

Einfluss von Dry Hopping auf drei verschiedene Biersorten

KONTAKTZEIT ENTSCHEIDET | Dry Hopping (Hopfenstopfen) beeinflusst neben den chemisch-physikalischen auch die sensorischen Eigenschaften des Bieres. Das Hopfenaroma und der Geschmack unterscheiden sich sehr stark von denen ausschließlich im Heißbereich (Würzekochung bzw. Whirlpool) gehopfter Biere. Es wirken in unterschiedlichem Maße verschiedene Faktoren wie Hopfensorte, Hopfenprodukt, Dosagezeitpunkt, Hopfenmenge, Einwirkdauer und die Biermatrix auf den resultierenden Geschmack und das Aroma des Bieres.

IN EINEM SYSTEMATISCHEN VERSUCHSANSATZ aus der Praxis wurde Dry Hopping bei einem untergärigen Lagerbier, einem Weißbier sowie einem US Pale Ale mit verschiedenen Hopfensorten durchgeführt. Die Biere wurden sensorisch bewertet und analysiert.

Folgende Hopfen aus der Ernte 2012 wurden in Form von Doldenhopfen zur Verfügung gestellt:

- Hallertauer Mittelfrüh (klassische Landersorte);

- Saphir (hochfeine Aromasorte; Hüller Zuchtsorte).

Dazu drei neue „Flavor“ Hopfensorten aus Hüll mit dem Züchtungsschwerpunkt auf charakteristische Aromenoten:

- Polaris: Gletschereis-Bonbon, Minze;
- Mandarina Bavaria: Mandarine, Grapefruit;
- Zuchtsorte 93/010/036: Zitrusnoten, Grapefruit, weinige Aromen.

In den Tabellen 1 und 2 werden die detaillierten Analyseergebnisse [1, 2] zu den eingesetzten Hopfensorten aufgeführt.

■ Versuchsansatz

Der Hopfen für das Dry Hopping wurde bei diesen Bieren am Ende der Warmreife nach dem Herunterkühlen auf 0 °C zugesetzt. Die Hopfenmenge wurde nach Ölgehalt dosiert (Weißbier: 4,5 ml/hl; Lager: 3,0 ml/hl). Beim Pale Ale wurde jeweils die gleiche Hopfenmenge (85 g/hl) dosiert. Die Biere wurden nach der Lagerung unfiltriert in Flaschen abgefüllt. Anschließend erfolgte die sensorische und analytische Untersuchung.

Erfahrungsgemäß hat die Einwirkdauer einen Einfluss auf den Hopfencharakter des kaltgehopften Bieres. Deswegen wurden zu-

sätzlich auch Versuche mit verschiedenen Hopfen-Kontaktzeiten (1, 2 und 3 Wochen) angesetzt.

■ Analyseergebnisse der Lager- und Weißbiere

Die Hopfengaben im Kaltbereich führten beim Lagerbier und beim Weißbier zu einer Zunahme der Gehalte an Alphasäuren im Vergleich zum Referenzbier (Tab. 2 und 3). Ebenso kann bei beiden Biersorten eine Steigerung der Alphasäuren (71 % bei Lagerbier bzw. 82 % bei Weißbier) bei einer zunehmenden Kontaktzeit (1 - 3 Wochen) abgeleitet werden. Interessant zu sehen ist die über die Einwirkzeit stete Zunahme an Iso-Alphasäuren von 11 Prozent (Mandarina-Lager, Tab. 2) bzw. 41 Prozent (Polaris-Weißbier, Tab. 3) im Vergleich zur Referenz.

Durch das Dry Hopping bedingte hohe Öldosagen von bis zu 4,5 ml/hl Bier konnten die Oberflächenspannung (Tab. 2 und 3) sowohl beim Lagerbier als auch beim Weißbier nicht signifikant beeinflussen.

Der pH-Wert stieg bei den Lagerbieren wie auch bei den Weißbieren durch das Dry Hopping leicht an.

