

Ein Vergleich **C** A Comparison of the
Sa Cascade Hop Variety from
 der Hopfensorte Cascade
Ca aus den Anbaugeländen USA und Hallertau
 de the USA and Hallertau Growing Regions

1. Einleitung

Weltweit gibt es einige Hopfensorten, die in verschiedenen Anbaugeländen kultiviert werden. Schon um 1900 wurden sensorische Unterschiede bei der Verwendung der Sorte **Hallertauer Mittelfrüher**, in Spalt oder in der Hallertau angebaut, festgestellt [1].

Anhand der Sorten **Perle** und **Nugget** konnten über die Analyse von niedermolekularen Polyphenolen mittels HPLC erstmalig systematische Unterschiede zwischen den Anbaugeländen Yakima (USA) und der Hallertau (BRD) nachgewiesen werden. In drei Ernten (1996 bis 1998) zeigten die Hallertauer Hopfen höhere Gehalte an Polyphenolen als die amerikanischen. Unterschiede ergaben sich sowohl bei Substanzgruppen als auch bei Einzelkomponenten [2].

Obwohl dem Anbaugelände vor etwa 100 Jahren eine große Bedeutung beigemessen wurde, liegen darüber keine erschöpfenden Erkenntnisse aus neuerer Zeit vor. Auch das neue wissenschaftliche Buch über Hopfen [3] sagt hierzu wenig aus, ein Hinweis für die mangelnde Bearbeitung in der aktuellen Literatur.

Inzwischen erregen Hopfensorten mit speziellen Aromausprägungen – auch als Flavor-Hopfen bezeichnet – zur Kalthopfung (Hopfenstopfen, Dry Hopping) vermehrt die Aufmerksamkeit kleinerer Brauereien (Craft Brewer). Als eine Art „Leitsorte“ gilt die amerikanische Züchtung **Cascade**, die derzeit in beträchtlichen Mengen (in den USA im Jahr 2013 auf 2 157 ha) angebaut wird, nachdem sie fast schon von der Bildfläche verschwunden war.

1. Introduction

Throughout the world there are a number of hop varieties which are cultivated in different growing regions. Even around 1900, sensory differences were determined in the use of the **Hallertauer Mittelfrüher** variety grown in the Spalt and Hallertau regions [1].

For the first time, systematic differences were proven between the growing regions of Yakima (USA) and the Hallertau (Germany) based on the analysis of low-molecular polyphenols in the **Perle** and **Nugget** varieties using HPLC (high-performance liquid chromatography). In three crops (1996 to 1998) the Hallertau hops showed a higher polyphenol content than those grown in America. Differences were found both in substance groups and in single components [2].

Whereas the growing region played an important role about 100 years ago, no substantial data is available on the topic from recent times. Even a recently published book on hops [3] says practically nothing about this, which is a pointer to its neglect in current literature.

In the meantime, hop varieties with special aromas – also known as flavor hops – for dry hopping are catching the attention of small breweries (craft brewers). Here, the American breed **Cascade** is a kind of “lead variety”. After almost completely disappearing, it is now grown in considerable quantities in the USA (2,157 hectares in 2013).

Since 2012 **Cascade** has also been grown in the Hallertau. It currently covers an area of about 10ha. It was therefore interesting to see whether and if so, which differences



© Jane - fotolia.com

Cascade wird seit 2012 auch in der Hallertau derzeit auf etwa 10 ha angebaut. Daher interessierte es, ob und ggf. welche Unterschiede sich zwischen den Hopfen aus den beiden Anbaugeländen ableiten lassen. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchung wurden bereits als Poster bei der MBAA Annual Conference im Oktober 2013 in Austin, Texas, vorgestellt.

2. Versuchsanstellung

2.1 Hopfenproben

Aus der Ernte 2012 standen in Yakima angebaute Cascade-Pellets (US-CA) aus einem größeren Lot sowie eine Partie von homogen pelletiertem Hallertauer Cascade (HCA) zur Verfügung.

