik und Alterungsindikatoren von neun Versuchsbieren untersucht.

ÜBLICHERWEISE ERFOLGEN frühe Hopfengaben bei Kochbeginn oder allenfalls in die abgeläuterte Würze während des Aufheizens. Immer wieder wird allerdings darüber diskutiert, Hopfen bereits zur Vorderwürze zu dosieren. Man verspricht sich davon eine bessere Bitterstoffausbeute. Übliche Temperaturen in diesem Bereich liegen jedoch unterhalb von 80 °C, einer Temperatur, bei der keine nennenswerte Isomerisierung der Alphasäuren stattfindet.

Erste Erwähnungen der Vorderwürze-hopfung finden sich Ende des 19. Jahrhunderts [1]. Eine sehr frühe Gabe des damals üblichen Doldenhopfens sollte eine Verbesserung der Ausbeute an Bitterstoffen bewirken. Die Inhaltsstoffe lösten sich aus den Doldenhopfen in die Würze langsamer als aus den heute üblichen Pellets oder Extrakten. Ein anderer Ansatz in den 1960er-Jahren war die Ausbildung eines besonderen Hopfenaromas im Bier. Die Überlegung war, dass im Verlauf des Läuterprozesses durch den zu dieser Zeit üblichen Luftzutritt eine Oxidation von unpolaren Sesquiterpenen wie β -Caryophyllen und α -Humulen stattfindet, die zu deutlich besser löslichen Epoxiden umgewandelt werden sollten [2]. Das Aromapotential der polaren Epoxide wurde höher eingeschätzt als das der Terpene.

Man versprach sich also von der Vorderwürze-hopfung – parallel zu einer besseren Bitterstoffausbeute – ein intensiveres Hopfenaroma im Bier. Da offensichtlich die Ergebnisse nicht reproduzierbar waren, hat sich auch für diesen Aspekt die Vorderwürze-hopfung nicht durchgesetzt. Zudem bekam ab den 1970er-Jahren die Vermeidung von Oxidationsprozessen der Würze beim Maischen, Abläutern und Kochen einen immer höheren Stellenwert, da so die Geschmacksstabilität von Bieren eindeutig verbessert werden konnte. Eine gezielte Oxidation von Hopfenaromakomponenten trat folgerichtig in den Hintergrund. Allerdings geriet das Thema in manchen Brauerkreisen nicht in Vergessenheit und wurde auch in Versuchen geschildert [3, 4]. Aufgrund der unklaren und widersprüchlichen Ergebnisse entschlossen sich die Autoren zu einem Versuchsprogramm.

■ Versuchsanstellung

Generell erfolgten die Vergleiche in der 2-hl-Forschungsbrauerei in St. Johann mit untergärigen, hellen Lagerbieren in drei Ansätzen:

- Vergleichssud (V) mit einer Hopfengabe bei Kochbeginn;

- äquivalente Hopfengabe nach 50 Prozent der abgelauteten Vorderwürze (VW) bei üblicher luftarmer Abläuterung;

- äquivalente Hopfengabe nach 50 Prozent der abgelauteten Vorderwürze mit Belüftung der Vorderwürze (VWL); die Belüftung sollte die um 1950 üblichen Sauerstoffverhältnisse beim Abläutern simulieren.

Zur Hopfung kamen drei verschiedene Pellets Typ 90 zum Einsatz:

- Sorte Diamant der Ernte 2019 mit 5,7 Gew.-% Alphasäuren und einem HSI von 0,31, was als frisch zu bezeichnen ist;

- Sorte Hallertauer mfr. der Ernte 2017 mit 2,9 Gew.-% Alphasäuren und einem HSI von 0,45; dieser noch moderate Alterungsgrad sollte die Verhältnisse um 1960 widerspiegeln, als Doldenhopfen zwar kalt, aber nicht Sauerstoffgeschützt lagerte.

- Sorte Hallertauer mfr. der Ernte 2020 mit 5,8 Gew.-% Alphasäuren und einem HSI von 0,33, ebenfalls frische Pellets.

Die Belüftung der Vorderwürze nach der Hopfengabe erfolgte über einen keramischen Lüftungsstein (Abb. 1) in die Würzepfanne. Die eingeblasene Luftmenge konnte auf 2,5 l/min reproduzierbar gehalten werden. Eine Sättigung der Vorderwürze mit Sauerstoff war das Ziel und wurde mit 200 l Luft pro Stunde und Hektoliter Würze deutlich überschritten.