Generell zeigte sich, dass bei den gestopften Bieren (Weißbier und Lager) der Linaloolgehalt um einiges höher lag als bei den Vergleichsbieren ohne Dry Hopping. Die Linaloolausbeuten bei zwei Wochen Kontaktzeit variierten sortenbedingt von 6 bis 48 Prozent bezogen auf die reine Kalthopfenausbeute (Tab. 4). Die Sorte Hallertauer Mittelfrüh hatte jeweils die höchsten Linaloolausbeuten. Vermutlich spielten hier die verhältnismäßig hohe massenbezogene Hopfengabe, die bis zum Faktor 5:1 beim Vergleich von Hallertauer Mittelfrüh zu Polaris betrug, und die damit verbundene größere Kontaktfläche eine Rolle.



Autoren: Dr. Dietmar Kaltner (l.), BayWa AG; Dr. Clemens Forster (r.), Michael Flieler, Brau Union Österreich AG; Thomas Pinto Nielsen, Sierra Nevada Brewing Co.

ÜBERSICHT DER ANALYSENERGEBNISSE DER EINGESETZTEN HOPFENSORTEN

Sorte	KW (EBC 7.4)	HPLC (EBC 7.7)			ASBC	EBC 7.10	GC	EBC 9.11
	KW (10% H ₂ O) in %	Alphasäure in %	Betasäure in %	Co-humulon in %	HSI	Gesamtöl in ml/100 g	Linalool in mg/100 g	Gesamt- polyphenole in g/100 g
Polaris	20	19,1	5,4	24,7	0,257	4,6	14,5	2,6
93/010/036	17,2	16,3	6,7	27,5	0,243	3,6	25,5	2,6
Saphir	4,2	3,5	6,4	11,4	0,301	1,9	10,8	4,2
Mandarina Bavaria	9,3	9	5,9	33	0,223	1,3	5,5	2,3
Hallertauer Mittelfrüh	4,4	3,9	4,1	20,4	0,318	0,9	6,2	2,9

Tab. 1

BIERANALYSE LAGER

	Ref.	Mandarina, 1 Wo.	Mandarina, 2 Wo.	Mandarina, 3 Wo.	93/010/036, 2 Wo.	Saphir, 2 Wo.	Mittelfrüh, 2 Wo.	Polaris, 2 Wo.
Bittere (EBU)	23,6	25,7	27	26,6	26	25,5	27	25,6
Co-Iso-Alphasäuren (mg/l)	7,9	8,5	8,8	10,3	8,4	8,5	8,1	8,2
n+ad-Iso-Alphasäuren (mg/l)	13,5	13,2	13,8	13,5	13,8	14,5	12,7	14
Iso-Alphasäuren (mg/l)	21,4	21,7	22,6	23,8	22,2	23	20,8	22,2
Co-humulon (mg/l)	0,8	2	2,9	3,5	1,8	0,9	1,5	2
n+ad-Humulon (mg/l)	1,1	2,5	3,7	4,2	3	1,9	3,4	3,9
Alphasäuren (mg/l)	1,9	4,5	6,6	7,7	4,8	2,8	4,9	5,9
Oberflächenspannung (mN/m)	44,2	44,4	44,5	43,1	43,6	43,2	43,8	43,6
Stammwürze (GG%)	13,5	13,5	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,5
Alkohol (Vol.-%)	5,6	5,7	5,6	5,7	5,6	5,6	5,6	5,6
VG (%)	77,3	77,8	76,8	77,3	77,3	77,2	77	77,3
Farbe (EBC)	8,3	8,3	8,4	8,5	8,4	8,4	8,6	8,4
pH-Wert	4,4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,4
Nitrat (mg/l)	13	32	33	34	16	24	62	19
Schaum (sec)	236	207	193	211	219	196	231	230
Oxalat (mg/l)	8,5	7,5	7,2	6,2	7,8	7,4	6,2	10,3
Linalool (mg/l)	0,006	0,017	0,036	0,042	0,035	0,026	0,096	0,018
Gesamt Polyphenole (mg/l)	199	207	213	220	202	210	210	205

Tab. 2

Die Schaumstabilität war bei der Referenz leicht höher als bei den gestopften Lagerbieren (Tab. 2). Bei den gestopften Weißbieren erfuhr die Schaumstabilität keine Änderung bzw. nahm im Vergleich zur Referenz zu (Tab. 3).