Folgende Analysen dienten zur Charakterisierung:

- Bitterstoffe nach EBC 7.7, Alpha- und Beta-Säuren
- Alterungsindex Hop Storage Index (HSI nach ASBC)
- Gesamtpolyphenole nach einer Methode der „AHA“ (Arbeitsgruppe Hopfenanalyse)
- HPLC-Polyphenole nach [2]
- Gesamtöl nach EBC 7.10
- Aromakomponenten mit GC-FID
- Schwefelhaltige Aromastoffe

2.2 Sudprogramm

Von den beiden Cascade-Pellets wurden untergärige Versuchssude in der 2-hl-Versuchsbrauerei St. Johann nach folgendem Schema durchgeführt:

- 100 % Malz
- Stammwürze von ca. 12 Gew.-%
- Angestrebte Bittere in Höhe von 25 Bittereinheiten
- 1. Gabe bei Kochbeginn mit Herkules-Pellets zur Erzielung der gewünschten Bittere
- 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 jeweils 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. Ein Vergleichsbier (Control) war nur bei Kochbeginn mit Herkules-Pellets gebittert.

2.3 Bieranalysen

Die Analysen der insgesamt vier Biere (2 x heiß und 2 x kalt gehopft) umfassten neben den allgemeinen Daten folgende Merkmale:

- Bitterstoffe nach EBC 9.8
- HPLC-Bitterkomponenten nach EBC 9.47
- Gesamtpolyphenole nach EBC 9.11
- HPLC-Polyphenole nach [2]
- Linalool mittels GC-FID
- Aromastoffe mittels SPME-GC-MS [4]
- Schwefelhaltige Aromastoffe [5]

there are between the hops grown in the two growing regions.

The essential results of this analysis have already been presented as a poster at the MBAA Annual Conference in October 2013 in Austin, Texas.

2. Test Program

2.1 Hop Samples

The available samples were taken in pellet form from a large lot of the 2012 Cascade crop grown in Yakima (US-CA) and from a homogeneous lot of pelleted Hallertauer Cascade (HCA) likewise of the 2012 crop.

The following analyses were selected for characterization:

- Bitter substances according to EBC 7.7, alpha and beta acids
- Aging index = Hop Storage Index (HSI according to ASBC)
- Total polyphenols according to an “AHA” (working group on hops analysis) method
- HPLC polyphenols according to [2]
- Total oil according to EBC 7.10
- Aroma components analyzed using GC-FID
- Aroma substances with sulfur content

2.2 Brew Program

Bottom fermenting test brews were made from the two different Cascade pellets in the 2 hl research brewery in St. Johann, Germany:

- 100% malt
- Original extract of approx. 12%
- Desired bitterness of 25 bitterness units
- 1st addition at begin of boil with Herkules pellets to obtain the desired bitterness
- Late addition at end of boil and in the whirlpool at a ratio of 1:1 to the trial hops at an equivalent of 2.5ml oil/hl.

After the primary fermentation half of each of the beers was dry hopped with the trial hops at a volume equivalent to 1.5ml hop oil/hl. Table 1 shows the dosages. The beers that were purely hot hopped with additional dry hopping were bottled separately after filtration. A control beer was bittered only at begin of boil with Herkules pellets.

2.3 Beer Analyses

In addition to the general data, the analysis of the four beers [2 x late hopped (hot) and 2 x additionally dry hopped (cold)] covered the following characteristics:

Tabelle / Table 1

	US-CA		HCA	
	hot	cold	hot	cold
Begin of boil	129	129	108	108
End of boil (2.5 ml oil/hl)	200	200	161	161
Dry hopping (1.5 ml oil/hl)	-	120	-	97

HCA = Cascade aus dem Anbaugelände Hallertau / Cascade from the Hallertau
 US-CA = in Yakima angebaute Cascade / Cascade grown in Yakima

Hopfendosagen der zwei heiß und zwei kalt gehopften Biere in g/hl
 Hop dosage of the two late hopped and two dry hopped beers in g/hl

Die Biere verkostete das Panel in St. Johann sowie ein 38-köpfiges Konsumentenpanel und beurteilte nach folgenden Kriterien:

- Intensität und Qualität des Hopfenaromas
- Intensität und Qualität der Bittere
- Vollmundigkeit

Zusätzlich wurde nach der Präferenz gefragt. Das Panel in St. Johann hatte außerdem vorgegebene Aromaeindrücke zu bewerten.

