

Hopfung

Hopfung alkoholarmen Biere



Hopping of Low Alcohol Beers

von/by Dr. Adrian Forster & Andreas Gahr

In einer orientierenden Versuchsserie mit Leichtbieren und alkoholarmen Bieren konnte gezeigt werden, wie eine gezielte Hopfendosage die zwangsläufig vorhandenen Geschmacksdefizite derartiger Biere auszugleichen vermag [1]. Neben einer Gabe bei Kochbeginn für die Grundbittere in Form von Pellets der Bittersorte Taurus kam die Aromasorte Saphir einmal mit 48 g/hl bei Kochende und zusätzlich mit 68 g/hl bei Kochmitte zum Einsatz.

In der hier dargestellten Versuchsserie beschränkt man sich auf alkoholarme Biere mit < 1,2 Vol.-% Alkohol und strebt einen verbesserten Herstellungsprozess mit einer Erweiterung des Hopfungsprogramms an [2].

Definition alkoholarmen Biere

Zu leicht- und alkoholreduzierten Bieren gibt es noch keine einheitliche, in allen EU-Ländern geltende Regelung. Beispielsweise sieht das deutsche „Vorläufige Biergesetz“ bei Leichtbieren eine Definition nach der Stammwürze gemäß Tabelle 1 vor. Der Alkoholgehalt ergibt sich bei normaler Gärung als Konsequenz der Stammwürze. Die Einteilung bei alkoholreduzierten Bieren leitet sich vom Lebensmittelrecht ab und gilt für viele, aber nicht alle EU-Länder. Sie sieht zwei Stufen vor:

- Alkoholfreie Biere: Alkohol < 0,5 Vol.-%
- Alkoholarme Biere: Alkohol 0,5 bis 1,2 Vol.-%

Alkoholarme Biere weisen einige interessante Aspekte auf: Eine Diskussion über die Gefahren von Alkohol, z.B. im Zusammenhang einer Verkehrsteilnahme, erübrigt sich.

In der EU dürfen nur Biere mit < 1,2 Vol.-% Alkohol mit gesundheitlichen Aspekten – so sie gerechtfertigt sind – beworben werden. Das könnte ein Hinweis dafür sein, ab welcher Grenze die EU ein Werbeverbot für alkoholische Getränke sieht, falls überhaupt eine derartige Regelung droht.

In a test series with light and low alcohol beers it could be shown how specific hop additions can compensate for the naturally occurring flavor deficits of these types of beers [1]. Along with an addition of the bittering variety Taurus at the beginning of the boil for base bitterness, the aroma variety Saphir was used both at the end of the boil in an amount of 48 g/hl and additionally at mid boil with 68 g/hl.

The experimental series presented here was limited to low alcohol beers with < 1.2 % alcohol by volume (ABV) and strived to achieve an improved production process with an expansion of the hopping schedule [2].

Definition of low alcohol beer

When it comes to light and low alcohol beers there is as of yet no universally valid ruling across the EU countries. As an example the German beer legislation provides a definition of light beers according to Table 1 below. In a normal fermentation alcohol content is a predictable function of starting gravity.

		Offizielle Grenzen Official Range	Übliche Grenzen Common Range
Stammwürze Original Gravity	[Gew. %] [°P]	7,0 – 10,9	7,0 – 8,0
Alkohol Alcohol by Volume	[Vol.-%] [%]	2,5 – 4,5	2,5 – 3,0

Tab. 1: Deutsche Regelung von Leichtbier Tab. 1: German Definition of light beer

The classification of reduced alcohol beers is guided by food regulation and is valid for many, but not all EU countries. It specifies two levels:

- Alcohol free beer: Alcohol < 0.5 % ABV
- Low alcohol beer: Alcohol 0.5 to 1.2 % ABV

Low alcohol beers alcohol beers have a few aspects that are of interest: A discussion about the dangers of alcohol, for example in relation to traffic, would be redundant.

Die Herstellung alkoholfreier Biere bedingt je nach angestrebter Qualität zusätzliche Verfahren des Alkoholentzugs und gestaltet sich für mittelständische Unternehmen schwierig. Alkoholarme Biere bedürfen keiner Zusatzinvestition.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist ein Verfahren für die Herstellung eines Bieres mit Leichtbiercharakter (ca. 8% Stammwürze) und gestoppter Gärung. Dieses alkoholarme Leichtbier würde damit etwa 40% des normalen Alkoholgehaltes aufweisen, ohne sensorisch dem Leichtbier unterlegen zu sein. Sollte dies realistisch sein, ist die Frage erlaubt, warum so wenige alkoholarme Biere auf dem Markt sind.

Versuchsanstellung

Diverse Optimierungsversuche ergaben für alkoholarme Biere in der Forschungsbrauerei St. Johann mit 200 l Ausschlagwürze folgendes Verfahren:

- 90 % Pilsner Malz, 10 % Carahell®
- Infusionsmaischverfahren (72/76 °C)
- 70 min Kochzeit im Außenkocher
- pH-Korrektur auf 4,7 mit Milchsäure
- Untergärung mit 10 Mio. Zellen pro ml
- Zugabe einer Acetolactatdecarboxylase
- Gestoppte Gärung, kalte Lagerung
- Filtration mit Kieselgur und Membranen
- Keine Pasteurisation

Der Zusatz einer Acetolactatdecarboxylase erfolgte aus Sicherheitsgründen. Bei einer geeigneten Hefewahl dürfte sie vermeidbar sein. Der Temperaturführung kommt beim alkoholarmen Bier eine große Bedeutung zu. Sie muss bei jedem Sud überprüft und je nach Gärverlauf individuell korrigiert werden. Abbildung 1 vergleicht das Gärdiagramm eines alkoholarmen Bieres im Vergleich zu einem korrespondierenden Leichtbier. Die vergleichsweise scharfe Filtration erforderte keine Pasteurisation, was aber im Einzelfall zu prüfen ist.

Die Hopfung aller Biere erfolgte mit normalen Pellets Hallertauer Provenienz. An Aromahopfen kamen die Sorten Hallertauer Mittelfrüh (HHA), Hersbrucker (HHE) und

In the EU only beers that contain < 1.2 % ABV may be promoted based on health related aspects, provided they are justified.

That could be an indication which limits the EU would view for an advertising ban for alcoholic beverages, in the case that such a ruling looms.

The production of alcohol free beers, depending on desired quality, is conditioned upon additional dealcoholization processes. This is a difficult challenge for medium sized operations. Low alcohol beers do not require specific investment.

The task at hand is the production of a beer with "light beer character" (approx. 8 degrees Plato starting gravity) using arrested fermentation. The low alcohol beer would contain accordingly about 40% of the normal alcohol content of a light beer without inferior sensory character. Should this be realistic, the question presents itself: Why are there so few low alcohol beers in the marketplace?

Experiment design

Diverse optimization experiments at the 200 liter Research Brewery in St. Johann resulted in the following process:

- 90 % Pilsner Malt, 10 % Carahell®
- Infusion mash (72/76 °C)
- 70 minutes boiling time in external calandria
- pH correction to 4.7 using lactic acid
- Bottom fermentation with 10 million cells/ml
- Addition of an acetolactate decarboxylase
- Arrested fermentation, cold aging
- Filtration with DE and membranes
- No pasteurization

The addition of an acetolactate decarboxylase was used as an insurance policy. With a suitable choice of yeast this may be avoidable. The relatively tight filtration did not require pasteurization, which however should be checked in individualized cases. Figure 1 compares the fermentation diagram of a low alcohol beer relative to a corresponding light beer. The fermentation temperature has a meaningful impact on the low alcohol beer. It had to be checked with each brew and individually corrected depending on the course of the fermentation.