Der Nitratgehalt stieg bei allen Bieren erwartungsgemäß durch die zum Teil bis zu 5-fach höhere Hopfengabe im Kaltbereich an. Entsprechend hoch sind die Werte von Lagerbier mit Hallertauer Mittelfrüh

(62 mg/l) und vom Weißbier mit Hallertauer Mittelfrüh gestopft (86 mg/l). Sie liegen damit nicht mehr im zulässigen Bereich der Trinkwasserverordnung (max. 50 mg/l).

Die Gesamtpolyphenole stiegen durch das Dry Hopping bei den Lagerbieren und Weißbieren leicht an. Wie zu erwarten, waren die Zunahmen an Gesamtpolyphenolen bei den Hopfsorten mit höheren Alphagehalten (Polaris und 93/010/036) geringer als bei den Aromasorten mit geringeren Al-

phawerten und dadurch resultierenden höheren Hopfendosagen (Tab. 2 und Tab. 3).

■ Sensorik

Die Biere wurden in drei verschiedenen Sensorikpanels (8 Personen, 14 Personen und 16 Personen) mittels eines speziellen Verkostungsschemas für hopfenbetonte Biere sensorisch bewertet. Jedes Verkosterteam wurde im Vorfeld der Versuche auf das spezielle Verkostungsschema geschult.

BIERANALYSE WEISSBIER

	Ref.	Polaris, 1 Wo.	Polaris, 2 Wo.	Polaris, 3 Wo.	Saphir, 2 Wo.	Mittelfrüh, 2 Wo.	93/010/036, 2 Wo.	Mandarina, 2 Wo.
Bittere (EBU)	12,2	12,9	13,9	14,1	13,1	16,1	13,4	16,3
Co-Iso-Alphasäuren (mg/l)	3,5	3,6	4,3	6	4,3	4,7	4,5	4,9
n+ad-Iso-Alphasäuren (mg/l)	4,8	4,9	5,1	5,7	4,9	5,1	5,1	5,1
Iso-Alphasäuren (mg/l)	8,3	8,5	9,4	11,7	9,2	9,8	9,6	10
Co-humulon (mg/l)	0,2	0,9	1,6	1,7	0,3	1,1	1,1	2,3
n+ad-Humulon (mg/l)	0,6	1,9	3,1	3,4	1	3,1	2,1	3,1
Alphasäuren (mg/l)	0,8	2,8	4,7	5,1	1,3	4,2	3,2	5,4
Oberflächenspannung (mN/m)	45	44,1	44,5	42,7	45,1	43,6	44,4	43,7
Stammwürze (GG%)	12,7	12,7	12,7	12,7	12,8	12,8	12,7	12,8
Alkohol (Vol.-%)	5	5	5	5	5	5,1	5	5,1
VG (%)	73,8	73,6	73,5	73,6	73,8	74	73,9	73,8
Farbe (EBC)	8,5	8,5	8,5	8,6	8,6	8,9	8,7	8,9
pH-Wert	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,2	4,3
Schaum (sec)	247	255	246	248	237	257	246	259
Nitrat (mg/l)	12	19	20	19	28	86	16	42
Oxalat (mg/l)	9,7	8,2	7,5	7,6	7,9	6,3	7,9	6,4
Linalool (mg/l)	0,003	0,009	0,016	0,008	0,015	0,085	0,032	0,031
Gesamt Polyphenole (mg/l)	91	92	93	98	108	114	96	114

Tab. 3

LINALOOLGEHALTE IN HOPFEN UND BIER

Zuchtstamm/ Sorte	Linalool Dosage µg/l Weißbier	Linalool µg/l in Weißbier	Linalool Ausbeute in % Weißbier	Linalool Dosage µg/l Lager	Linalool µg/l in Lager	Linalool Ausbeute in % Lager
Polaris	141	16	11%	94	27	29%
93/010/036	321	32	10%	214	35	16%
Saphir	263	15	6%	175	26	15%
Mandarina Bavaria	190	31	16%	127	36	28%
Hallertauer Mfr.	300	85	28%	200	96	48%

