

Systematische Unterschiede zwischen Anbaugebieten?

CASCADE AUS YAKIMA UND DER HALLERTAU | Weltweit gibt es einige Hopfensorten, die in verschiedenen Anbaugebieten kultiviert werden. Anhand der Sorten Perle und Nugget konnten über die Analyse von niedermolekularen Polyphenolen mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) erstmalig systematische Unterschiede zwischen den Anbaugebieten Yakima in den USA und der Hallertau nachgewiesen werden. In drei Ernten (1996-1998) zeigten die Hallertauer Hopfen höhere Gehalte an Polyphenolen als die amerikanischen [1]. In einer aktuellen Studie wurden nun die beiden Anbaugebiete anhand der Flavour-Hopfensorte Cascade miteinander verglichen.

SEIT EINIGEN JAHREN erfahren Hopfensorten mit speziellen Aromaausprägungen – auch als Flavour-Hopfen bezeichnet und besonders für das Hopfenstopfen verwendet – vermehrt die Aufmerksamkeit vieler Brauer. Als eine Art „Leitsorte“ gilt die amerikanische Züchtung Cascade, die in den USA im Jahr 2000 auf lediglich 403 ha angebaut wurde, aber mittlerweile mit 3090 ha (2014) die Sorte mit dem höchsten Flächenanteil ist. Cascade wird auch in der Hallertau auf 50 ha (2014) angebaut. Da-

her interessierte es, ob und gegebenenfalls welche Unterschiede sich zwischen Hopfen aus den beiden Anbaugebieten ableiten lassen. Ausführlichere Informationen, die auch die Sorte Comet umfassen, sind in [2] veröffentlicht.

Versuchsanstellung

Aus den Ernten 2012 und 2013 standen in Yakima angebaute Cascade-Pellets (US-CA) sowie homogen pelletierte Hallertauer Cascade (HCA) zur Verfügung.

Folgende Analysen dienten zur Charakterisierung:

- Bitterstoffe nach EBC 7.7, Alpha- und Beta-Säuren;
- Gesamtpolyphenole nach EBC 7.14;

DOSAGEN DER SPÄTEN GABEN UND BEIM HOPFENSTOPFEN IN G/HL

	Ernte 2012		Ernte 2013	
	US-CA	HCA	US-CA	HCA
Späte Gaben	200	161	147	217
Hopfenstopfen	120	97	88	130

Tab. 1

GEHALTE AN ALPHA-SÄUREN (HPLC), VERHÄLTNIS BETA- ZU ALPHA-SÄUREN, COHUMULONANTEIL, ...

... Gesamtpolyphenole, niedermolekulare Polyphenole, Xanthohumol und Gesamtöl; Mittelwerte beider Ernten

		US-CA	HCA
α -Säuren	Gew.-%	6,7	6,3
β : α		0,96	1,04
Cohumulonanteil	% relativ	32	33
Gesamtpolyphenole	Gew.-%	3,5	4,8
Niedermolekulare Polyphenole	mg/100 g	833	1364
Xanthohumol	mg/100 g	310	430
Gesamtöl	ml/100 g	1,48	1,35

Tab. 2



Autoren: Adrian Forster (Foto), HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G., Wolnzach; Andreas Gahr, Forschungsbrauerei der Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, Train-St. Johann

EINIGE AUSGEWÄHLTE AROMAKOMPONENTEN IN DEN BEIDEN CASCADE IN MG/100 G

Mittelwerte beider Ernten

	US-CA	HCA
Myrcen	752	658
β -Caryophyllen	55	44
Humulen	121	122
α - β -Selinen	17	16
Isobutylisobutytrat	3	5
3-Methylbutyl-2-Methylpropanoat	4	3
2-Methylbutyl-2-Methylpropanoat	11	17
Linalool	7	5
Geraniol	9	7

Tab. 3

SCHWEFELHALTIGE AROMAKOMPONENTEN IN DEN BEIDEN CASCADE DER ERNTE 2013 IN μ G/KG

	US-CA	HCA
unbekannt	38	83
4-Sulfanyl-4-Methylpentan-2-one	32	87
unbekannt	16	16
3-Sulfanyl-3-Methylbutan-1-ol	21	29

Tab. 4

- HPLC-Polyphenole nach [1];
- Gesamtöl nach EBC 7.10;
- Aromakomponenten mit GC-FID [3];
- schwefelhaltige Aromasubstanzen [4].