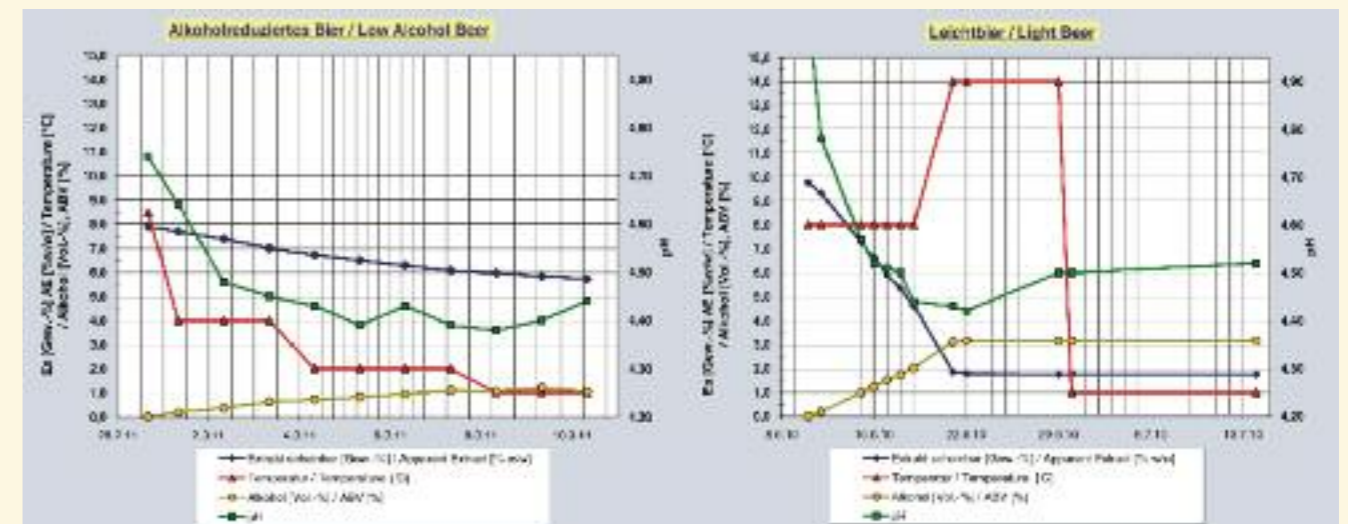


Abb. 1: Gärdiagramme eines alkoholarmen Bieres im Vergleich zu einem normal vergorenen Leichtbier einer anderen Versuchsserie Fig. 1: Fermentation diagrams of a low alcohol beer in comparison to a normally fermented light beer

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 1. Gabe bei Kochbeginn.

Alle Versuche wurden in zwei Bitterniveaus angelegt, nämlich mit 15 bzw. 20 Bittereinheiten (IBU). 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 wird ein deutlicher Hopfencharakter vermittelt.
- Der 1. Gabe kommt die Aufgabe zu, die fehlende Bittere zu ergänzen.

Tabelle 2 enthält die relevanten Daten für das insgesamt 14 Sude umfassende Programm. Die in Tabelle 2 eingeführten Abkürzungen

der Versuchssude gelten auch für die weiteren Tabellen und Abbildungen. Die beiden Bitterniveaus 15 und 20 IBU können für Analysendaten wie Polyphenole 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 Analysenergebnisse der Pellets mit Verhältniszahlen, wie sie in einem neueren Sortenführer eingeführt wurden [3]. 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.

Analytische Versuchsergebnisse der Biere

In den Tabellen 4 und 5 sind Analysenmerkmale für die Serien mit 15 IBU und 20 IBU wiedergegeben. Für Parameter, deren Konstanz angestrebt wurde, 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 eine Sud weist einen leicht erhöhten Alkoholgehalt auf. Die Serie mit 15 IBU zeigt folgende Mittelwerte für Bitter-

The hopping of all the beers utilized regular pellets of Hallertau origin. For aroma hops the varieties Hallertauer Mittelfrueh (HHA), Hersbrucker (HHE) and Saphir (HSR) were used. 100 or 200 g pellets per hl were added at boil end (50 % of which to the whirlpool). In two experiments 100 g aroma pellets were also added at the boil midpoint. Taurus (HTU) was used to supplement the bittering units in the first addition at boil begin.

All of the experiments were laid out in two levels of bitterness with 15 and 20 International Bitter Units (IBU). Nothing changed with the aroma additions, simply the addition at the beginning of

Bezeichnung Beer code		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300
Kochende End of boil	15 IBU	-	100	200	100	200	200	200
	20 IBU	-	100	200	100	200	200	200
Kochmitte Middle of boil	15 IBU	-	-	-	-	-	100	100
	20 IBU	-	-	-	-	-	100	100
Kochbeginn (HTU) Begin of boil (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: Hopfungsschema der 14 Versuchssude; HTU = Bittersorte Taurus; HHA/HSR/HHE = Aromasorten Hallertauer Mfr., Saphir und Hersbrucker Tab. 2: Hopping scheme of the 14 experimental brews; HTU = bittering variety Taurus; HHA/HSR/HHE = aroma varieties Hallertauer Mfr., Saphir and Hersbrucker

the boil with different amounts of Taurus pellets to achieve a comparable bitterness within the levels. The hop additions followed an unusual scheme:

- In the middle and final hop additions to convey an obvious hop character
- In the first addition to accomplish the task of providing bitterness

Table 2 contains the relevant data for the comprehensive program that included 14 beers in total. The abbreviations introduced in Table 2 for the test brews are also valid for the rest of the tables and diagrams. The two bitter levels 15 and 20 IBU can also be viewed as double trials for analysis data such as total polyphenols or linalool since the middle and final aroma hop additions were identical and only the first bitter hop addition varied slightly.

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

Tab. 3: Analysendaten der vier eingesetzten Pellets Tab. 3: Analysis data of the four pellets employed

Bezeichnung Beer code		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300	m MEAN	s SD	KI CI
Stammwürze Original Gravity, OG	Gew.-% % w/w	8,01	7,77	7,90	8,31	8,17	8,04	7,74	7,98	0,20	0,18
Alkohol Alcohol by volume, ABV	Vol.-% %	1,09	1,19	1,16	1,22	1,15	1,16	1,08	1,15	0,05	0,05
pH		4,47	4,48	4,53	4,43	4,50	4,46	4,44	4,48	0,04	0,04
Bittereinheiten (EBC 9.6) Bitterness (EBC 9.6)	IBU	15,1	16,8	16,4	15,8	15,8	15,9	16,3	15,9	0,4	0,4
Iso-α-Säuren (EBC 9.47) Iso-α-acids (EBC 9.47)	mg/l	12,1	10,4	11,0	10,4	10,0	7,2	9,5			
Verhältnis IBU : Iso-α-Säuren IBU : Iso-α-acids		1,25	1,54	1,49	1,52	1,58	2,06	1,72			
α-Säuren (EBC 9.47) α-acids (EBC 9.47)	mg/l	1,8	2,3	3,3	2,2	2,6	4,1	3,4			
Gesamtpolyphenole (EBC 9.11) Total polyphenols (EBC 9.11)	mg/l	116	132	162	145	163	196	179			
Linalool	µg/l	7	39	66	48	95	95	78			
HPLC Polyphenole HPLC polyphenols	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. 15 Bittereinheiten (m / MEAN = Mittelwert / mean value; s / SD = Standardabweichung / standard deviation, KI / CI = Konfidenzintervall / confidence interval) Tab. 4: Analysis results of the seven experimental brews with a level of 15 IBU (m / MEAN = Mittelwert / mean value; s / SD = Standardabweichung / standard deviation, KI / CI = Konfidenzintervall / confidence interval)

terstoffe: 15,9 IBU bzw. 10,2 mg/l Iso-Alpha-säuren. Analog liegen die entsprechenden Daten in der 20 IBU-Serie bei 19,5 IBU und 14,1 mg/l Iso-Alpha-säuren.

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 und damit zu erklären ist, dass die Gesamtdosage von etwa 25 µg/l der Taurus-Gabe nicht vollständig ausgedampft wurde. Durch die Aromahopfdosage stieg der Linaloolgehalt in den Bieren bis 99 µg/l.

Da sich die beiden Serien mit 15 und 20 Bittereinheiten nicht in der Dosage von Aromapellets unterscheiden, sondern lediglich ein mit Bitterpellets eingestelltes abweichendes Bitterniveau aufweisen, kann auch anhand der Polyphenol- und Linaloolgehalte die Reproduzierbarkeit der Versuchsanstellung bewertet werden. Abbildung 2 zeigt die Polyphenolgehalte der Serie mit 20 IBU über die der 15 IBU-Serie aufgetragen, Abbildung 3 entsprechend die Linaloolwerte. Es kann von einem hochsignifikanten Zusammenhang gesprochen und daraus eine gute Reproduzierbarkeit abgeleitet werden.