Tab. 4

Die Parameter

- Intensität des Hopfenaromas im Geruch,
- Intensität des Hopfenaromas im Geschmack,
- Intensität der Bittere,
- Qualität der Bittere,
- und der Gesamteindruck

wurden im Verkostungsformblatt auf einer Skala von 0-10 bewertet (Intensität: 0 = nicht wahrnehmbar, 10 = sehr intensiv; Qualität und Gesamteindruck: 0 = unausgewogen, 10 = sehr harmonisch).

Optional bestand die Möglichkeit verschiedene Aromaeindrücke anzukreuzen. Die Hauptgruppen der Aromaeindrücke waren: Pflanze, Zitrus, Frucht, Gewürz, Blume.

In den Abbildungen 1 bis 6 sind die gewichteten Durchschnittswerte aller drei Verkosterteams zusammengefasst dargestellt. Die Kalthopfung des Lagerbieres mit Mandarina Bavaria führte zu einer sensorisch deutlich wahrnehmbaren Zitrusnote. Das Bier mit einer zweiwöchigen Kontaktzeit konnte zudem eine blumige

und fruchtige Aromanote erkennen lassen (Abb. 1).

Die Sorte Hallertauer Mittelfrüh hob sich etwas mit Zitrus- und Fruchtnoten hervor. Der innerhalb dieser Versuchsreihe höchste Linaloolgehalt mit 96 µg/l könnte auch einen Teil hierzu beitragen. Saphir ließ im Lagerbier eine deutliche Pflanzennote erkennen (Abb. 2).

Polaris ändert während der Kalthopfung ständig den sensorischen Charakter des Bieres (Abb. 3). So hat Polaris auch innerhalb dieser Reihe die zweiwöchige Kontaktzeit durch eine intensive schweflige Note schlecht abgeschlossen und bisherige Erfahrungswerte mit dieser Hopfensorte bei Einsatz im Kaltbereich bestätigt. Die Hopfenaromen wurden durch den schwefeligen Geschmack vollständig überdeckt und konnten nicht wahrgenommen werden. Bei einer Einwirkdauer von ein und drei Wochen können hingegen interessante Gewürz-, Frucht- und Zitrusnoten im Bier festgestellt werden.

Im Weißbier konnten über die eingesetzten Hopfensorten eindeutige sensorische Differenzierungen erreicht werden. Hallertauer Mittelfrüh hob sich mit einer

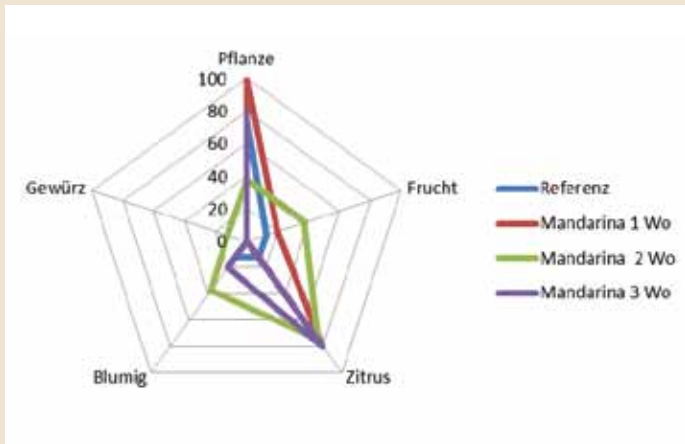


Abb. 1 Aromaeindrücke in % im Lager – Mandarinina Bavaria mit verschiedenen Kontaktzeiten im Vergleich zur Referenz