■ Versuchsergebnisse

Die allgemeinen Bieranalysen stimmten sehr gut überein, sie werden daher nicht aufgeführt. Da zudem die Ergebnisse der



Abb. 1 Keramischer Lüftungsstein mit Schlauchtülle 7 mm

Autoren: Dr. Adrian Forster, Dr. Florian Schüll, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G., Wolnzach; Andreas Gahr, Hopfenveredlung St. Johann GmbH, St. Johann

drei Serien in allen Merkmalen nahezu identisch waren, werden hier der Übersicht halber nur die Mittelwerte diskutiert.

Bitterstoffe

Die Bitterstoffe in Form von Bittereinheiten, Iso- α -Säuren, Humulinonen und dem Cohulupon sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Bittereinheiten der Vergleichs- und der Vorderwürzebiere sind identisch, wogegen die der belüfteten Vorderwürzebiere etwas darüber liegen. Im Gegenzug fallen die Iso- α -Säuren der belüfteten Vorderwürzebiere geringfügig ab, was auf eine Oxidation schließen lässt. Auffällig sind die höheren Werte an Humulinonen und Cohulupon in den belüfteten Vorderwürzebieren. Offensichtlich findet eine moderate Oxidation der α -, Iso- α - und β -Säuren statt. Das dürfte auch die Ursache einer Zunahme der IBU sein.

Aromastoffe

Relevante Aromastoffe, die sich vom Hopfen ableiten, werden in Abbildung 3 wiedergegeben. Bei einer Diskussion der Ergebnisse sind die Analysenfehler beim Linalool mit $\pm 2 \mu\text{g/l}$ zu berücksichtigen. Damit ist der Unterschied zwischen den Vorderwürzebieren und den belüfteten Vorderwürzebieren knapp außerhalb der Analysenfehler. Die Belüftung konnte anscheinend die Verringerung des Linalools durch Oxidation bewirken. Angesichts des Linalool-Geschmacksschwellenwertes von 10–20 $\mu\text{g/l}$ vermögen sich die Unterschiede allerdings sensorisch nicht auszuwirken [5]. Die Carbonsäuremethylester schwanken nur im Rahmen der Analysenfehler. Anders dagegen die Epoxide von β -Caryophyllen und α -Humulen: Sie steigen von Vergleichsbier über Vorderwürzebier zum belüfteten Vorderwürzebier an. Die Differenz zum belüfteten Vorderwürzebier liegt außerhalb der Analysenfehler ($\pm 3 \mu\text{g/l}$). Auch diese Unterschiede spielen sich allerdings deutlich unterhalb der Geschmacksschwellenwerte ab und sind nicht in der Lage, sich sensorisch auszuwirken. Beispielhaft sei hier der Schwellenwert von Humulenepoxid II mit 450 $\mu\text{g/l}$ angeführt [6].

Polyphenole und Schaum

Tabelle 1 zeigt die Analysen der Polyphenole und des Schaums. Ein gravierender Einfluss durch die Vorderwürzehopfung lässt sich nicht ableiten. Allenfalls hat die Belüftung die Ausfällung von Polyphenolen mit Ei-