Zusätzlich lassen sich die Polyphenol- und Linaloolausbeuten ermitteln. Die gute Übereinstimmung der beiden Serien erlaubt die Mittelwertbildung aus den 15 und 20 IBU-Bieren.

Bezeichnung Beer code		Control	HHA 100	HHA 200	HSR 100	HSR 200	HSR 300	HHE 300	m MEAN	s SD	KI CI
Stammwürze Original Gravity, OG	Gew.-% % w/w	7,92	7,82	8,09	7,89	7,88	8,06	8,05	7,95	0,09	0,09
Alkohol Alcohol by volume, ABV	Vol.-% %	1,06	1,07	1,15	1,10	1,13	1,19	1,19	1,13	0,05	0,04
pH		4,44	4,49	4,41	4,43	4,53	4,45	4,52	4,47	0,04	0,04
Bittereinheiten (EBC 9.6) Bitterness (EBC 9.6)	IBU	19,0	26,1	20,4	19,0	19,0	18,3	19,4	19,5	0,5	0,5
Iso-α-Säuren (EBC 9.47) Iso-α-acids (EBC 9.47)	mg/l	15,3	16,1	15,9	14,9	12,9	11,9	11,8			
Verhältnis IBU : Iso-α-Säuren IBU : Iso-α-acids		1,24	1,25	1,31	1,29	1,47	1,62	1,64			
α-Säuren (EBC 9.47) α-acids (EBC 9.47)	mg/l	1,8	2,9	3,5	1,7	2,2	3,6	2,9			
Gesamtpolyphenole (EBC 9.11) Total polyphenols (EBC 9.11)	mg/l	116	144	171	145	163	194	185			
Linalool	µg/l	7	38	58	48	74	99	78			
HPLC Polyphenole HPLC polyphenols	mg/l	34,0	56,7	57,5	46,6	81,2	71,6	61,1			

Tab. 5: Analysenergebnisse der sieben Versuchssude mit einem Niveau von ca. 20 Bittereinheiten (analog zu Tab. 4) Tab. 5: Analysis results of the seven experimental brews with a level of 20 IBU (analogously to Table 4)

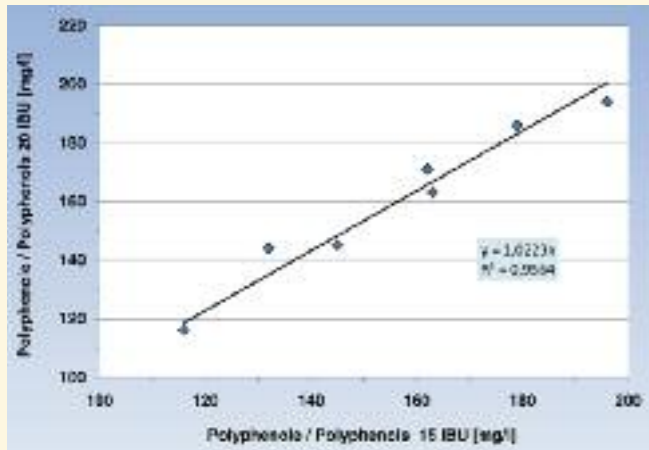


Abb. 2: Polyphenolwerte der Serie mit 20 IBU über die der Serie mit 15 IBU aufgetragen Fig. 2: Polyphenol values of the 20 IBU series plotted against the 15 IBU series

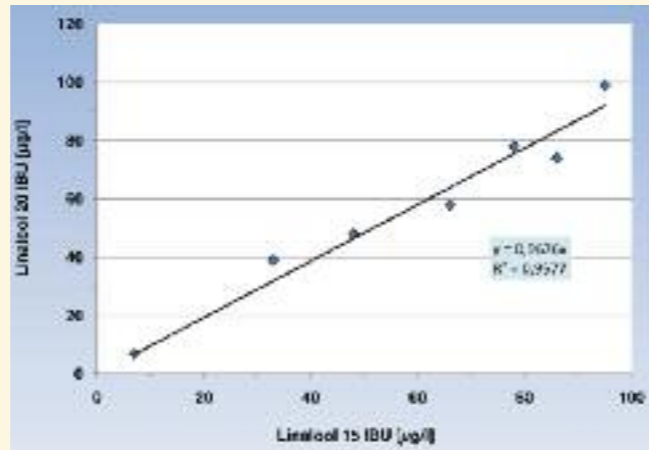


Abb. 3: Linaloolwerte der Serie mit 20 IBU über die Serie mit 15 IBU aufgetragen Fig. 3: Linalool values of the 20 IBU series plotted against the 15 IBU series

In Tabelle 6 sind den dosierten Hopfenpolyphenolen die Gehalte in den Bieren gegenübergestellt. Zieht man von diesen Werten den Polyphenolgehalt des 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 % schwanken.

Die gleiche Vorgehensweise ist in Tabelle 7 mit den Linaloolgehalten hinterlegt. Logischerweise sind die Transferraten von Linalool bei einer späten Hopfengabe mit durchschnittlich 45 % höher als mit 34 % bei einer zusätzlichen mittleren Gabe, bei der das Linalool stärker ausgedampft wurde.

Die Abbildung 4 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 trainiertes Panel der Forschungsbrauerei St. Johann mit 7 bis 10 Teilnehmern
- Ein zufällig zusammengesetztes untrainiertes Panel mit 30 Teilnehmern (Verhältnis zwischen Frauen und Männern: 9 zu 21), das 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 zusam-

The total polyphenol content of both control beers is primarily derived from the malt, as simply only 5 mg/l come from hops. The introduction of polyphenols through the aroma pellets can clearly be recognized.

The control brews show already 7 µg/l linalool in the beers, which can be explained by a resorption from the yeast and that the addition of approximately 25 µg/l from the Taurus addition was not completely evaporated during boiling. The linalool content in the beers increased to 99 µg/l from the aroma hop additions.

Because the additions of aroma pellets weren't different in both the 15 and 20 IBU series, but rather simply showed a set deviated bitterness level due to the bittering pellets, the reproducibility of the experiment can be validated on the basis of the polyphenol and linalool contents also. Figure 2 shows the polyphenol contents of the 20 IBU series plotted against the 15 IBU series, and Figure 3 the corresponding linalool values. Strong correlation (and therefore reproducibility) can be seen.

Additionally the polyphenol and linalool yields can be determined. The strong correlation of both series allows for the mean value formation. In Table 6 the added hop polyphenols are contrasted against the content in the beers. If the polyphenol content of the control beers is subtracted from these values, the residual amounts in the beer from the corresponding hop additions are arrived at. These divided by the added amounts results in the yields of the additions, which vary between 43 and 58 %.

The same method is shown with linalool contents in Table 7. Logically, the average transfer rates of 45% for linalool with a late addition are higher than the 34 % with a supplemental mid boil addition, in which case the linalool is evaporated more intensely.

Figure 4 depicts the polyphenol and linalool contents in connection with the pellet amounts added as an average of both the 15 and 20 IBU series and clearly shows the interdependence.

