

Über den Einfluss der Hopfung auf die Bierqualität

UNNACHAHMLICHER MEHRWERT | Kaum ein Thema der Brauereitechnologie wird so kontrovers diskutiert, wie die Bewertung und der Einsatz von Hopfen. Als Minimalanforderung an die Hopfung gilt die Erzeugung eines Bittergeschmacks ohne Definition eines sensorischen Zusatznutzens. Gewünscht werden allenfalls Effekte wie Lichtstabilität bei bestimmten Flaschentypen oder eine Schaumverbesserung. Hopfen wird darüber hinaus als Gewürz angesehen, das über die Bandbreite der zahlreichen Sorten und Anwendungstechnologien zur Charakterisierung eines Bieres wesentlich beiträgt. Als höchstes Ziel kann ein unnachahmbarer und einmaliger Geschmackseindruck angestrebt werden. Zwischen diesen Extremen existieren vielerlei Varianten des Einsatzes von Hopfensorten, um neben der Bittere dem Bier auch Geschmack und Aroma zu verleihen.

ENTSPRECHEND WEIT GESTREUT

stellen sich die Kosten für die Bierhopfung dar. Nimmt man beispielsweise ein Bier mit ca. 20 Bittereinheiten, so sind bei Verwendung eines preiswerten isomerisierten Produkts etwa 0,25 EUR pro Hektoliter Bier anzusetzen. Über den Einsatz von Aromahopfen in mehreren Gaben fallen Zusatzkosten zwischen 0,10 bis etwa 1,50 EUR pro Hektoliter an.

Aufgabenstellung

Eine Frage ist, ob und ggf. welcher Zusammenhang zwischen der Hopfungsart und damit den Kosten hierfür und der Bierqualität besteht. Abbildung 1 zeigt rein schematisch eine derartige Abhängigkeit, wobei

unklar ist, welche Form ein möglicher Kurvenverlauf hat. Als Beitrag zu dieser Frage dient ein einfacher Versuchsaufbau für den 1. Deutschen Hopfentag (21./22. August 2009 in Tett nang). Fünf Biere wurden in der Forschungsbrauerei St. Johann eingebraut und in einer verdeckten Kostprobe von den Veranstaltungsteilnehmern bewertet.

Design der Versuchsserie

Die 2-hl-Forschungsbrauerei in St. Johann ist charakteristisch für intensive Ausscheidungsvorgänge beim Kochen, Gären, Lagern und Filtrieren. Das hat den Vorteil, dass abgesicherte Verkostungsergebnisse ein hohes Maß an Zuverlässigkeit besitzen.

Basis war ein scharf filtriertes Rohfrucht-Lagerbier mit folgenden generellen Eigenschaften:

- kein ausgeprägter Charakter;
- internationales „Mainstream-Bier“;
- gute Haltbarkeit;
- international übliche Bittere von ca. 15 mg Iso-a-Säuren pro Liter.

Die Merkmale im Sudhaus sind:

- 70 Prozent Pilsner Malz;
- 30 Prozent Rohfrucht (Mais und Reis 1:1);
- Einmischverfahren mit Rohfruchtkochung;
- Innenkocher, Kochzeit 75 min;
- Whirlpool, 20 min Rast, 45 min Kühlung.

Die weiteren Charakteristika sind:

- kalte Gärung bei 8,5°C;
- warme Reifung bei 14°C;
- kalte Lagerung bei 0 bis 1°C;
- Kieselgur- und Membranfiltration (1,2 und 0,45 mm);
- Flaschenabfüllung ($O_2 < 0,15$ mg/l).