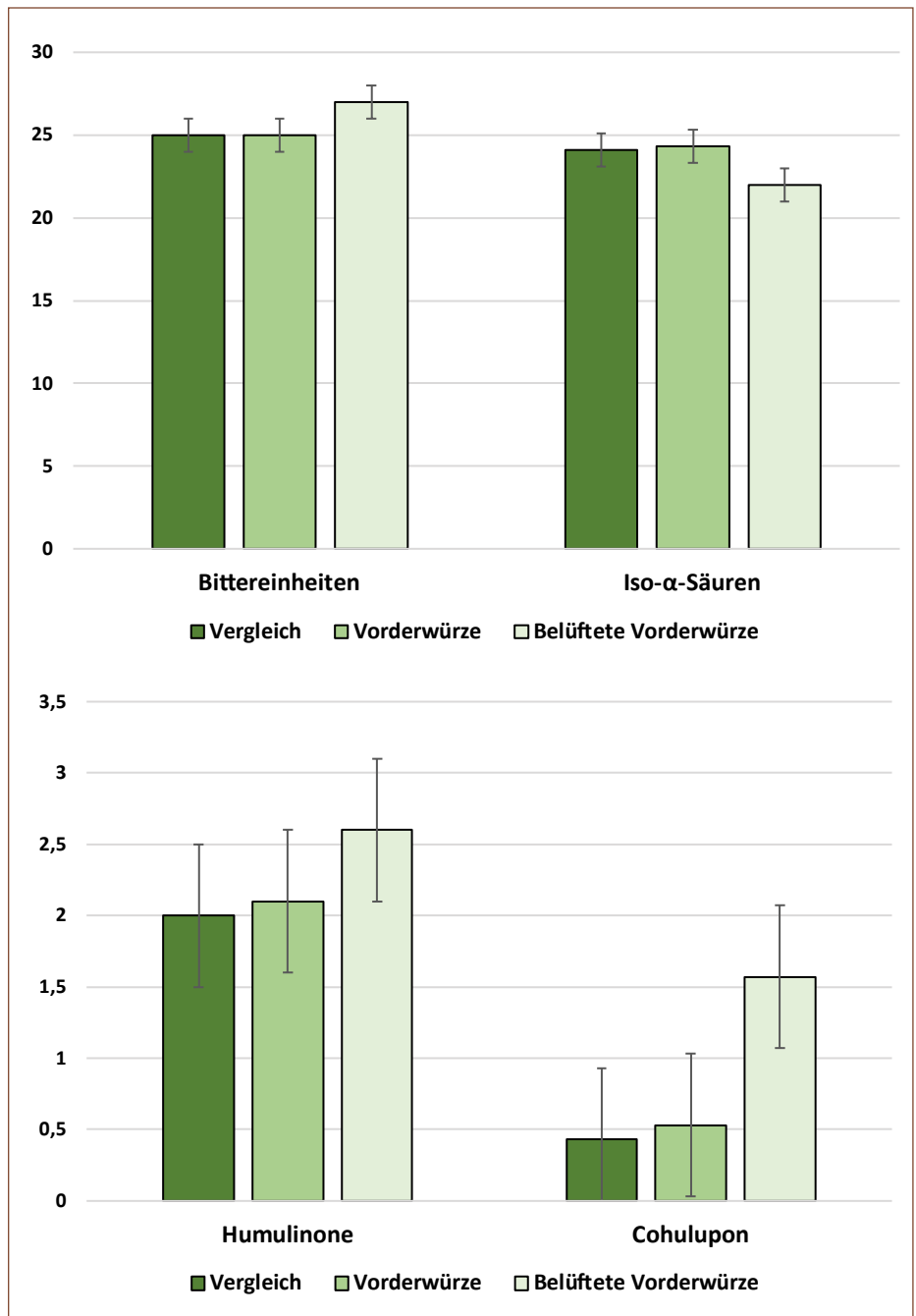


Abb. 2 Bittereinheiten (IBU), Iso- α -Säuren, Humulinone und Cohulupon (mg/l) als Mittelwerte der drei Serien mit Fehlerbalken für die analytische Standardabweichung

ANALYSEN SCHAUM UND POLYPHENOLE				
		Vergleich	Vorderwürze	Belüftete Vorderwürze
Schaum	s	89	88	92
Polyphenole	mg/l	237	239	225
Anthocyanogene	mg/l	80	79	73
Polymerisationsindex		3,0	3,1	3,1

Schaum nach Steinfurt, Gesamtpolyphenole, Anthocyanogene und Polymerisationsindex
(= Verhältnis Gesamtpolyphenole : Anthocyanogenen)
Tab. 1