Beschreibung Beer style	Control	H1A 10g	H1A 20g	H1S 10g	H1S 20g	H2S 30g	H2E 30g
Polyphenole direkt Polyphenols direct	µg/l	47	54	50	103	180	182
Polyphenole im Bier ¹ Polyphenols in beer ¹	µg/l	116 ²	130	127	145	150	133
Polyphenol-Ausbeute: Bier-Control Polyphenol difference beer-control	µg/l	-	22	51	20	47	57
Ausbeute Yield	%	-	47	54	55	47	44

Tab. 6: Ermittlung der Polyphenol-Ausbeuten durch die Dosage von Aromahopfen
Tab. 6: Determination of polyphenol yields through the addition of aroma hops

Beschreibung Beer style	Control	H1A 10g	H1A 20g	H1S 10g	H1S 20g	H2S 30g	H2E 30g
Linalool direkt Linalool direct	µg/l	-	50	120	90	180	210
Linalool im Bier ¹ Linalool in beer ¹	µg/l	7 ²	56	52	48	80	97
Linalool-Ausbeute: Bier-Control Linalool difference beer-control	µg/l	-	29	55	41	73	71
Ausbeute Yield	%	-	48	46	46	41	33

Tab. 7: Ermittlung der Linalool-Ausbeuten durch die Dosage von Aromahopfen
Tab. 7: Determination of linalool yields through the addition of aroma hops

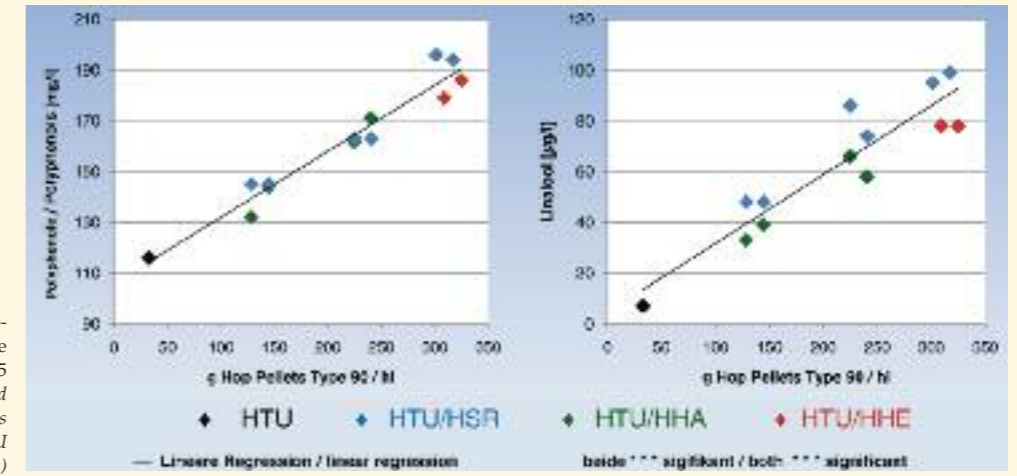


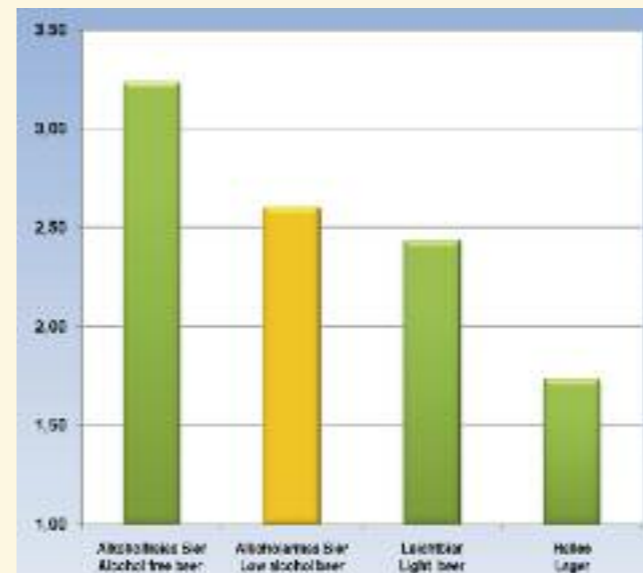
Abb. 4: Polyphenol- und Linaloolgehalte als Funktion der Pelletdosage (Mittelwerte der beiden Serien mit 15 und 20 IBU) Fig. 4: Polyphenol and linalool content as a function of pellets added (average of the 15 and 20 IBU series)

mengesetzten Konsumentenpanels sind in Bezug auf die Aussagefähigkeit interessanter und wertvoller.

Pro Sitzung mussten 6 bis 7 Biere verkostet werden. Beurteilt wurden auf einer Notenskala von 1 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) ohne Zwischennoten die Merkmale Intensität des Hopfenaromas, Vollmundigkeit sowie Qualität und Harmonie der Bittere. Abschließend mussten die Probanden die Biere einer Sitzung in eine Rangfolge bezüglich ihrer Präferenz bringen, wobei keine identischen Ränge zulässig waren.

In einer ersten Verkostung interessierte, ob das Zufallspanel wesentliche Biertypen zu unterscheiden vermag. Hierzu wurden von einer namhaften Brauerei mit anerkannter Qualität jeweils ein Vollbier, ein Leichtbier und ein alkoholfreies Bier einem nicht allzu hopfenaromatischen alkoholarmen Versuchsbeer (100 g Saphir pro hl) gegenübergestellt. In Abbildung 5 sind die durchschnittlichen Präferenzen der vier Biere aufgetragen. Die Abstufung sieht wie folgt aus:

- Alkoholfreies Bier 3,2
- Alkoholarmes Bier 2,6
- Leichtbier 2,4
- Vollbier 1,7



Sensory results

Two different tasting panels were available to evaluate the experimental beers:

- A trained panel with 7 - 10 participants, which has been in place at the Research Brewery St. Johann for years
- A randomly assembled, untrained panel with 30 participants (breakdown of women to men was 9 to 21), which was put together for the first time for these experiments

As both panels produced similar results, the focus here was intentionally on the random panel. The range of the evaluations of the beers was slightly broader than with the trained panel, but the results of the random panel with a higher number of participants are particularly more informative and valuable.

6 to 7 beers were tasted per session. The following qualities were evaluated using a point scale from 1 (low) to 10 (very pronounced) without half-point scores: intensity of hop aroma, mouthfeel/palate-fulness, quality and harmony of bitterness. Additionally the panelists had to rank the beers and they were not allowed to give the same ranking to any two beers (no ties).

In an initial tasting it was of interest whether the randomly assembled panel could differentiate key beer styles. To this end a regular strength, light and alcohol free beer from a well known brewery with respected quality were each compared to a low alcohol test beer without a particularly pronounced hopping (100 g Saphir per hl). Figure 5 shows the average preferences of the four beers and the corresponding deviations. The ranking is as follows:

- Alcohol free beer 3.2
- Low alcohol beer 2.6
- Light beer 2.4
- Lager (regular strength) 1.7

The rank sum test according to Kramer [4] results in 2 star significance of the following rating:

- Regular strength better than light and low alcohol beer
- Light and low alcohol beer better than alcohol free beer
- There is no difference between light and low alcohol beer.

Abb. 5: Präferenz von 3 kommerziellen Biertypen und einem alkoholarmen Versuchsbeer Fig. 5: Preference of 3 commercial beer styles and a low alcohol experimental beer

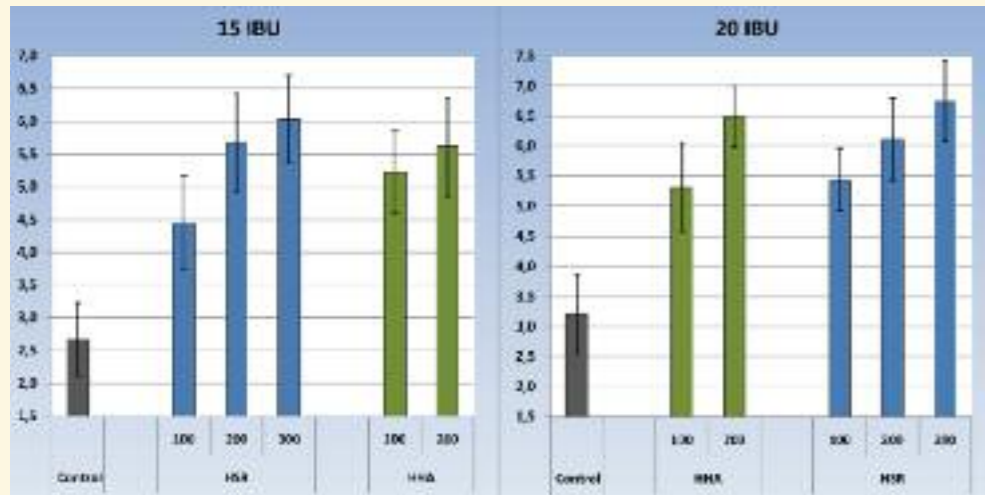


Abb. 6: Intensität des Hopfenaromas bei 6 Bieren und 2 Bitterniveaus; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 6: Intensity of hop aroma with 6 beers at 2 bitterness levels; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)