3. Ergebnisse

3.1 Hopfenanalysen

Tabelle 2 gibt die allgemeinen Hopfenanalysen wieder. Die beiden Cascade-Proben unterscheiden sich primär im Polyphenolgehalt. Die günstigen Witterungsdaten in der Hallertau können eine Erklärung für die etwas höheren α -Säuren- und Ölwerte sein; der allerdings um 44 % höhere Polyphenolgehalt deutet auf einen Einfluss des Anbaugesbietes hin.

Tabelle / Table 2			
		US-CA	HCA
α-Acids	% w/w	6.2	6.7
β : α	-	0.95	0.94
Cohumulone Ratio	% rel	32	34
Hop Storage Index	-	0.33	0.27
Total Polyphenols	% w/w	3.4	4.9
Hop Oil	ml/100g	1.25	1.55

Gehalte an Alpha-Säuren (HPLC), Verhältnis Beta- zu Alphasäuren, Cohumulonanteil, HSI (ASBC), Gesamtpolyphenole (AHA) und Gesamtöl (EBC)

Alpha acid content (HPLC), ratio of beta acids to alpha acids, cohumulone ratio, HSI (ASBC), total polyphenols (AHA) and total oil (EBC)

In Tabelle 3 sind die mittels HPLC analysierten Polyphenole als Summen in Substanzgruppen aufgelistet. Der in der Hallertau angebaute Cascade weist mit Ausnahme der Flavane (Catechin und Epicatechin) deutlich höhere Gehalte in allen Substanzgruppen auf. Im Schnitt beträgt die Mehrmenge etwa 50 %, bei den sensorisch interessanten Flavonoiden knapp 60 %.

Tabelle 4 enthält eine Übersicht einiger ausgewählter Aromastoffe, die mittels GC-FID analysierbar sind. Abgesehen von den beiden Estern Isobutylisobutyrat und 2-Methylbutyl-2-Methylpropanoat, sind keine wesentlichen Unterschiede auszumachen. Der Hallertauer Cascade weist bei beiden Estern doppelt so hohe Werte auf. Es wird in weiteren Ernten überprüft werden müssen, ob dies eine jahrgangsabhängige Erscheinung ist.

Das zunehmende Interesse an den Sorten mit speziellen, auch hopfenuntypischen Aromen hat dazu geführt, schwefelhaltigen Aromakomponenten eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da diese bei vielen Flavor-Hopfen eine herausragende Rolle spielen. Sie liegen

- Bitter substances according to EBC 9.8
- HPLC bitterness components according to EBC 9.47
- Total polyphenols according to EBC 9.11
- HPLC polyphenols according to [2]
- Linalool using GC-FID
- Aroma substances using SPME-GC-MS [4]
- Aroma substances with sulfur content [5]

The beers were tasted by the panel in St. Johann and by a consumer panel of 38. The following criteria were judged:

- Intensity and quality of the hop aroma
- Intensity and quality of the bitterness
- Body

In addition, personal preferences were asked.

The panel in St. Johann also had the task of assessing specified aroma impressions.

3. Results

3.1 Hop Analyses

Table 2 shows the general hop analyses. The two Cascade samples differ primarily in polyphenol content. The favorable weather conditions in the Hallertau might explain the slightly higher values for α -acids and oil; however, the 44% higher polyphenol content indicates an influence of the growing region.

Table 3 lists the polyphenols analyzed by HPLC as sums in substance groups. The Cascade grown in the Hallertau has significantly higher content in all substance groups except the flavanols (catechin and epicatechin). On average the additional quantity is about 50% and almost 60% for the flavonoids of sensory interest.

Table 4 gives an overview of selected aroma substances that can be analyzed using GC-FID. There are no significant differences to be detected except for the two esters isobutylisobutyrate and 2-methylbutyl-2-methylpropanoate. The Hallertauer Cascade has double the values for both esters. Additional crops will have to be analyzed to check whether this is a phenomenon dependent on the crop year.