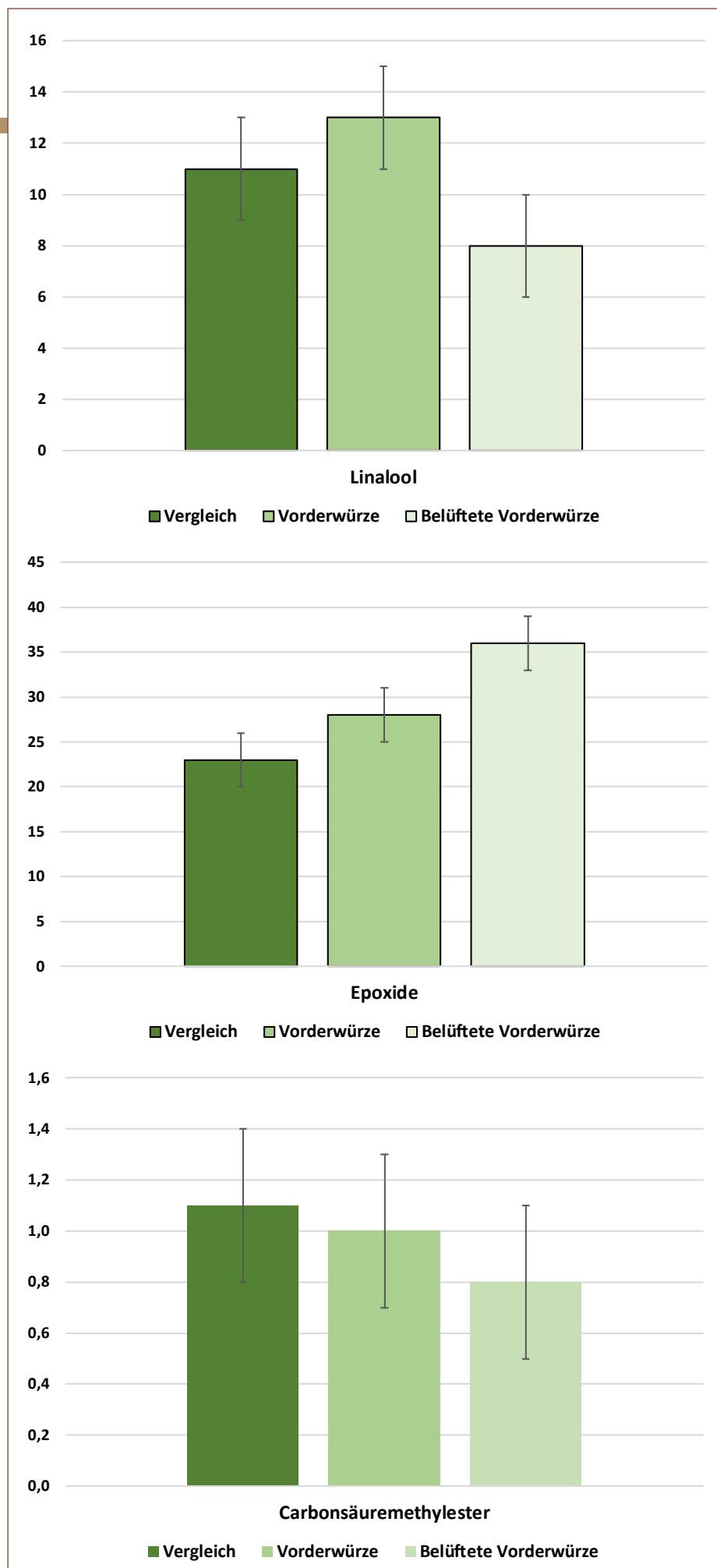


Abb. 3 Linalool, Carbonsäuremethylester und Epoxide in µg/l als Mittelwerte der drei Serien mit Fehlerbalken für die analytische Standardabweichung

weiß geringfügig begünstigt. Die Belüftung hatte keine Zunahme des Polymerisationsindex, der ein Indikator für den oxidativen Zustand der Polyphenole darstellt, ergeben. Auch die Schäume sind im Rahmen der Analysenfehler gleich.

Alterungskomponenten

Um den Einfluss des Alterungsverhaltens der Biere zu verfolgen, wurden am Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität (BLQ) wichtige Alterungskomponenten in den frisch abgefüllten Bieren und nach einer 6-monatigen Aufbewahrung bei 30 °C analysiert. In den frischen Bieren lagen die Werte durchgehend bei < 10 µg/l. Abbildung 4 enthält für vier interessante Substanzen daher nur die Gehalte nach der Alterung.

Die Werte für Furfural, einem Wärmeindikator, und für Bernsteinsäure-Diethyl-Ester, einem Sauerstoffindikator, weichen zwischen den Bieren voneinander ab, was besonders für das belüftete Vorderwürzebier zutrifft. Das ist eine Bestätigung, dass die Belüftung die Geschmacksstabilität negativ beeinflussen kann.