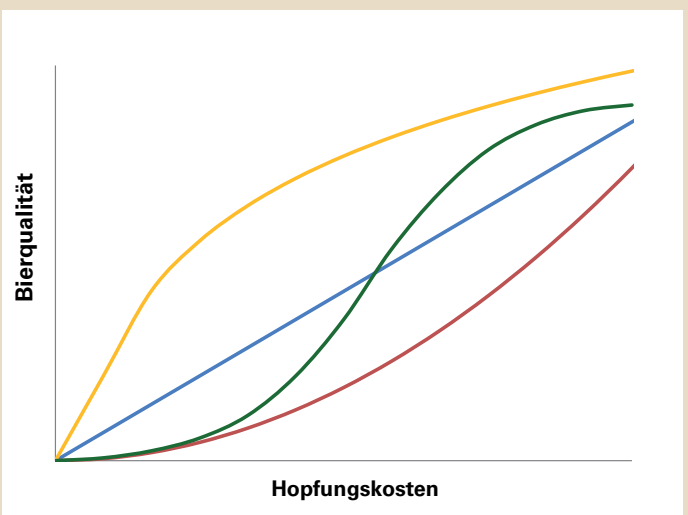


Abb. 1 Mögliche Verläufe der Bierqualität als Funktion der Hopfungskosten (schematisch)

Autoren: Dr. Adrian Forster, Berater des Verbands deutscher Hopfenpflanzer, Fürsteneck, und Andreas Gahr, Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, Forschungsbrauerei, St. Johann

HOPFENGABEN (IN G/HL)

	KB	KM 1	KM 2	KE	WP
Bier0				ISO/10,4	
Bier1	HHS/28,9			HHT/16,0	HHT/16,0
Bier2	HHS/12,0	HHT/62,6		HSR/25,0	HSR/25,0
Bier3	HHS/18,3	TTE/76,0		HSR/25,0	HSR/25,0
Bier4	HHT/40,0	HHT/30,0	TTE/50,0		HSR/50,0

Tab. 1

Das Vergleichsbier wurde mit isomerisiertem Extrakt gebittert, die Versuchsbiere orientierten sich an folgenden Intensitionen.

Die Hopfengaben am Kochende (KE) oder in den Whirlpool (WP) errechnen sich aus einer geforderten Linaloolmenge im Bier.

Die Gaben in der Kochmitte (KM 1 = 30 min nach Kochbeginn, KM 2 = 30 min vor Kochende) richten sich nach den gewünschten Polyphenolmengen.

Die noch benötigte Restbittere ergibt die Dosage an α -Säuren bei Kochbeginn (KB).

Folgende Hopfensorten und -produkte kamen zum Einsatz:

- Isomerisierter Extrakt (Iso);
- Herkules/Pellets 90 (HHS);
- Hallertauer Tradition/Pellets 90 (HHT);
- Tettnanger/Pellets 90 (TTE);
- Saphir/Pellets 90 (HSR).

Die Hopfengaben der fünf Biere wurden wie in Tabelle 1 gezeigt aufgeteilt.

Die Berechnung der Hopfungskosten orientiert sich an dem derzeit gültigen Vorvertragsniveau der Ernte 2010 und ergibt folgenden Vergleich:

- Bier 0: 0,35 EUR/hl;
- Bier 1: 0,47 EUR/hl;
- Bier 2: 0,80 EUR/hl;
- Bier 3: 1,13 EUR/hl;
- Bier 4: 1,24 EUR/hl.

Das Vergleichsbier, gebittert mit Iso-Extrakt, verursacht Kosten von 0,35 EUR/

hl. Würde dieses Bier mit Pellets der Sorte Herkules zu Kochbeginn versetzt, entstünden Kosten von 0,38 EUR/hl auf Vorvertragsniveau oder 0,20 EUR/hl bei den derzeitigen Spotmarktpreisen. Das unterstreicht, dass isomerisierte Hopfenprodukte nicht zwangsläufig Kosten senken.

Versuchsergebnisse

Analysenresultate

Tabelle 2 enthält die üblichen Bieranalysen sowie einige hopfenrelevante Ergebnisse. Eine übliche HPLC-Methode (EBC, im Druck) trennt in spezifische α - und Iso- α -Säuren. Die EBC-Methode 9.8 für Bittereinheiten ist unspezifisch und umfasst neben α - und Iso- α -Säuren auch sonstige Bitterstoffe, die hier als Begleitbitterstoffe bezeichnet werden. Das Verhältnis der Bittereinheiten (BU) zu den Iso- α -Säuren (HPLC) kann somit als Maß für mitdosierte Begleitbitterstoffe an-

gesehen werden. Es steigt mit der Menge an Pellets besonders aus Aromahopfen an. Da auch gealterter Hopfen eine Zunahme von Begleitbitterstoffen verursacht, ist bei Vergleichen und Aussagen darauf zu achten, dass der Frischegrad der verwendeten Pellets ähnlich ist. In zwei Arbeiten (Mitter et al 2009, Forster 2009) wurde ein Zusammenhang zwischen der Menge an dosierten Begleitbitterstoffen, ausgedrückt im Verhältnis BU zu Iso- α -Säuren, und der Qualität bzw. Harmonie der Bierbittere festgestellt.