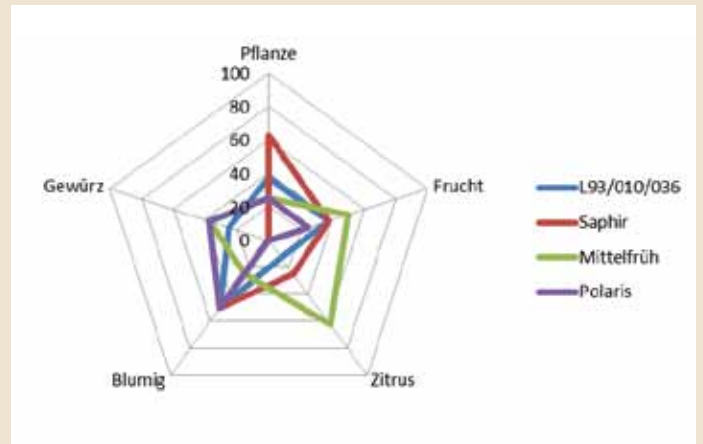


Abb. 2 Aromaeindrücke in % im Lager – Dry Hopping mit Saphir, Hallertauer Mittelfrüh und Polaris

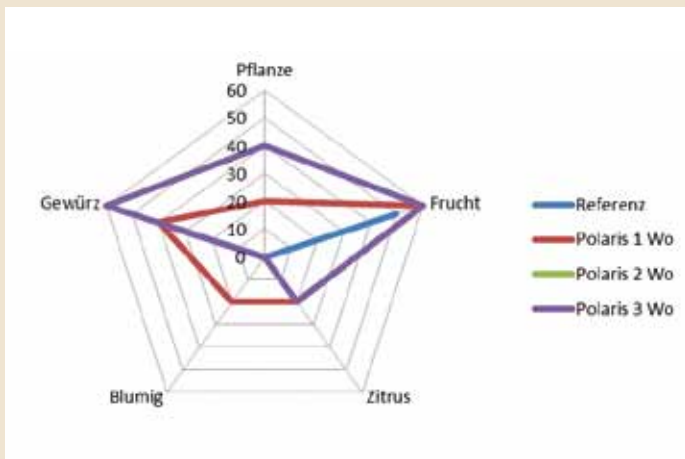


Abb. 3 Aromaeindrücke in % in Weißbier – Polaris mit verschiedenen Kontaktzeiten im Vergleich zur Referenz

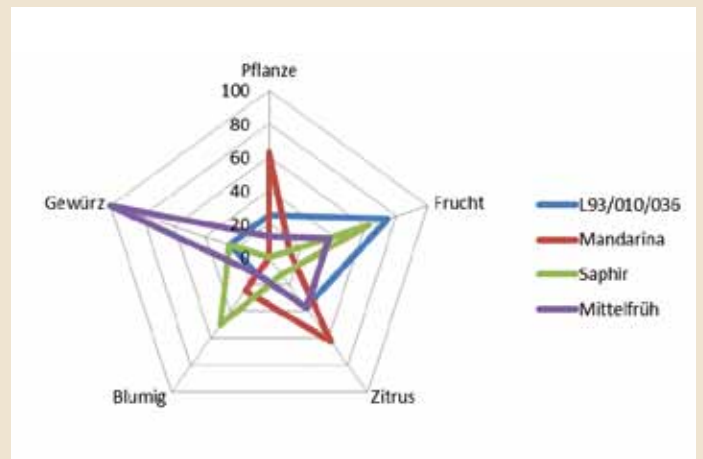


Abb. 4 Aromaeindrücke in % in Weißbier – Dry Hopping mit 93/010/036, Mandarinina Bavaria, Saphir und Hallertauer Mittelfrüh

charakteristischen Gewürznote ab. Der Stamm 93/010/036 war geprägt von einer angenehm deutlichen Fruchtnote. Mandarinina Bavaria zeigte ausgeprägte Zitrus- und Pflanzennoten. Saphir war etwas deutlicher ausgeprägt mit Frucht- und Blumennoten (Abb. 4).