Tabelle / Table 3		
	US-CA	HCA
Hydroxy Cinamic Acids	109	188
Flavanols	94	110
Proanthocyanidins	137	172
Quercetin flavonoids	207	340
Kaempferol flavonoids	171	258
Sum of HPLC Polyphenols	840	1256

Mittels HPLC analysierte niedermolekulare Polyphenolgruppen in mg/100 g

Low-molecular polyphenol groups analyzed by HPLC in mg/100g

Tabelle / Table 4		
	US-CA	HCA
Myrcene	640	720
β-Caryophyllene	50	48
Farnesene	51	66
α-Humulene	115	134
β-Selinene	7	6
α-Selinene	9	8
Isobutylisobutyrate	2	4
Isoamylpropanoate	4	4
3-Methylbutyl-2-Methylpropanoate	3	3
2-Methylbutyl-2-Methylpropanoate	9	17
Geranylacetate	14	15
Linalool	6	5
Geraniol	5	7

Einige ausgewählte Aromakomponenten in den beiden Cascade-Hopfen in mg/100 g

Selected aroma components in both Cascade hops in mg/100g

zwar nur in geringen Mengen vor, sind aber im Vergleich zu den sonstigen Substanzen wie Terpenen, Estern, Alkoholen etc. um Potenzen aromaaktiver. So weiß man, dass eine typische Substanz im Cascade, das 4-Sulfanyl-4-Methylpentan-2-one (4S4M2Pone oder 4MMP), für sein ganz spezielles Aroma der schwarzen Johannisbeere verantwortlich zeichnet [7]. Der Schwellenwert im Bier wird mit etwa 0,0015 μ g/l angegeben [8], was um den Faktor 3.000 bis 7.000 unter dem von Linalool (5 bis 10 μ g/l) liegt [9].

Zum Vergleich sind einige schwefelhaltige Substanzen der beiden Cascade in Tabelle 5 einander gegenübergestellt. Berücksichtigt man die analytischen Schwankungen mit wenigstens +/- 10 % relativ und eine natürliche Heterogenität des Probenmaterials, ist es verfrüht, in den Gehalten der beiden Cascade Unterschiede in Abhängigkeit vom Anbauland abzuleiten.

Lediglich die Polyphenole können derzeit als gesicherter Indikator für einen Einfluss der Provenienz gelten. Die anderen Beobachtungen müssen durch die Analyse weiterer Ernten abgesichert werden.

3.2 Bieranalysen

Wesentliche Bieranalysen können der Tabelle 6 entnommen werden. Neben dem Vergleichsbier ohne Cascade sind jeweils die nur heiß und die zusätzlich hopfengestopften Biere einander gegenübergestellt.

Folgende Unterschiede fallen ins Auge:

- Die Polyphenolgehalte der HCA-Biere liegen deutlich über denen der US-CA-Biere.
- Die schon früher gemachten Beobachtungen zum Hopfenstopfen bestätigen sich [6]: Iso-Alpha-Säuren bleiben konstant, dagegen nehmen Polyphenole, Alpha-Säuren und als Konsequenz die Bittereinkommen zu.

Tabelle 7 enthält die Werte einiger Hopfenaromakomponenten in den vier Bieren. Im Vergleich ist lediglich eine geringe Menge an Linalool detektierbar. In den mit HCA gehopften Bieren fallen die deutlich höheren Werte von Isobutylisobutyrat und 2-Methylbutyl-2-Methylpropanoat auf, was auf die entsprechenden

The increasing interest in varieties with special aromas, even those untypical for hops, has led to more attention being paid to aroma components with sulfur content, because these can play an outstanding role in many flavor hops. They are present only in small quantities, but are much more aroma-active than the other substances like terpenes, esters, alcohols, etc. It is known that a typical substance in the Cascade is the 4-sulfanyl-4-methylpentan-2-one (4MMP or 4S4M2Pone), which is responsible for the hop's quite special black currant aroma [7]. The threshold value in the beer is specified as about 0.0015 μ g/l [8], which is under that of linalool (5 to 10 μ g/l) by a factor of 3,000 to 7,000 [9].

A comparison of a number of substances with sulfur content of the two Cascade hops is given in Table 5. If you take into account the analytical fluctuations of at least +/- 10% and a natural heterogeneity of the samples, it is too early to deduct that the differences in content of the two Cascade hops are due to the growing region.

Only the polyphenols can be taken to be safe indicators of the influence of the provenience. The other observations will have to be backed up through the analysis of more crops.