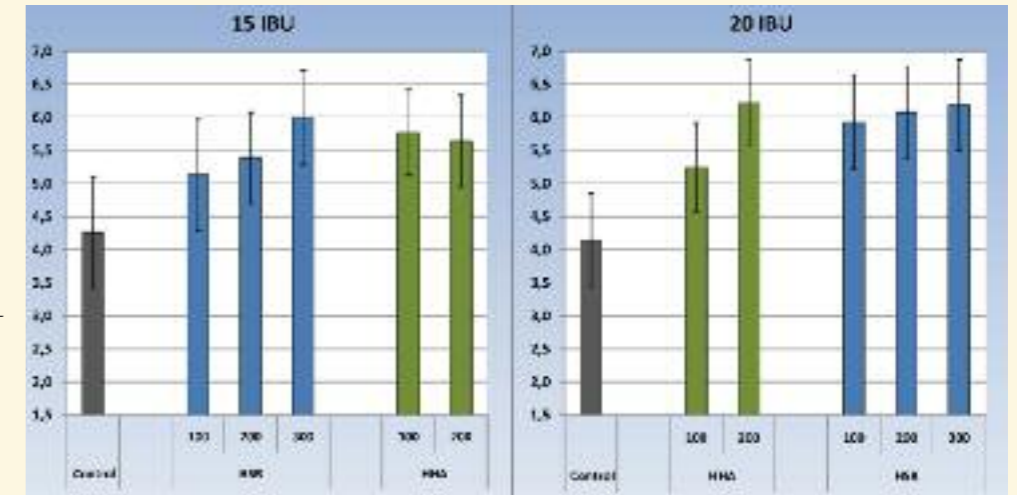


Abb. 8: Qualität der Bittere bei 6 Bieren und 2 Bitterniveaus; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 8: Quality of bitterness with 6 beers at 2 bitterness levels; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)

Der Rangsummentest nach Kramer [4] ergibt eine 2-Stern-Signifikanz der Besserbewertung wie folgt:

- Vollbier besser als Leicht- und alkoholarmses Bier
- Leicht- und alkoholarmses Bier besser als alkoholfreies Bier
- Zwischen Leicht- und alkoholarmses Bier besteht kein Unterschied.

Das Zufalls- oder auch Konsumentenpanel konnte damit bereits in seiner ersten Verkostung seine Eignung unter Beweis stellen.

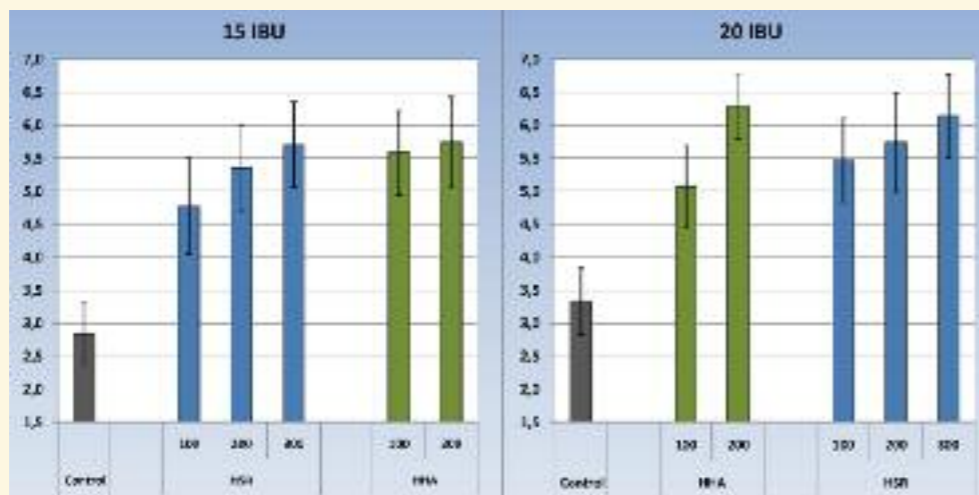
In der zweiten Runde wurden die Biere mit 15 IBU verkostet und zwar mit 100 bzw. 200 g/hl Aromapellets der Sorten HHA und HSR in der zweigeteilten späten Gabe und mit zusätzlich 100 g/hl HSR-Pellets bei Kochmitte. Die dritte Verkostung entsprach der Versuchsanstellung der zweiten Runde, allerdings bei 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%-Konfidenzintervallen einander gegenübergestellt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Abbildung 6 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 7 sind die Durchschnittspunkte für die Vollmundigkeit der Biere dargestellt. Der Abstand der mit Aromapellets gehopften Biere zum Vergleichsbier ist ähnlich ausgeprägt wie beim

Abb. 7: Vollmundigkeit in 6 Bieren und 2 Bitterniveaus; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 7: Mouthfeel/Palatefulness with 6 beers at 2 bitterness levels; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)



It is worth mentioning that for this comparison an alcohol free beer with a particularly pronounced hopping was not used. The random panel could already prove suitability of results in its first tasting.

In the second round, the beers with 15 IBUs were tasted, including those with 100 and 200 g/hl of aroma pellets of the varieties Hallertauer Mittelfrueh and Saphir, respectively, in the divided late addition, and the beer that was additionally hopped with 100 g/hl of Saphir pellets at mid boil. The setup of the third tasting was the same as the second, the only difference being that those beers had the higher, base bitterness of 20 IBUs. In the corresponding diagrams the scores of both series are compared with each other for the characteristics hop aroma, mouthfeel/palatefulness and quality of bitterness with the 95 % confidence intervals.

The results can be summarized as follows:

Figure 6 shows a comparison of the intensity of hop aroma for both series. All of the experimental beers with aroma hops clearly rise above the comparison beer. Within the aroma hop beers there are also clear differences between the 100 g Saphir in the last addition and the total 300 g Saphir in the mid and final addition.

The mean value points for mouthfeel/palatefulness of the beers are shown in Figure 7. The gap between the beers hopped with aroma pellets and the control beers is similarly pronounced as with the intensity of hop aroma. With Hallertauer Mittelfrueh the difference between 100 and 200 g/hl in the higher bitterness level was more

pronounced than the particular control beers. As was shown earlier, a targeted use of aroma hops can therefore clearly improve the mouthfeel/palatefulness of a beer [5].

The results for quality of bitterness can be seen in Figure 8. The intervals between the beers are not as distinct as for the other characteristics. Nevertheless there are clear differences. HSR 300 and HHA 100 at 15 IBU, HHA 200 and all three HSR beers at 20 IBU are rated better than the particular control beers.

Comparing the preferences of the panel for the 15 and 20 IBU beers there are significant differences between control beers and all experiments with aroma hops in both cases (Figure 9). Trends could be recognized with the gradations HSR 100 to HSR 300 (15 IBU beers) and HHA 100 to HHA 200 (20 IBU beers).

In a fourth tasting series the panel had to evaluate seven beers. In addition to the beer that was late hopped with 200 g/hl Hallertauer Mittelfrueh the beers that were given two aroma additions (mid boil and end boil/whirlpool; Saphir and Hersbrucker) were also presented. The two bitterness levels are compared with each other in Figures 10-12:

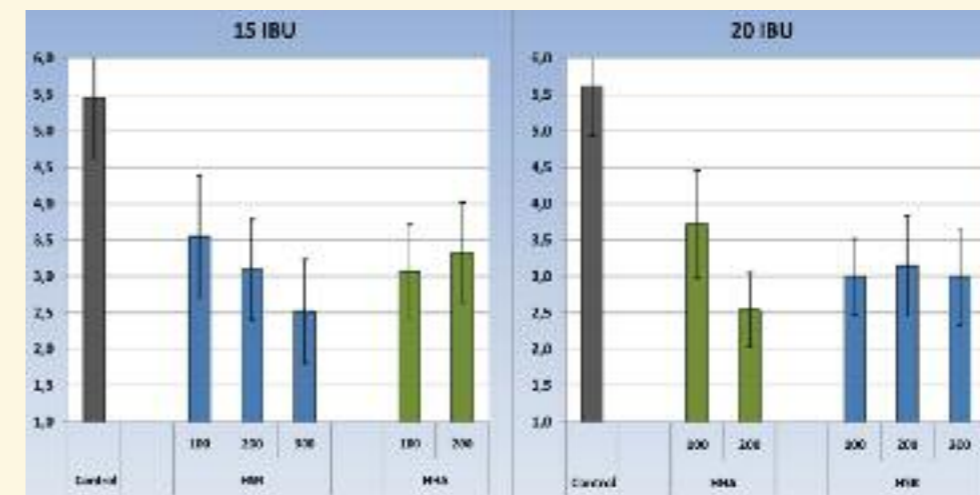


Abb. 9: Präferenzen der Biere bei den 2 Bitterniveaus; Abkürzungen siehe Tabelle 2 Fig. 9: Preferences of the experimental beers at the two bitterness levels; abbreviations see Table 2