Im Pale Ale bei zweiwöchiger Hopfenkontaktzeit hatte das Bier mit Polaris sehr ausgeprägte Fruchtnoten sowie auch deut-

lich wahrnehmbare käsiges Aromausprägungen (Abb. 5). Das Bier mit dem Stamm 93/010/036 war charakterisiert durch Eindrücke wie Pflanze, Frucht, Gewürz und Zitrus.

Saphir hob sich im Pale Ale mit etwas deutlicheren Aromaeindrücken an Pflanze und Blume ab. Mandarinina Bavaria hatte stärkere Zitrusnoten. Hallertauer Mittelfrüh war wiederum geprägt von Ge-

würzeindrücken und einer schwachen Zitrusnote.

Zusammenfassende sensorische Beurteilung

Die Sorten Polaris und Mandarinina Bavaria wurden jeweils mit Kontaktzeiten von einer, zwei und drei Wochen in ein Lager- und ein Weißbier zugesetzt. Wie erwartet, konnten

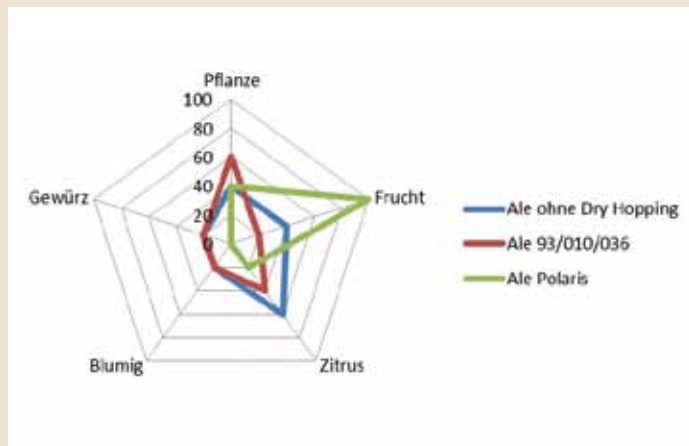


Abb. 5 Aromaeindrücke in % in Pale Ale – Dry Hopping mit 93/010/036 und Pale Ale im Vergleich zur Referenz

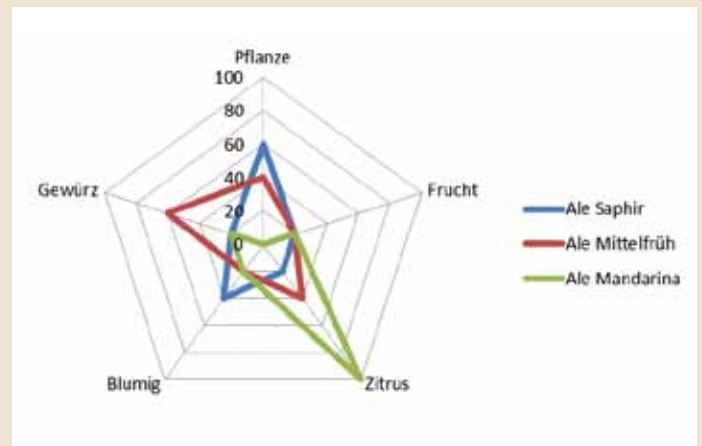


Abb. 6 Aromaeindrücke in % in Pale Ale – Dry Hopping mit Saphir, Hallertauer Mittelfrüh, Mandarina Bavaria

deutliche Unterschiede im sensorischen Gesamteindruck festgestellt werden. Polaris bestätigte die bisherige Erfahrung, dass es bei einer Hopfenkontaktzeit von zwei Wochen in Bier zu einer eher unangenehmen Gesamtakzeptanz des Bieres führt. Hingegen werden kurze (max. 1 Woche) oder über drei Wochen hinausführende Kontaktzeiten mit Polaris besser sensorisch beurteilt. Mandarina Bavaria zeigt sehr gute sensorische Resultate. Kontaktzeiten von einer bis zwei Wochen mit Mandarina Bavaria sind generell sensorisch zu empfehlen.

Nachfolgend sind die Gesamtbewertungen und die meist genannten Aromaeindrücke der drei verschiedenen Biersorten aufgelistet.