Tabelle / Table 5		
	US-CA	HCA
4-Sulfanyl-4-Methylpentan-2-one	1.2	tr*
1-Sulfanyl-3-Pentan-1-ol	39	170
3-Sulfanyl-4-Methylpentan-1-ol	3.0	26.0
3-Sulfanyl-Hexan-1-ol	tr*	-
3-Sulfanyl-Heptan-1-ol	1.2	-

*tr = trace / Spur

Schwefelhaltige Aromakomponenten in den beiden Cascade in μ g/kg
Aroma components with sulfur content in both Cascade hops in μ g/kg

3.2 Beer Analyses

The results of essential beer analyses are given in Table 6. Alongside the control beer without Cascade the comparison is between beers which were only late hopped with additional dry hopping.

Tabelle / Table 6							
		Control		US-CA		HCA	
		hot	cold	hot	cold	hot	cold
Original Gravity	% w/w	11.8	12.0	12.4	12.0	12.3	+3%
Bitterness	IBU	23	27	31	24	27	+7%
Iso-α-Acids	mg/l	23.8	18.8	19.5	19.6	20.5	+4%
α-Acids	mg/l	0.6	3.5	5.0	3.7	5.2	+42%
Total Polyphenols	mg/l	141	182	212	205	240	+17%

Analysen der 5 Versuchsbiere (incl. Vergleich) mit Angabe der relativen Differenz zwischen den kalt und den heiß gehopften Bieren

Analyses of the 5 test beers (incl. control beer) with specification of the relative difference between cold and hot hopped beers

Tabelle / Table 7						
	Control		US-CA		HCA	
	hot	hot	cold	hot	cold	
Myrcene	nd	1.1	1.7	1.0	2.0	
Linalool	4	101	145	82	123	
3-Methylbutyl-2-Methylpropanoate	nd	7	19	8	22	
2-Methylbutyl-2-Methylpropanoate	nd	41	106	79	198	
Isobutylisobutyrate	nd	5	12	13	32	
Isoamylpropanoate	nd	15	35	17	36	
Sum of Esters	-	68	172	117	288	

Ausgewählte Aromakomponenten in den 4 Versuchsbiere und dem Vergleichsbier in µg/l
Selected aroma components in the 4 test beers and the control beer in µg/l

Unterschiede in den Hopfen zurückzuführen ist. Die höheren Linaloolwerte in den US-CA-Bieren addieren sich aus dem geringfügig höheren Wert im US-Cascade, vor allem aber seiner höheren Dosage nach dem Ölgehalt. Tabelle 8 enthält die Angaben zu einigen wenigen schwefelhaltigen Aromastoffen der beiden kalt gehopften Biere, wobei das US-Cascade-Bier höhere Werte zeigt. Allerdings konnte in keinem der zwei Biere das charakteristische 4-Sulfanyl-4-Methylpentan-2-one nachgewiesen werden.

Auf die Wiedergabe der Transferraten im Einzelnen wird hier verzichtet. Die errechneten Werte, z.B. für die Polyphenole (55 %) und das Linalool (68 %), bewegen sich bei der Heißhopfung im Rahmen der in [3] publizierten Daten. Auch erreichten Polyphenole und einige Aromakomponenten bei der Kalthopfung Transferraten, wie sie beispielsweise in [6] veröffentlicht sind.

3.3 Sensorische Ergebnisse

Das Verkosterpanel in St. Johann konnte in den üblichen Bewertungen von Vollmundigkeit und Bittere keine Unterschiede zwischen den jeweiligen mit US- oder Hallertauer Cascade gehopften Biere feststellen. Die Ergebnisse der sensorischen Beschreibungen der Biere sind 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 deutlich höheren Estergehalten ableiten.

Tabelle / Table 8		
	US-CA	HCA
	cold	cold
4-Sulfanyl-4-Methylpentan-2-one	-	-
1-Sulfanyl-3-Pentan-1-ol	0.8	0.2
3-Sulfanyl-4-Methylpentan-1-ol +	0.3	0.1
3-Sulfanyl-Hexan-1-ol +	0.1	-
3-Sulfanyl-Heptan-1-ol	-	-

Schwefelhaltige Aromakomponenten in den hopfgestopften Biere;
Werte in µg/l

Aroma components with sulfur content in the dry hopped beers;
values in µg/l

The following differences are noticeable:

- The polyphenol content of the HCA beers is significantly greater than that of the US-CA beers.
- The observations made earlier about dry hopping are confirmed [6]: iso-alpha-acids remain constant, whereas polyphenols, alpha acids and consequently the bitterness units increase.