Von den vier Proben wurden untergärige Versuchssude in der 2-hl-Versuchsbrauerei St. Johann durchgeführt. Verwendet wurden dabei 100 Prozent Pilsener Malz, die Stammwürze lag bei ca. 12 Gew.-Prozent und die angestrebte Bittere lag bei 25 Bitter-

einheiten (IBU). Die Hopfengaben erfolgten nach folgendem Schema:

- **Ernte 2012:** 1. Gabe bei Kochbeginn mit Herkulespellets zur Erzielung der Bittere;
- **Ernte 2013:** 1. Gabe reinsortig mit den Versuchshopfen zur Erzielung der Bittere;
- **Beide Ernten:** Späte Gabe bei Kochende und im Whirlpool in einem Verhältnis

von 1:1 mit dem jeweiligen Versuchshopfen in Höhe eines Äquivalents von 2,5 ml Öl/hl.

Nach der Hauptgärung wurde die eine Hälfte der Biere mit den Versuchshopfen gestopft, und zwar in einer Menge, die 1,5 ml Hopfenöl/hl entsprach.

Tabelle 1 gibt die Dosagen wieder. Die nur heiß gehopften und die zusätzlich gestopften Biere füllte man nach der Filtration getrennt ab.

Die Analysen der insgesamt acht Biere (jeweils 2 x heiß (= spät) und zusätzlich 2 x kalt gehopft (= dry), aus zwei Ernten) umfassten neben den allgemeinen Daten folgende Merkmale:

- Bitterstoffe nach EBC 9.8;
- HPLC-Bitterkomponenten nach EBC 9.47;
- Gesamtpolyphenole nach EBC 9.11;
- Aromastoffe mittels SPME-GC-MS [4].

Die Biere verkostete ein Panel in St. Johann sowie ein 38-köpfiges Konsumentenpanel hinsichtlich der Kriterien Intensität und Qualität des Hopfenaromas und der Bittere, Vollmundigkeit und Präferenz. Das Panel in St. Johann hatte außerdem vorgegebene Aromaeindrücke zu bewerten.

Zusätzlich konnten die beiden hopfengestopften Biere der Ernte 2013 beim 7. Kolloquium der Bierquerdenker am 2. April 2014 vorgestellt werden. Die 118 Teilnehmer bewerteten die Biere nach der Intensität und Qualität des Hopfenaromas sowie der Bittere und gaben die Präferenz an.

Hopfen- und Bieranalysen

Tabelle 2 gibt die allgemeinen Hopfenanalysen als Mittelwerte der beiden Ernten wieder. Die beiden Cascade-Proben unterscheiden sich primär im Polyphenolgehalt. Der

ANALYSEN DER ACHT VERSUCHSBIERE

		2012				2013			
		US-CA		HCA		US-CA		HCA	
		spät	dry	spät	dry	spät	dry	spät	dry
Stammwürze	Gew.-%	12,0	12,4	12,0	12,3	12,3	12,3	11,9	11,9
Bittere	IBU	27	31	24	27	27	28	23	27
Iso- α -Säuren	mg/l	18,8	19,5	19,6	20,5	21,4	21,2	20,5	21,2
α -Säuren	mg/l	3,5	5,0	3,7	5,2	4,7	5,1	3,5	5,9
Gesamtpolyphenole	mg/l	182	212	205	240	197	209	232	257
Hopfenpolyphenole	mg/l	41	71	64	99	77	89	112	137