Sensorik der neun Biere

Die neun Biere (3 x V = Vergleich, 3 x VW = Vorderwürze, 3 x VWL = belüftete Vorderwürze) wurden wie folgt verkostet:

- Neun Dreieckstests mit jeweils dem direkten Vergleich der Biere V : VW, V : VWL, VW : VWL; bei Verkostern mit den richtigen Zuordnungen wurden zusätzliche Fragen nach der Präferenz und der Qualität der Bittere ausgewertet;
- Verkostung nach DLG mit Angabe der Punkte für Schaum, Geruch, Geschmack, Vollmundigkeit, Qualität der Bittere und der Gesamtnote;
- Verkostung nach CMA für hopfenbetonte Biere mit Bewertung der vier Aromaeindrücke fruchtig, blumig, citrusartig und hopfig sowie mit Bewertung der Qualität der Bittere.

Dreieckstests

Tabelle 2 gibt die Ergebnisse der Dreieckstests wieder. Bei der Paarung Vergleichsbier zu Vorderwürzebier ergab sich in allen drei Serien keine Signifikanz der richtigen Zuordnungen, die Biere waren sich offensichtlich sehr ähnlich. In Serie 2 wurde das Vergleichsbier signifikant vom belüfteten Vorderwürzebier unterschieden. Zwischen den Vorderwürzebieren und den belüfteten

Vorderwürzebieren waren es sogar zwei signifikante Ergebnisse.

Die Auswertung der Zusatzfragen bei den richtigen Zuordnungen ergab bei den Präferenzen eine Bevorzugung der Vergleichsbiere gegenüber den Vorderwürzebieren. Die Gegenüberstellung der Vergleichsbiere zu den belüfteten Vorderwürzebieren resultierte in einer Präferenz der Vergleichsbiere und der Vergleich der Vorderwürzebiere mit den belüfteten Vorderwürzebieren ergab eine Präferenz der unbelüfteten Vorderwürzebiere. Die Bewertung der Qualität der Bittere deckt sich mit der generellen Präferenz. Schlechter schnitten die belüfteten Vorderwürzebiere ab, die Vergleichsbiere lagen leicht vorne.

Verkostung nach DLG

Die Verkostung nach DLG zeigte in keinem Merkmal einen abgesicherten Unterschied. In Tabelle 3 sind daher lediglich die Gesamtnoten sowie die Prozente der Bevorzugung an erster Stelle gelistet. Die belüfteten Vorderwürzebiere fallen geringfügig bei der Bevorzugung ab.

Verkostung nach CMA

Die einzelnen Aromaeindrücke nach CMA ergaben keine signifikanten Unterschiede in Geruch und Geschmack der drei Biere. Daher sind lediglich die Durchschnitte aller vier Aromamerkmale in Abbildung 5 dargestellt. Da schon bei den Aromakomponenten keine eklatanten Differenzen vorlagen und die Kochzeiten identisch waren, ist eine ähnliche Aromabewertung nicht verwunderlich. Alle Vorderwürzebiere wiesen geringfügig höhere Aromapunkte auf als das Vergleichsbier. Die Punktzahlen für die Qualität der Bittere bewegten sich zwar auf einem vergleichbaren Niveau, allerdings fiel das belüftete Vorderwürzebier leicht ab.

Zusammenfassung

Bearbeitet wurde die Frage, ob und gegebenenfalls welchen Effekt eine Hopfung der Vorderwürze während des Abläuterns im Vergleich zu einer Hopfung bei Kochbeginn hat. Hierzu wurden mit drei verschiedenen Hopfenpellets jeweils drei Biere gebraut, bei denen eine identische Hopfengabe zu Kochbeginn, in die Vorderwürze und in eine intensiv belüftete Vorderwürze erfolgte.