Table 7 shows the values of a number of hop aroma components in the four beers. In comparison, only a small amount of linalool can be detected. There are noticeably higher values of isobutyl-isobutyrate and 2-methylbutyl-2-methylpropanoate in the beers hopped with HCA, which is due to the corresponding differences in the hops. The higher linalool contents in the US-CA beers come from the slightly higher value in the US Cascade, in particular from its higher dosage according to the oil content.

Table 8 shows the figures for a few aroma substances with sulfur content of the two cold-hopped beers, whereby the US Cascade beer has higher values. However, the characteristic 4-sulfanyl-4-methylpentan-2-one could not be traced in either of the two beers.

We will not go into detail here about the transfer rates. The calculated values for the polyphenols (55%) and the linalool (68%), for example, for hot hopping are conform to the data published in [3]. The polyphenols and some aroma components also attained transfer rates with dry hopping as published in [6], for example.

3.3 Sensory Results

In the usual assessment of body and bitterness, the taste panel in St. Johann could not establish any differences between the beers hopped with Cascade from the US and the Hallertau. The results of the sensory descriptions of the beers are shown in Figures 1 and 2. The aroma and taste impressions like hoppy, herbal, citrusy, floral and fruity had to be scored on a scale of 1 to 10. The more intensive impression given by the dry hopped HCA beer, particularly in flavor with the characteristics floral, fruity and citrusy, is due to the significantly higher ester content.

A consumer panel of 38 could not find any significant differences in intensity and quality of the hop aroma and bitterness respectively or in the body. The HCA beers were slightly more preferred for the bitterness, which also led to an insignificantly slightly better overall score in the evaluation.

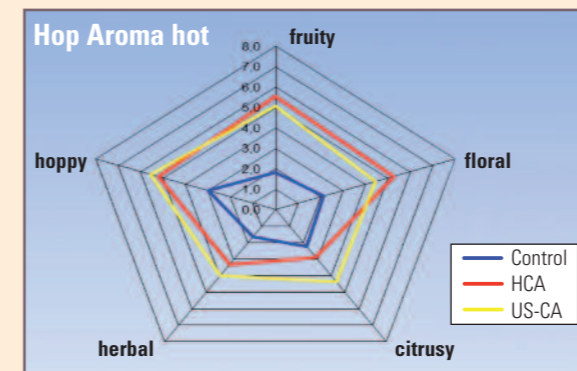


Abb. 1: Aromaprofile in Geruch und Geschmack bei den heiß gehopften Biere inkl. Vergleichsbier

Fig. 1: Aroma and taste profiles for hot hopped beers including the control beer

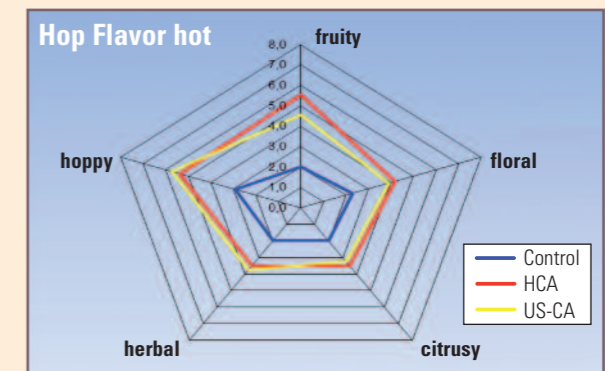
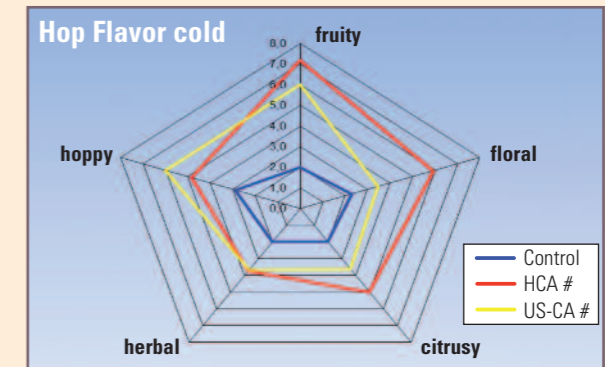