Tab. 5

AUSGEWÄHLTE HOPFENAROMASUBSTANZEN IN DEN BIEREN; WERTE IN µG/L

	2012				2013			
	Spät		Dry		Spät		Dry	
	US-CA	HCA	US-CA	HCA	US-CA	HCA	US-CA	HCA
Linalool	101	82	145	123	71	45	130	81
Geraniol	78	62	191	158	51	53	256	238
3-Methylbutyl-2-Methylbutylpropanoat	7	8	9	22	6	6	11	13
2-Methylbutyl-2-Methylbutylpropanoat	41	79	106	196	9	15	15	30
Isobutylisobutyrat	5	13	12	32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Tab. 6 n.a.: nicht analysiert

INTENSITÄT UND QUALITÄT DES HOPFENAROMAS UND DIE RANGZIFFER FÜR DIE BEVORZUGUNG DER BITTERE ...

... getrennt nach den beiden Präferenzen sowie im Mittel aller Verkoster

	US-CA besser als HCA n=60		HCA besser als US-CA n=58		Alle Verkoster n=118	
	US-CA	HCA	US-CA	HCA	US-CA	HCA
Intensität des Hopfenaromas	6,95	5,85	6,04	6,36	6,50	6,10
Qualität des Hopfenaromas	7,12	5,97	5,73	7,11	6,44	6,53
Rangsummen der Bittere	69	111	109	65	178	176

Tab. 7

HCA enthält 37 Prozent mehr Gesamtpolyphenole, 39 Prozent mehr Xanthohumol und sogar 64 Prozent mehr an wertvollen niedermolekularen Polyphenolen [5].

Tabelle 3 enthält eine Übersicht einiger ausgewählter Aromasubstanzen. Der HCA weist höhere Gehalte der Ester Isobutylisobutyrat und 2-Methylbutyl-2-Methylpro-

panoat auf, der US-CA liegt bei Linalool und Geraniol vorne.

Schwefelhaltige Aromakomponenten spielen bei vielen Flavour-Hopfsorten eine herausragende Rolle. Sie liegen zwar nur in geringen Mengen vor, sind aber im Vergleich zu den sonstigen Substanzen wie Terpenen, Estern oder Terpenalkoholen er-

heblich aromaaktiver. So ist bekannt, dass eine typische Substanz im Cascade, das 4-Sulfanyl- bzw. 4-Mecapto-4-Methylpentan-2-one (4S4M2Pone oder 4MMP), für sein ganz spezielles Aroma der schwarzen Johannisbeere verantwortlich zeichnet [4]. Der Schwellenwert im Bier wird mit etwa 0,0015 µg/l angegeben, was um den Fak-