Im Ergebnis zeigten die Bittereinheiten in den belüfteten Vorderwürzebieren geringfügig höhere Werte, was mit einer moderaten Zunahme z. B. der Humulinone und des

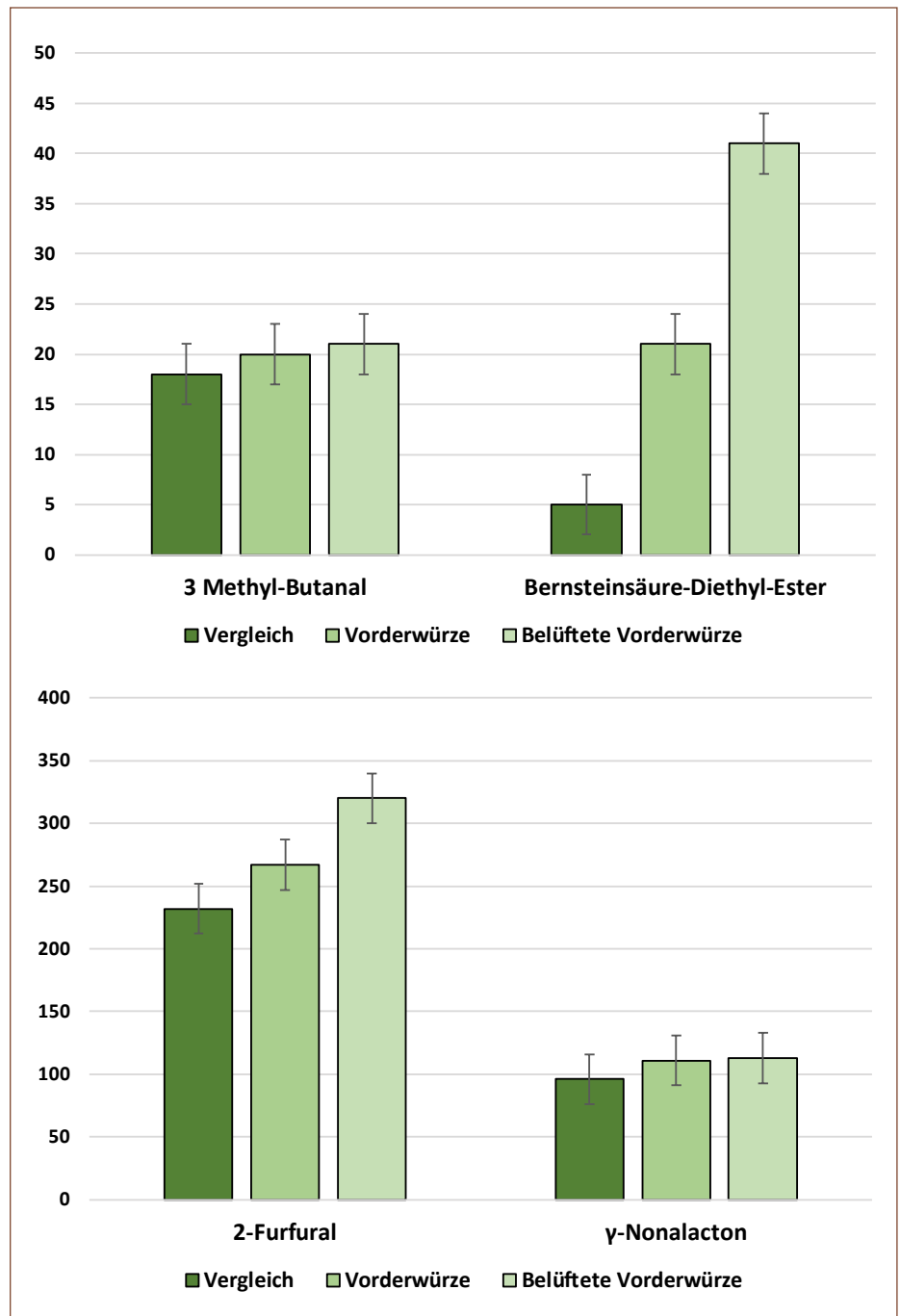


Abb. 4 Einige Alterungskomponenten in µg/l nach sechs Monaten bei 30 °C

ERGEBNISSE DER DREIECKSTESTS			
	V : VW	V : VWL	VW : VWL
Signifikante Ergebnisse der Dreieckstests	0 von 3	1 von 3	2 von 3
Präferenz als % der richtigen Zuordnungen	80 V : 20 VW	71 V : 29 VWL	74 VW : 26 VWL
Präferenz der Bittere als % der richtigen Zuordnungen	76 V : 24 VW	84 V : 16 VWL	66 VW : 34 VWL