Zwischen den Analysenresultaten der Biere und den jeweiligen Pelletdosagen wurden graphische Zusammenhänge erstellt. Trotz der wenigen Messpunkte ergaben sich klare Abhängigkeiten mit guten Signifikanzen (Sachs, Statistische Methoden, Springer-Verlag, 1993).

Die Zunahme von Begleitbitterstoffen als Funktion der Dosage von Pellets verdeutlicht Abbildung 2. Der Kurvenverlauf lässt den Schluss zu, dass dieses Verhältnis einer Sättigung entgegengeht. Dies gilt allerdings

BIERANALYSEN

		Bier 0	Bier 1	Bier 2	Bier 3	Bier 4
Stammwürze	GG %	11,7	11,8	11,8	11,6	11,8
Vergärungsgrad	%	80	75	80	76	79
pH		4,22	4,35	4,32	4,30	4,36
Farbe	EBC	3,3	3,3	3,6	3,4	3,6
Iso-α-Säuren	mg/l	15,2	13,1	15,5	13,9	15,2
α-Säuren	mg/l	—	1,4	1,4	1,5	1,4
IBU (EBC)		15	17	21	19	21
IBU : Iso-α		0,99	1,30	1,35	1,37	1,38
Polyphenole (EBC)	mg/l	95	110	132	135	138
Linalool	μ g/l	6	30	54	58	72

Tab. 2

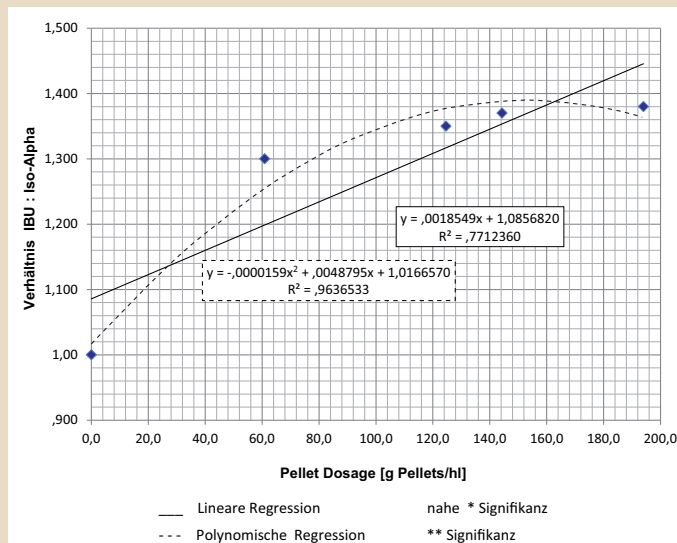


Abb. 2 Verhältnis IBU zu Iso- α -Säuren in den Bieren in Abhängigkeit von der Pelletdosage

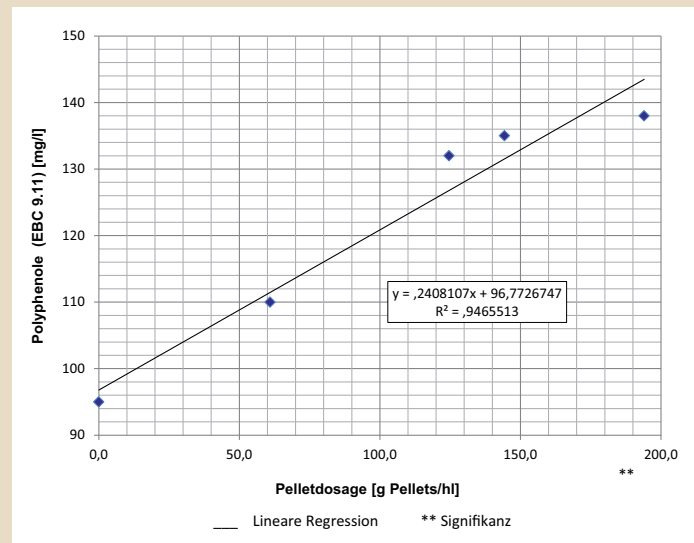


Abb. 3 Gesamtpolyphenole (EBC 9.11) in den Bieren in Abhängigkeit von der Pelletdosage