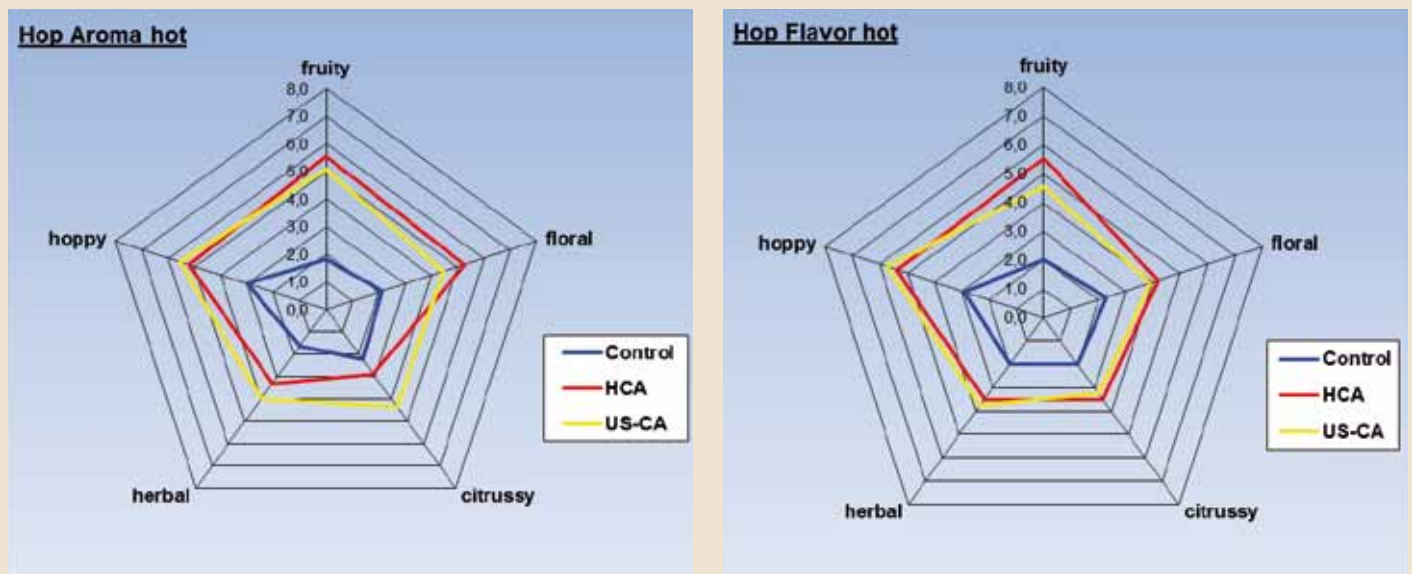


Abb. 1 Aroma- und Flavourprofile (Geruch und Geschmack) der heiß gehopften Biere (Ernte 2012) inklusive eines hopfenneutralen Vergleichsbieres (Control)

tor 3000 bis 7000 unter dem von Linalool (5 bis 10 µg/l) liegt.

Zum Vergleich sind einige schwefelhaltige Substanzen der beiden Cascade (Ernte 2013) in Tabelle 4 einander gegenübergestellt. Berücksichtigt man die hohen Schwankungen dieser anspruchsvollen Analytik, kann zumindest geschlossen werden, dass der HCA gegenüber dem US-CA kein Defizit aufweist.

Wesentliche Bieranalysen können der Tabelle 5 entnommen werden. Zwei Unterschiede fallen besonders ins Auge: Die Polyphenolgehalte der HCA-Biere liegen deutlich über denen der US-CA-Biere. Das wird besonders deutlich an den um die Malzpolyphenole (Ernte 2012: 141 mg/l; Ernte 2013: 120 mg/l) bereinigten Hopfenpolyphenolwerten. Die Iso-Alpha-Säuren bleiben beim Hopfenstopfen konstant. Dagegen nehmen neben den Polyphenolen auch die Alpha-Säuren zu.

Tabelle 6 enthält die Werte einiger Hopfenaromakomponenten in den acht Bieren. In den mit HCA gehopften Bieren fallen die höheren Werte von Isobutylisobutytrat und 2-Methylbutyl-2-Methylpropanoat auf, was auf die entsprechenden Unterschiede in den Hopfen zurückzuführen ist. Die höheren Linalool- und Geraniolgehalte in den US-CA-Bieren leiten sich aus den höheren Werten in den Hopfen ab.

■ Sensorische Ergebnisse

Die Verkoster in St. Johann konnten in den üblichen Bewertungen von Vollmundigkeit und Bittere keine Unterschiede zwischen

den jeweiligen mit US- oder Hallertauer Cascade gehopften Bieren feststellen. Die Ergebnisse der sensorischen Beschreibungen der Biere sind beispielhaft mit den Proben der Ernte 2012 in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Die Geruchs- und Geschmackseindrücke hopfig (hoppy), würzig (herbal), zitrusartig (citrusy), blumig (floral) und fruchtig (fruity) mussten dabei auf einer Skala von 1 bis 10 bewertet werden. Der intensivere Eindruck des gestopften HCA-Bieres besonders im Trunk bei den Merkmalen fruchtig, blumig und zitrusartig dürfte sich aus den höheren Estergehalten ableiten. Die Ergebnisse der Biere mit den Pellets der Ernte 2013 waren nahezu deckungsgleich.