Dreieckstests der Gegenüberstellungen V:VW, V:VWL und VW:VWL
Tab. 2

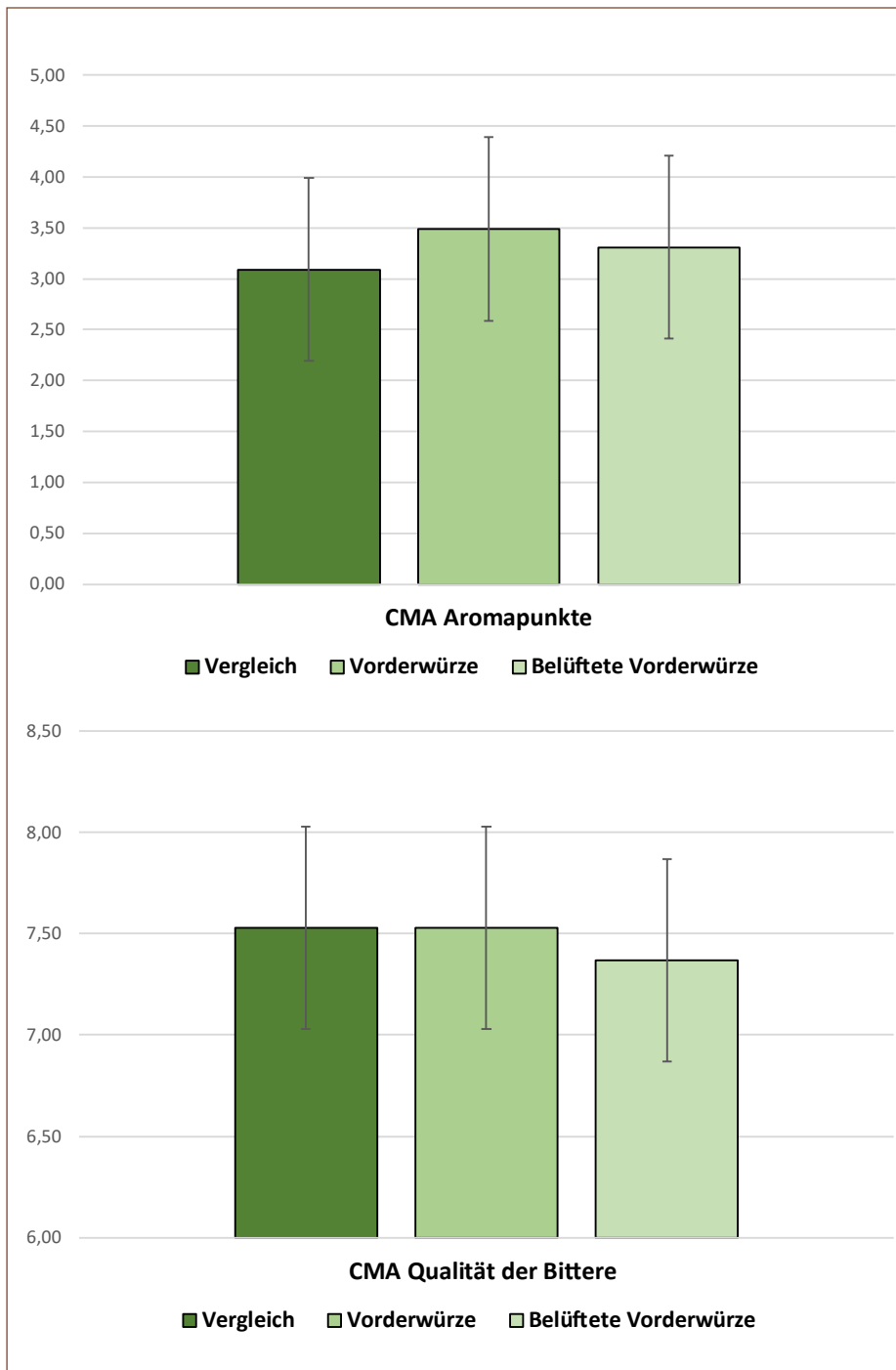


Abb. 5 CMA-Aromapunkte im Durchschnitt von Geruch und Geschmack sowie Punkte für die Qualität der Bittere

BEWERTUNG NACH DLG			
	Vergleich	Vorderwürze	Belüftete Vorderwürze
DLG Punkte	4,34	4,31	4,28
Bevorzugtes Bier in %	38	37	25

Gesamtnoten nach DLG und bevorzugtes Bier an erster Stelle in % rel.