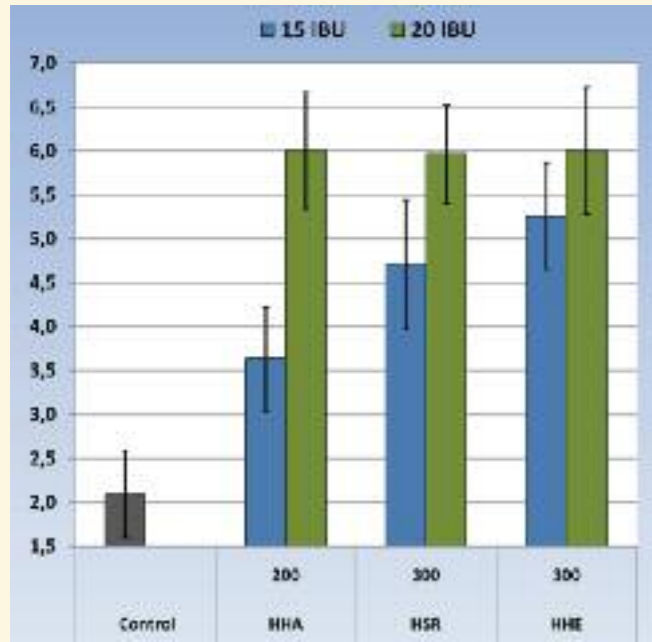


Abb. 10: Intensität des Hopfenaromas bei 7 Bieren; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 10: Intensity of hop aroma with 7 beers; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)

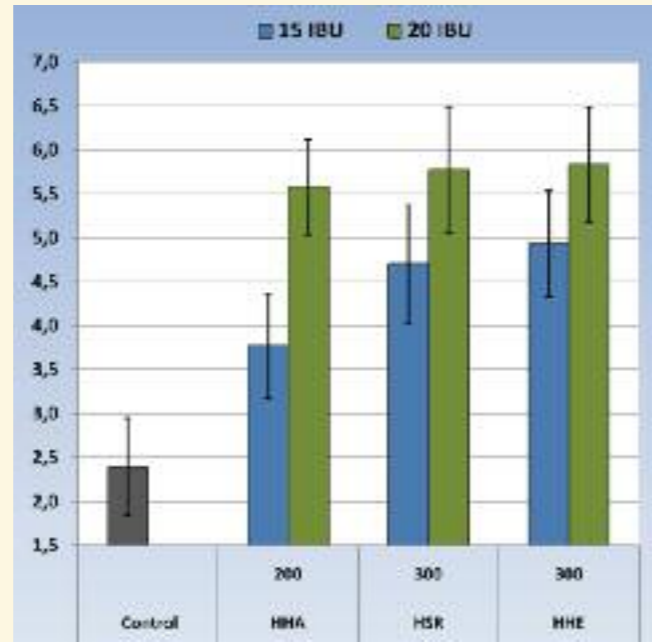


Abb. 11: Vollmundigkeit in 7 Bieren; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 11: Mouthfeel/palatefullness with 7 beers; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)

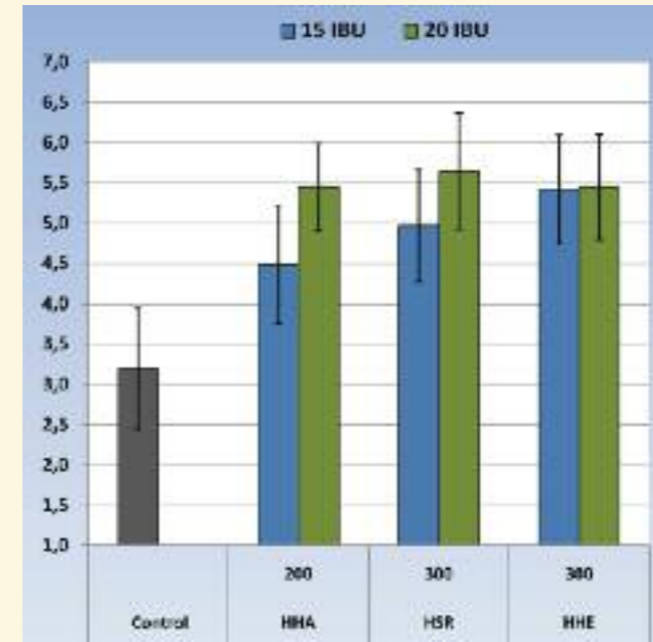


Abb. 12: Qualität der Bittere bei 7 Bieren; Abkürzungen siehe Tabelle 2; Angaben in Punkten von 0 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt) Fig. 12: Quality of bitterness with 7 beers; abbreviations see Table 2; data in points from 0 (low) to 10 (very pronounced)

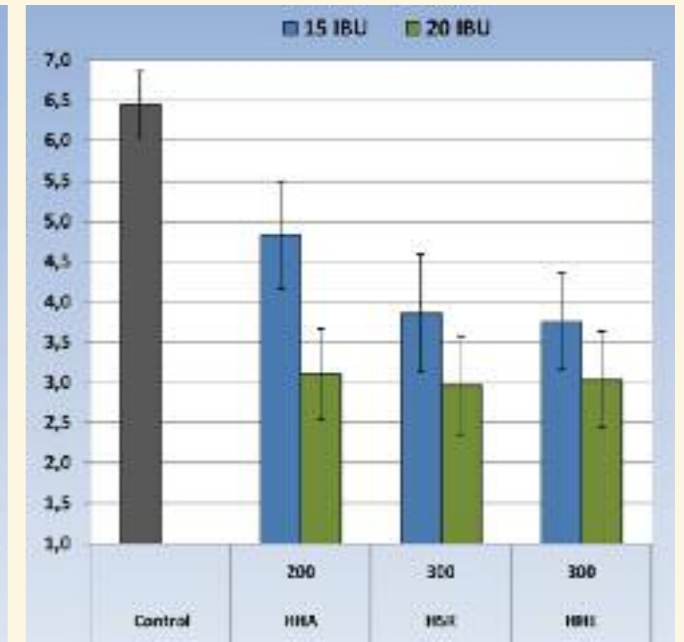


Abb. 13: Präferenzen von 7 Bieren; Abkürzungen siehe Tabelle 2 Fig. 13: Preferences of 7 beers; abbreviations see Table 2

Intensität des Hopfenaromas (Abbildung 10): 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.

Ein ähnliches Phänomen zeigt die Vollmundigkeit der Biere (Abbildung 11). Das Vergleichsbier fällt mit 2,4 Punkten gegenüber durchschnittlich 4,5 Punkten (15 IBU) und 5,8 Punkten (20 IBU) deutlich ab.

Auch in der Qualität der Bittere (Abbildung 12) 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.

Die Präferenzen der sieben Biere sind in Abbildung 13 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 ein höheres

2.1 points. In this case obviously the higher bitterness misleads to a higher grading, which really cannot be explained with an intensified hop aroma.

A similar phenomenon occurs with mouthfeel/palatefullness of the beers (Figure 11). The comparison beer clearly came in lower with 2.4 points compared to an average of 4.5 points (15 IBU) and 5.8 points (20 IBU).

When it came to quality of bitterness (Figure 12) the control beers still differentiated themselves with 3.2 points from the three 15 IBU beers (5.0 points) and the three 20 IBU beers with average 5.7 points.

The preferences of the seven beers are depicted in Figure 13. Only a few panelists put the control beer (average 6.4) better than rank 7 (= worst) so that it came in on the last position far behind of the three 15 IBU beers (4.2) and the three 20 IBU beers (3.0). It may be interesting to note that the higher bitterness level beers receive a better appraisal in all characteristics, even also in preference. That indicates that a random panel does not have to prefer less bitterness if this bitterness is of high quality.