Abb. 2: Aromaprofile in Geruch und Geschmack bei den zusätzlich hopfgestopften (#) Biere inkl. Vergleichsbier

Fig. 2: Aroma and taste profiles for the additionally dry hopped beers (#) including the control beer



Ein 38-köpfiges Konsumentenpanel konnte keine signifikanten Unterschiede in Intensität und Qualität des Hopfenaromas und der Bittere sowie in der Vollmundigkeit feststellen. Die HCA-Biere wurden lediglich tendenziell in der Bittere bevorzugt, was auch zu einer nicht signifikanten, leicht besseren Gesamtbewertung führte. Ob dafür der etwas niedrigere Alterungscharakter des HCA (HSI=0,27) gegenüber dem US-CA (HSI=0,33) verantwortlich ist, kann nicht ausgeschlossen werden.

4. Zusammenfassung

Besonders bei Craft Brewern ist die amerikanische Hopfensorte Cascade sehr beliebt. Sie kann derzeit als „Leitsorte“ zum Hopfenstopfen (Dry Hopping) bezeichnet werden. Cascade wird inzwischen auch in der Hallertau angebaut. Daher interessierte es, ob sich ein aus Yakima stammender Cascade von einem Hallertauer Cascade unterscheidet.

Während sich üblicherweise Sorten in der Zusammensetzung nahezu aller Substanzen deutlich unterscheiden, ähneln sich die Cascade aus den beiden Anbauländern weitgehend. Eine Ausnahme stellen die Polyphenole dar. Hier weist der Hallertauer im Vergleich zum US-Cascade ein um 40 bis 60 % höheres Niveau auf. Eine ähnliche Beobachtung konnte bereits 2002 bei den Sorten Nugget und Perle gemacht werden.

Unterschiede sind auch bei einigen Estern feststellbar. Es wird zu prüfen sein, ob sich die höheren Gehalte im Hallertauer Cascade auch in weiteren Ernten bestätigen. Die im Pilotmaßstab gebrauten und am Kochende heiß

It cannot be excluded that this is due to the somewhat lower aging characteristic of the HCA (HSI = 0.27) compared with the US-CA (HSI = 0.33).

4. Summary

The American Cascade variety is very popular in particular with craft brewers. It can be designated as the "lead variety" for dry hopping. Cascade is now grown in the Hallertau. It is therefore interesting to see whether there are any differences between a Cascade from Yakima and a Cascade from the Hallertau.

Whereas varieties usually differ significantly in the composition of practically all substances, the Cascade hops from the two different growing regions are similar to a certain extent. The polyphenols are the exception. Here, the Hallertau Cascade has a 40% to 60% higher level than the US Cascade. A similar observation was made in 2002 when comparing the Nugget and Perle varieties.

Differences with respect to a few esters were also found. It is to be examined whether the higher content in the Hallertau Cascade is confirmed in more crops.

The beers brewed on a pilot scale and hot hopped at the end of boil were divided after the main fermentation and one part was dry hopped in addition. The hop dosages were based on the oil content. The characteristic differences of the two Cascade hops, in particular the polyphenol values, were reflected in the beers.



gehopten Biere wurden nach der Hauptgärung geteilt und ein Teil zusätzlich hopfengestopft. Die Dosagen orientierten sich an den Ölgehalten. Die charakteristischen Unterschiede der beiden Cascade, besonders in den Polyphenolwerten, schlugen sich bis ins Bier nieder.