Ein 38-köpfiges Konsumentenpanel konnte in beiden Jahrgängen keine signifikanten Unterschiede in Intensität und Qualität des Hopfenaromas und der Bittere sowie in der Vollmundigkeit zwischen den Bieren feststellen. Die HCA-Biere wurden lediglich tendenziell in der Bittere etwas bevorzugt, was auch zu einer nicht signifikanten, leicht besseren Gesamtbewertung führte. Die Verkostung der beiden hopfengestopften Biere der Ernte 2013 durch die 118 Bierquerdenker ergab ein Ergebnis gemäß Tabelle 7.

60 Teilnehmer bevorzugten das US-CA-Bier, 58 das HCA-Bier. Die Noten für Intensität und Qualität des Hopfenaromas und die Rangsummen für die Bevorzugung der Bittere ist einmal getrennt nach den beiden Präferenzen sowie im Mittel aller Verkoster angegeben. Interessanterweise spiegeln

sich die Präferenzen der beiden Blöcke in den Noten deutlich wieder. Im Gesamtmittelwert ergeben sich allerdings keine Unterschiede.

■ Zusammenfassung

Die amerikanische Hopfensorte Cascade kann derzeit als „Leitsorte“ zum Hopfenstopfen bezeichnet werden und wird inzwischen auch in der Hallertau angebaut. Daher interessierte es, ob sich ein aus Yakima stammender Cascade von einem Hallertauer Cascade unterscheidet.

Die Cascade-Hopfen aus den beiden Anbauländern ähneln sich analytisch weitgehend. Eine Ausnahme stellen die Polyphenole dar. Hier weist der Hallertauer im Vergleich zum US-Cascade ein um 40 bis über 60 Prozent höheres Niveau auf. Das höhere Polyphenolprofil der Hallertauer Hopfen konnte bereits 2002 anhand der Sorten Perle und Nugget ausgemacht werden [1] und bestätigt sich auch beim Comet [2]. Dieser ausgeprägtere polyphenolische Charakter dürfte ein echtes Standortmerkmal der Hallertau im Vergleich zu Yakima sein, was nach neueren Erkenntnissen positiv gesehen wird [5].

Unterschiede sind auch bei zwei Estern (HCA höher) und den Terpenalkoholen Linalool und Geraniol feststellbar (US-CA höher).

Die im Pilotmaßstab gebrauten, zu Kochbeginn und am Kochende gehopften Biere wurden nach der Hauptgärung geteilt und eine Hälfte zusätzlich hopfengestopft. Die Aromagaben orientierten sich an den Ölge-