The sensory results can be supplemented with a few observations. In Figure 14 the intensity of the hop aroma is plotted against the

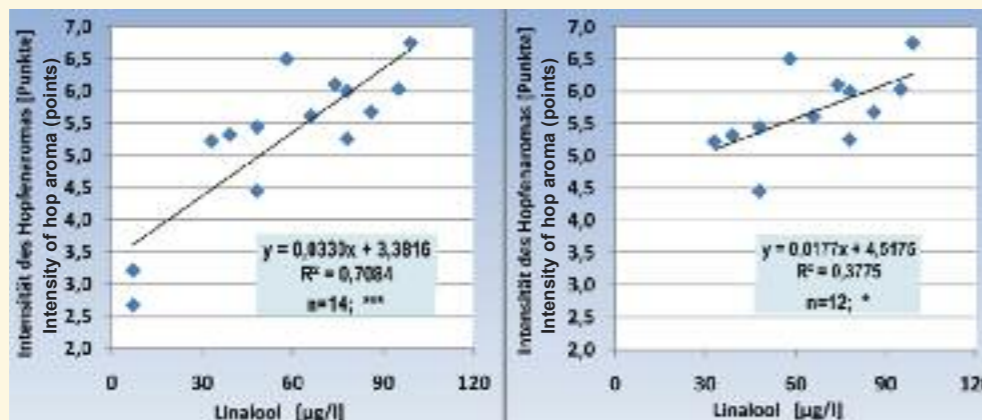


Abb. 14: Intensität des Hopfenaromas als Funktion des Linaloolgehaltes in den Bieren; links = alle Biere; rechts = Aromahopfenbiere ohne Vergleich Fig. 14: Intensity of the hop aroma as a function of the linalool content in the beers; left = all beers; right = aroma hopped beers without controls

Bitterniveau in allen Merkmalen und gerade auch in der Präferenz eine Besserbewertung erfährt. Das ist ein Hinweis darauf, dass auch ein Zufallspanel nicht eine geringere Bittere bevorzugen muss, wenn diese von hoher Qualität ist.

Die sensorischen Ergebnisse können noch durch einige Beobachtungen ergänzt werden. So ist in Abbildung 14 zweimal die Intensität des Hopfenaromas über den Linaloolgehalt der Biere aufgetragen (links mit, rechts ohne Vergleichsbiere). Die Korrelationen ergeben eine 3-Sterne- bzw. 1-Stern-Signifikanz.

Die Vollmundigkeit aller Versuchsbiere ist in Abbildung 15 über die dosierten Pelletmengen (links) und die Polyphenolgehalte der Biere (rechts) 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 Mengen an Aromahopfen erzielen. Ein Zusammenhang mit den eingebrachten Polyphenolen liegt auf der Hand.

Abbildung 16 zeigt die Abhängigkeit der Qualität der Bittere von den Polyphenolmengen in den 14 Versuchsbiere und damit von den Mengen an dosierten Aromapellets. Die

linalool content of the beers (left with and right without the comparison beers). The correlations result in a 3 star and 1 star significance, respectively.

The mouthfeel/palatefullness of all the experimental beers is applied (Figure 15) in relation to the pellet amounts dosed (left) and the polyphenol contents of the beers (right). In both cases the regression results in a 2 star significance. An increase of mouthfeel/palatefullness can be achieved with the addition of substantial amounts of aroma hops. Coherence with the added hop polyphenols is obvious.

Figure 16 shows the interdependence of the quality of bitterness on polyphenol amounts of the 14 beers, and so with it the amounts of aroma pellets added. Linear regression results in a 2 star significance. The not yet revised prejudice of an increased or even negative bitterness impression with increasing polyphenol contents has been refuted in these experiments.

The sizable influence that mouthfeel/palatefullness has on ranking or preference of the beers is illustrated in Figure 17. The left trend line shows the regression of all 14 beers, including the comparison beers, with a 3 star significance. On the right only the 12 aroma hopped beers are contrasted, from which a 2 star significance still was the result.

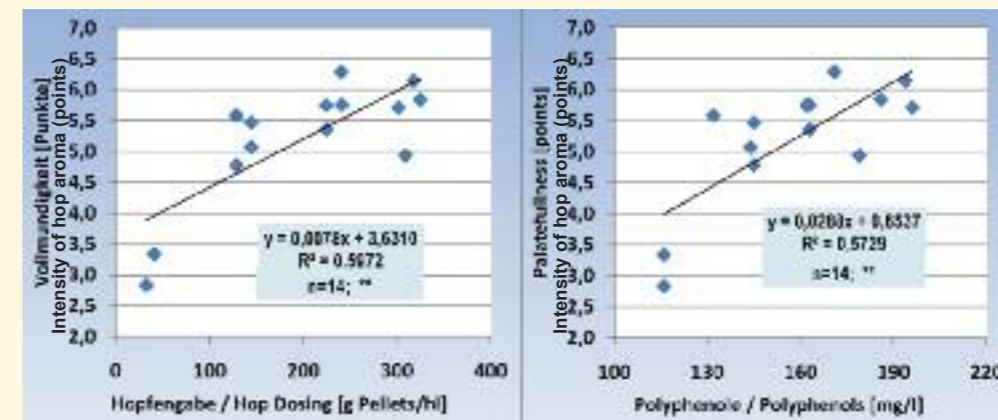


Abb. 15: Vollmundigkeit der 14 Biere in Abhängigkeit von den dosierten Pelletmengen (links) und von den Polyphenolgehalten in den Bieren (rechts) Fig. 15: Mouthfeel/palatefullness of the 14 beers as a function of the amount of pellets added (left) and of the polyphenol contents in the beers (right)

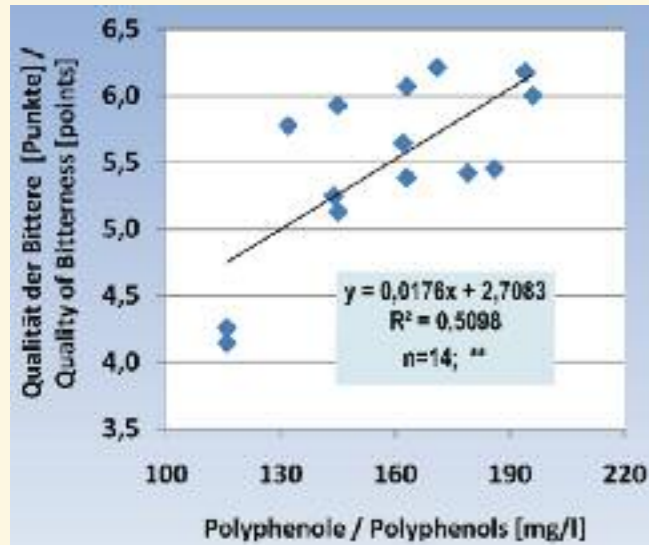


Abb. 16: Qualität der Bittere als Funktion der Polyphenole in den 14 Bieren
Fig. 16: Quality of bitterness as a function of polyphenols contents of the 14 beers

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.

Welchen großen Einfluss die Vollmundigkeit auf das Ranking bzw. die Präferenz der Biere ausübt, veranschaulicht Abbildung 17. Die linke Gerade stellt die Regression aller 14 Versuchsbiere, also inkl. der Vergleichsbiere, dar mit einer 3-Sterne-Signifikanz. Rechts wurden nur die 12 mit Aromahopfen versehenen Biere verrechnet, woraus aber auch noch eine 2-Sterne-Signifikanz resultiert.