Die Autoren:



Dr. Adrian Forster,
HVG Hopfenverwertungs-
genossenschaft e.G.,
Wolnzach, Germany



Andreas Gahr,
Hopfenveredlung
St. Johann GmbH & Co. KG,
Forschungsbrauerei,
Train – St. Johann,
Germany

Die beiden Cascade-Biere unterscheiden sich wie folgt:

- Das HCA-Bier weist trotz einer gegenüber dem US-CA-Bier um 20 % geringeren Dosagemenge ca. 17 % höhere Polyphenolwerte auf, was sich aus dem Niveau im HCA ableitet.
- Die im Vergleich zum US-CA prägnanteren Esterwerte im Hopfen spiegeln sich in den HCA-Bieren wider.
- Der höhere Gehalt an Linalool in den US-CA-Bieren basiert auf der angehobenen Dosagemenge auf Grund des niedrigeren Ölgehaltes. Ein Einfluss des Anbaugesbietes ist darüber hinaus nicht erkennbar.
- Sensorisch unterscheiden sich die jeweiligen Biere geringfügig. Der Hallertauer Cascade vermittelt ein etwas fruchtigeres Aroma.

Schon jetzt dürfte feststehen, dass der Hallertauer dem US-Cascade qualitativ nicht unterlegen ist. Eine absolute Identität in der Zusammensetzung einiger Substanzen oder Substanzgruppen ist allerdings auszuschließen. Ob dabei signifikante Unterschiede in den Anbaugesbieten oder übliche Schwankungen, wie sie aus verschiedenen Ernten resultieren, dominieren, müssen weitere Untersuchungen aufzeigen. In jedem Fall ist wie immer der Alterungsgrad von untersuchten Partien bei Brauversuchen genau zu beachten.

The two Cascade beers show the following differences:

- *The HCA beer has 17% higher polyphenol values despite a dose 20% lower than the US-CA beer, which is derived from the level in the HCA.*
- *The prominent ester values in the hops compared with the US-CA are reflected in the HCA beers.*
- *The higher linalool content in the US-CA beers is based on the increased dose because of the lower oil content. An influence of the growing region cannot be found beyond this.*
- *Sensory differences between the beers are insignificant. The Hallertau Cascade has a slightly fruitier aroma.*

It should already be established that the quality of the Hallertau Cascade is on a par with the US Cascade. However, it can be excluded that there is an absolutely identical composition of some substances or substance groups. Further investigations are needed to show whether significant differences between the growing regions dominate or the usual fluctuations that result from different crops. In any case, careful attention should always be paid to the aging of examined lots in brewing trials. ■

Literatur / Literature

- [1] **Wagner, F.: Die bayerischen Hopfensorten, ihre Entstehung, Verbreitung und Eigenschaften;** Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer, Stuttgart, 1905
- [2] **Forster A.; Beck B.; Schmidt R.; Jansen C. and Mellenthin A.: Über die Zusammensetzung von niedermolekularen Polyphenolen in verschiedenen Hopfensorten und zwei Anbaugesbieten;** Monatsschrift für Brauwissenschaft 55 (2002), no. 5/6, pp. 98-108
- [3] **Biendl M., Engelhard B., Forster A., Gahr A., Lutz A., Mitter W., Schmidt R. and Schönberger C.: Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier;** Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 2012; engl. version: **Hops – Their Cultivation, Composition and Usage;** Fachverlag Hans Carl, Nuremberg, 2014
- [4] **Van Opstaele F.; De Causmacker B.; Aerts G. and De Cooman L.: Characterization of Novel Varietal Floral Hop Aromas by Headspace Solid Phase Microextraction and Gas Chromatography – Mass Spectrometry/Olfactometry;** J. Agric. Food Chem. 60 (2012), pp. 12270-12281
- [5] **Lermusieau G. and Collin S.: Volatile Sulfur Compounds in Hops and Residual Concentrations in Beer – A Review;** J. of Am. Soc. Brew. Chem. 61 (2003), pp. 109-113
- [6] **Forster A. and Gahr A.: On the Fate of Certain Hop Substances during Dry Hopping;** Brewing Science 66, July/August 2013, pp. 93-103
- [7] **Rigou P., Triay A. and Razungles A.: Influence of volatile thiols in the development of blackcurrant aroma in red wine;** Food Chemistry (142), 1, January 2014, pp. 242-248
- [8] **Kishimoto T.: Hop-Derived Odorants Contributing to the Aroma Characteristics of Beer;** Dissertation, Kyoto University, 2008, p. 38
- [9] **Kaltner D.: Untersuchungen zur Ausbildung des Hopfenaromas und technologische Maßnahmen zur Erzeugung hopfenaromatischer Biere;** Dissertation, Technische Universität München, 2000, p. 52