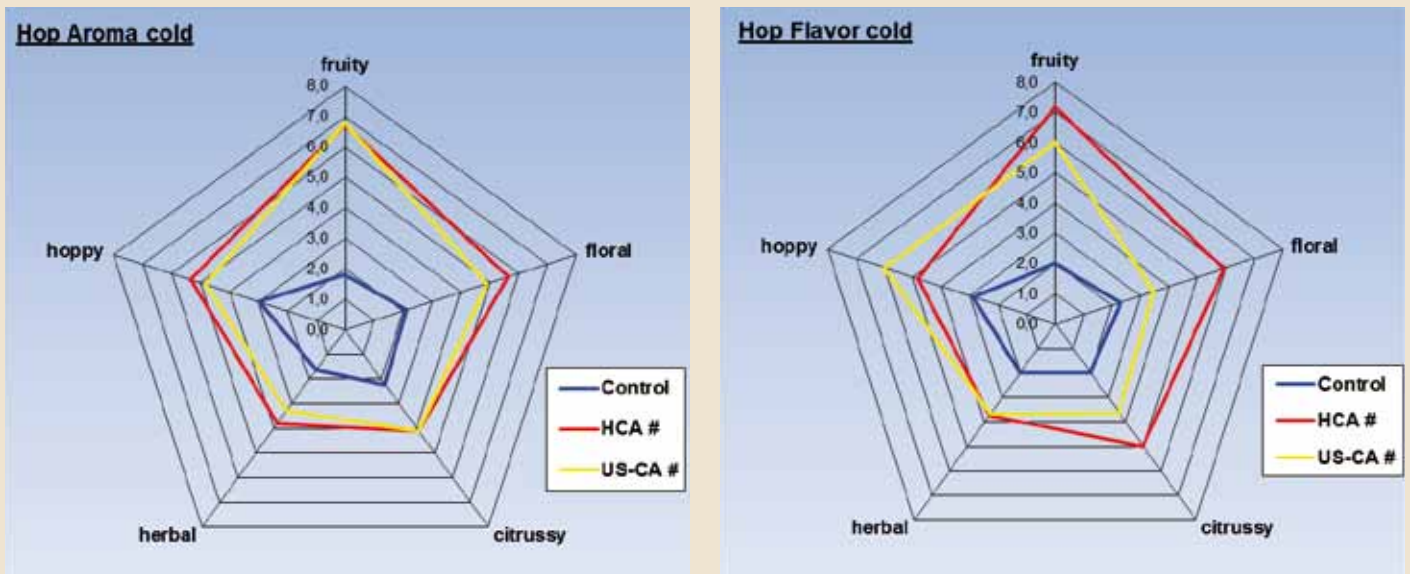


Abb. 2 Aroma- und Flavourprofile (Geruch und Geschmack) der zusätzlich hopfengestopften (#) Biere (Ernte 2012) inklusive eines hopfen-neutralen Vergleichsbieres (Control)

halten. Die charakteristischen Unterschiede der beiden Cascade-Hopfen, besonders in den Polyphenolwerten, schlugen sich bis ins Bier nieder:

- die HCA-Biere weisen deutlich höhere Polyphenolwerte auf;
- die im Vergleich zum US-CA prägnanteren Esterwerte im Hopfen spiegeln sich in den HCA-Bieren wider;
- der höhere Gehalt an Linalool und Geraniol in den US-CA-Bieren basiert auf deren höheren Gehalten in den US-Hopfen;
- ein Einfluss des Anbaugesbietes ist in den untersuchten analytischen Kriterien darüber hinaus nicht erkennbar;
- sensorisch unterscheiden sich die jeweiligen Biere nur geringfügig.

Natürlich bestehen immer besonders zwischen Hopfen einzelner Jahrgänge, aber auch innerhalb von Standorten eines

Anbaugesbietes, Unterschiede in der Hopfenstruktur. Aus den Versuchen leitet sich jedoch ab, dass der Hallertauer dem US-Cascade qualitativ nicht unterlegen ist. Die Substitution zwischen den Anbaugesbietes kann demnach aus prinzipiellen Erwägungen heraus erfolgen.

Literatur

1. Forster, A.; Beck, B.; Schmidt, R.; Jansen, C.; Mellenthin, A.: „Über die Zusammensetzung von niedermolekularen Polyphenolen in verschiedenen Hopfensorten und zwei Anbaugesbietes“, *BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 55, 2002, Nr. 5/6, S. 98-108.
2. Forster, A.; Gahr, A.: „A Comparison of the Analytical and Brewing Characteristics of Cascade and Comet Hop Varieties as Grown in Yakima (USA) and Hallertau

(Germany)“, *BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft*, 67, 2014, S. 137-168.

3. Van Opstaele, F.; De Causmacker, B.; Aerts, G.; De Cooman, L.: „Characterisation of Novel Varietal Floral Hop Aromas by Headspace Solid Phase Microextraction and Gas Chromatography – Mass Spectrometry/Olfactometry“, *J. Agric. Food Chem.*, 60, 2012, S. 12270-12281.
4. Lermusieau, G.; Collin, S.: „Volatile Sulfur Compounds in Hops and Residual Concentrations in Beer – A Review“, *J. of Am. Soc. Brew. Chem.*, 61, 2003, S. 109-113.
5. 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, Nürnberg, 2012.