Zusammenfassung

Der Fokus der 14 Biere umfassenden Versuchsserie lag auf der Herstellung alkoholarmen Bieres mit 8 % Stammwürze und einem Alkoholgehalt unter 1,2 Vol.-%. In der Forschungsbrauerei St. Johann wurde zunächst das Herstellungsverfahren optimiert. Als einzige Variable blieb die Hopfung, die jeweils ein Bitterniveau von 15 bzw. 20 IBU zum Ziel hatte. Neben einem Vergleichsbier, nur mit Tauruspellets 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 % 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

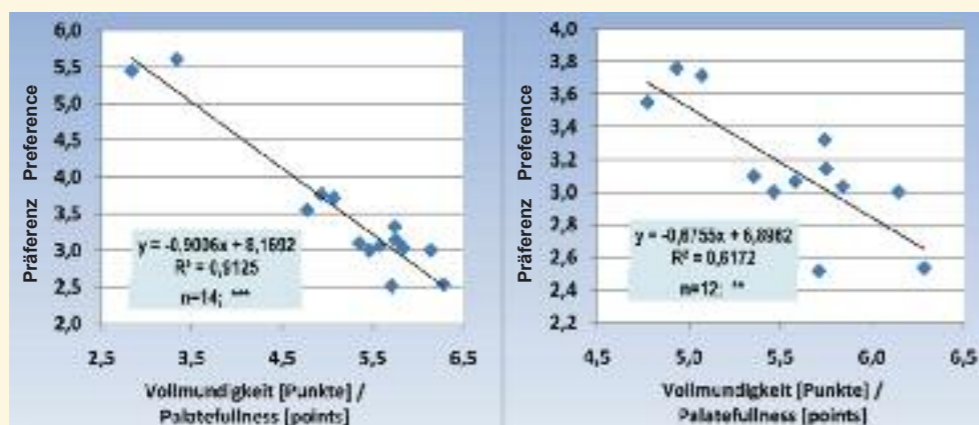


Abb. 17: Präferenz der Versuchsbiere als Funktion der empfundenen Vollmundigkeit bei allen 14 Bieren (links), bei den 12 Aromahopfenbieren (rechts)
Fig. 17: Preference of the experimental beers as a function of the perceived mouthfeel/palatefulness among all 14 beers (left), among the 12 aroma hop beers (right)

Summary

The focus of a test series which included 14 beers was the production of low alcohol beers with a starting gravity of 8 °Plato and an alcohol content of less than 1.2 % ABV. At first, the production process was optimized at the St. Johann research brewery. The only variable was hopping with a target bitterness level of 15 and 20 IBU. In addition to a baseline beer, which was hopped only with Taurus pellets, Hallertauer Mittelfrüh and Saphir were also used in amounts of 100 and 200 g/hl respectively, at the end of the boil and in the whirlpool (1:1). Additionally Saphir and Hersbrucker were dosed in two additions (100 g/hl at mid boil and 200 g/hl at boil end/whirlpool).

An increase of aroma pellets led to increasing polyphenol and linalool contents. In the experimental arrangement, transfer rates were found to be approximately 50 % both for polyphenols dosed at mid and end of boil and linalool dosed at boil end.

A random taste panel of 30 participants (similar to a consumer panel) evaluated the beers in a simple rating system ranging from 1 (low) to 10 (very pronounced) on the characteristics of intensity of hop aroma, mouthfeel/palatefulness and quality of bitterness. Furthermore, the participants had to state their preferences. The results can be summarized as follows:

- Hop aroma, mouthfeel/palatefulness and quality of bitterness of all beers hopped with aroma pellets were rated considerably higher than the beers hopped only with Taurus.
- Even within the beers brewed with aroma hops only, increased dosages showed a positive effect.
- High polyphenol contents from aroma hops improved mouthfeel/palatefulness and quality of bitterness, and do not create a negative impression of "tannic substance bitterness".
- The results, particularly those regarding mouthfeel/palatefulness, are clearly reflected in the preferences.
- The targeted use of aroma hops can largely mask sensorial deficits of low alcohol beers (arrested fermentation of a light beer).

des Hopfenaromas, Vollmundigkeit und Qualität der Bittere in den Versuchsbiere nach einem einfachen Punktesystem von 1 (gering) bis 10 (stark ausgeprägt). 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 Dosagen 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 Aromahopfeinsatz vermag sensorische Defizite von alkoholarmen Bieren (gestoppte Gärung eines Leichtbieres) weitgehend zu kompensieren.

Damit dürfte die Zielsetzung erreicht sein, nämlich ein alkoholarms Bier herzustellen, das sensorisch einem normalen Leichtbier gleichkommt, aber 60 % weniger Alkohol enthält. Ein derartiges Bier kann ohne Zusatzausrüstung in einer mittelständischen Brauerei gebraut werden.

Der Brauer muss allerdings verstehen und akzeptieren, dass eine mittlere oder späte Dosage von Hopfen, insbesondere von Aromahopfen, keineswegs mit dem Merkmal „Bittere“ verknüpft sein muss, sondern ganz andere sensorische Ziele verfolgen kann. Zu beachten ist, dass ungealterter Hopfen zum Einsatz kommt und dass symbolische Dosagen einiger g/hl wenig nützen.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen der in dieser Serie praktizierten Aromagaben sind aus Abbildung 18 ersichtlich. Die Hopfungskosten steigen bis zu einem Mehrfachen an. ■

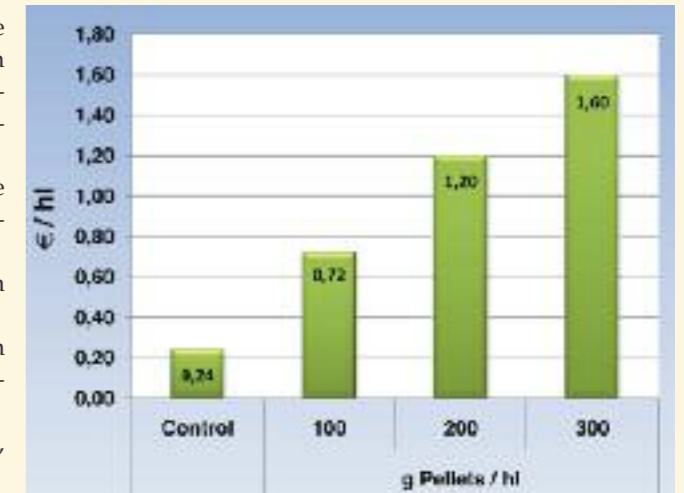


Abb. 18: Hopfungskosten in €/hl je nach dosierter Menge an Aromapellets bei 5 €/kg Pellets
Fig. 18: Hopping costs in €/hl depending on the amount of aroma pellets added and an assumed cost of 5 €/kg pellets

Consequently, the goal of producing a low alcohol beer which is sensorially equivalent to normal light beers, but contains 60 % less alcohol, could be achieved. Such a beer can be brewed in a medium sized brewery without additional equipment.

The brewer has to understand and accept, however, that mid or late hop additions (especially with aroma hops) do not have to be linked with the characteristic "bitterness" at all. Instead, he can pursue completely different sensory goals. It must be noted that fresh hops should be used and that merely symbolic additions of a few g/hl have little effect.

The economic consequences of the aroma dosages used in this series can be seen in Figure 18. Hopping costs will increase considerably. ■

Literaturangaben

- [1] Forster, A. und Gahr, A.: Aromahopfen und die Herstellung von Bieren mit reduziertem Alkoholgehalt, Brauwelt, Nr. 8 (2011), 562 – 566 · [2] Forster, A. und Gahr, A.: Hopping of Low Alcohol Beers; Vortrag beim 33. EBC Congress, 2011, Glasgow · [3] 2010 Pocket Guide to German Hop Varieties, Association of German Hop Growers · [4] Kramer, A.: Chemical Senses and Flavour, 1 (1974), 121 · [5] Forster, A. und Gahr, A.: Über den Einfluß der Hopfung auf die Bierqualität, Brauwelt, Nr. 48 – 49 (2010), 1547 – 1551

References

- [1] Forster, A. and Gahr, A.: Aromahopfen und die Herstellung von Bieren mit reduziertem Alkoholgehalt, Brauwelt, Nr. 8 (2011), 562 – 566 · [2] Forster, A. and Gahr, A.: Hopping of Low Alcohol Beers; Presentation at the 33rd EBC Congress, 2011, Glasgow · [3] 2010 Pocket Guide to German Hop Varieties, Association of German Hop Growers · [4] Kramer, A.: Chemical Senses and Flavour, 1 (1974), 121 · [5] Forster, A. and Gahr, A.: Über den Einfluß der Hopfung auf die Bierqualität, Brauwelt, Nr. 48 – 49 (2010), 1547 – 1551



Dr. Adrian Forster

Berater, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e.G., Wolnzach
Consultant, German Hop Growers Cooperative, Wolnzach
adrian.forster@gmx.de



Andreas Gahr

Diplombraumeister, Leiter der Forschungsbrauerei St. Johann
Graduate master brewer, manager of the St. Johann Research Brewery
andreas.gahr@hopfenveredlung.de