Lager – Ranking und sensorische Eindrücke

- Nr. 1: Lager mit Mandarina Bavaria (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Mandarine, Zitrus, Orange, Pflanze;
- Nr. 2: Lager Referenz ohne Dry Hopping, sensorische Eindrücke: eher neutral, keine signifikante Hopfennote;
- Nr. 3: Lager mit Hallertauer Mittelfrüh (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Gewürz, Zitrus, Frucht.

Weißbier – Ranking und sensorische Eindrücke

- Nr. 1: Weißbier Referenz ohne Dry Hopping, sensorische Eindrücke: Frucht;
- Nr. 2: Weißbier mit Mandarina Bavaria (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Mandarine, Zitrus;
- Nr. 3: Weißbier mit Saphir (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Zitrus.

Pale Ale – Ranking und sensorische Eindrücke

- Nr. 1: Pale Ale mit Mandarina Bavaria (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Mandarine, Zitrus, Blume;
- Nr. 2: Pale Ale Referenz ohne Dry Hopping, sensorische Eindrücke: Gewürz, Pflanze, Zitrus, Frucht;
- Nr. 2: Pale Ale mit Saphir (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Zitrus, Pflanze, Blume;
- Nr. 2: Pale Ale mit 93/010/036 (2 Wochen Kontaktzeit), sensorische Eindrücke: Zitrus, Pflanze, Blume.

Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass sich über verschiedene Hopfensorten eine Differenzierung des Aroma- und Geschmacksprofils eines Bieres in verschiedenen Biermatrizes realisieren lässt. Die Haupteigenschaften aus den Analysen und sensorischen Untersuchungen lassen sich wie folgt darstellen:

- Im Bier werden Alphasäuregehalte von bis zu 7,7 mg/l analysiert. Durch das Dry Hopping erfolgt ein Alphasäureeintrag ins Bier von bis zu 4 mg/l;
- Iso-Alphasäuren im Bier nehmen um bis zu 2 mg/l mit der Hopfenkontaktzeit zu;
- Dry Hopping hat in dieser Versuchsreihe keinen Einfluss auf die Oberflächenspannung des Bieres;
- der pH-Wert im Bier erfährt einen leichten Anstieg;
- der Linaloolgehalt in Bier nimmt zwischen 5 und 90 µg/l zu. Die Linaloolausbeute durch die Kalthopfung beträgt in Abhängigkeit der Hopfensorte und Kontaktzeit zwischen 6 und 48 Prozent;
- Dry Hopping hat geringen Einfluss auf die Schaumstabilität des Bieres;

- der Nitratgehalt wird über das Dry Hopping beeinflusst. Sehr hohe Dosen können zur Überschreitung des maximal zulässigen Grenzwertes von 50 mg/l führen;
- die Gesamtpolyphenole im Bier nehmen in Abhängigkeit der Hopfendosage und Kontaktzeit leicht zu;
- die Einwirkdauer hat einen entscheidenden Einfluss auf das resultierende Hopfenaroma von im Kaltbereich gehopften Bieren. Die Hopfensorte Polaris benötigt eher längere Kontaktzeiten von drei Wochen und mehr. Hingegen zeichnet sich Mandarina Bavaria als vielseitig einsetzbare Flavor Hopfensorte mit angenehmen sensorischen Eindrücken aus;
- Mandarina Bavaria schneidet am besten in der Gesamtbewertung aller Biersorten innerhalb dieser Versuchsreihe ab. Die Mandarinenote aus dem Hopfen lässt sich auch in kaltgehopften Bieren wiederfinden. Diese kommt sensorisch auch positiv zur Geltung.

Danksagung

Unser Dank gilt *Dr. Elisabeth Seigner*, *Anton Lutz* und *Dr. Klaus Kamhuber* von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung in Hüll für die Bereitstellung von Hopfenproben, Hopfenanalytik und sensorische Unterstützung dieses Projektes. ■

Literatur

1. Analytica-EBC: European Brewery Convention, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 1998
2. ASBC: Methods of Analysis, St. Paul: ASBC, 1992