Tab. 3

Cohulupons durch Oxidation von α -, Iso- α - und β -Säuren erklärbar ist. Eine echte Steigerung der Bitterstoffausbeute war nicht gegeben. Die Linaloolwerte lagen zwischen 8 und 13 $\mu\text{g/l}$ nahezu gleichauf, fielen aber im belüfteten Vorderwürzebier gegenüber den beiden anderen Biere etwas ab, was auf eine oxidative Reaktion schließen lässt. Sensorisch kann sich das allerdings nicht auswirken, da die Schwellenwerte weit unterschritten waren. Die Carbonsäuremethylester zeigten keine Unterschiede. Die Epoxide von β -Caryophyllen und α -Humulen erhöhten sich moderat vom Vergleichsbier zum Vorderwürzebier, signifikant allerdings zum belüfteten Vorderwürzebier. Diese Form einer Oxidation deckt sich mit den Annahmen in der Literatur. Allerdings fand sie in einem Umfang statt, der sich weit unterhalb der Geschmacksschwellen abspielte. Es ergaben sich keine Unterschiede in den Polyphenolen und dem Schaum.

In gealterten Bieren zeigten die belüfteten Vorderwürzebiere bei einigen Alterungsindikatoren höhere Werte, was den Sinn des Schutzes gegenüber Oxidationserscheinungen belegt.

Sensorisch kamen im Dreieckstest die belüfteten Vorderwürzebiere etwas schlechter weg, das Vergleichsbier etwas besser. Nach DLG waren keine klaren Tendenzen in der Gesamtbewertung und in der Harmonie der Bittere erkennbar. Die Verkostung nach CMA ergab geringfügig höhere Aromapunkte in beiden Vorderwürzebieren gegenüber dem Vergleichsbier.

Ein eindeutiger Effekt der Vorderwürzehopfung konnte mit der Versuchsanordnung nicht hergeleitet werden. Auch eine Belüftung während des Läuterprozesses fiel nicht positiv auf. Insbesondere die eindeutige Forderung nach sauerstoffarmen Läuter- und Kochprozessen zur Verbesserung der Geschmacksstabilität des Bieres stehen einem denkbaren Effekt einer Vorderwürzehopfung entgegen.

Die Versuche lassen den Schluss zu, dass die Vorderwürzehopfung keinen positiven Beitrag zur Bitterstoffausbeute und Bierqualität zu leisten vermag. Das deckt sich auch mit der Tatsache, dass die Isomerisierung der Alphasäuren vor allem durch die Kochzeit und die Temperatur bestimmt wird. Eine Oxidation von Terpenen findet nur in einem engen Rahmen statt. Es bleibt nur die Vermutung, dass ältere Technologien in Sudhäusern der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts eine höhere Bitterstoffausbeute

ergaben, was vor allem durch den Einsatz der damals üblichen Doldenhopfen bedingt war. ■

■ Literatur

1. Thausing, J.: Die Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation, J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig, 1888, S. 592.
2. Narziß, L., et al.: Abriss der Bierbrauerei, 8. Auflage, Verlag Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-34036-1, S. 197.
3. Preis, E.; Mitter, W.: „Die Wiederentdeckung der Vorderwürzehopfung“, BRAUWELT, Jg. 133, 1993, S. 2137–2144.
4. Kappler, S.; Krottenthaler, M.; Becker, T.: „Vorderwürzehopfung – Auswirkungen auf die Ausbeute an Iso-Alpha-Säuren und die resultierende Bierqualität“, Der Weihenstephaner Nr. 1, 2012, S. 24–28.
5. Forster, A.; Schüll, F.; Gahr, A.: „Mysterium konstantes Hopfenaroma – kritische Gedanken zur Dosage bei der späten Aromahopfungabe“, Brauindustrie, Jg. 104, 2019, S. 12–15.
6. Biendl, M.; Engelhard, B.; Forster, A.; Gahr, A.; Lutz, A.; Mitter, W.; Schmidt, R. und Schönberger, C.: Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier; Fachverlag Hans Carl, 2012, ISBN: 978-3-418-00808-0, S. 275.