EINIGE NIEDERMOLEKULARE POLYPHENOLE DER BIERE MIT ZUORDNUNG ZUM ROHSTOFF

(H = Hopfen; M = Malz) (in mg/l)

Substanz	Herkunft	Bier 0	Bier 1	Bier 2	Bier 3	Bier 4
Hydroxybenzoesäure	M	21	22	22	22	23
Procyanidin B3	M/H	1,5	2,0	2,2	2,5	2,4
Kaffeeoylchinasäure	H	0,0	0,5	1,4	1,6	2,1
Catechin	M/H	2,2	3,3	4,6	5,7	5,8
Procyanidin B2*	M	1,7	1,2	1,3	1,3	1,2
Epicatechin	M/H	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3
Ferulasäure	M	1,2	1,4	1,4	1,4	1,5
Peak 193	H	0,0	1,2	2,6	2,8	3,7
Peak 197 *	M	2,9	0,9	1,3	1,1	0,8
Quercetinglucosid	H	0,0	1,0	2,6	3,6	4,3
Kämpferoglucosid	H	0,0	0,4	1,1	1,4	1,7
Isoxanthohumol	H	0,0	0,7	0,7	0,8	0,9
Summe aller niedermolekularen Polyphenole		41	47	57	62	68

* Eindeutige Abnahme in den Pelletbieren gegenüber dem Nullbier

Tab. 3

SENSORISCHES ERGEBNIS DER FÜNF BIERE IN FORM VON PUNKTEN (73 SEMINARTEILNEHMER)

	Bier 0	Bier 1	Bier 2	Bier 3	Bier 4
Intensität des Hopfenaromas	1,9	4,2	5,4	5,9	5,8
Vollmundigkeit	3,5	4,7	5,3	5,6	5,6
Harmonie der Bittere	4,0	5,4	5,5	5,9	5,5
Durchschnitt	3,13	4,77	5,40	5,80	5,63

Tab. 4

nur für frische, ungealterte Pellets. Die lineare Regression weist einen geringeren Korrelationskoeffizienten auf als eine polynomische mit einer 2-Stern-Signifikanz.

Hopfen ist reich an Polyphenolen, so dass zwangsläufig mit der Menge an dosierten Pellets die Polyphenolwerte im Bier

zunehmen. Abbildung 3 zeigt den Zusammenhang zwischen den Pelletdosagen und dem Gehalt an unspezifisch analysierten Polyphenolen (EBC-Methode 9.11) in den fünf Bieren. Obwohl nur fünf Messwerte vorliegen, ergibt eine lineare Regression eine 2-Stern-Signifikanz.

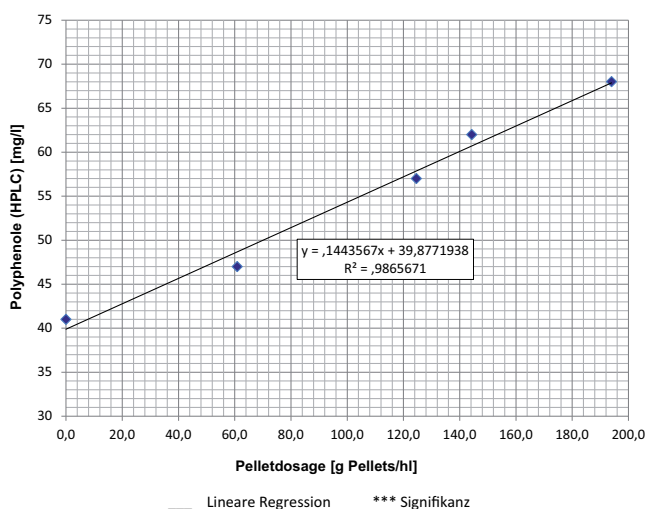


Abb. 4 HPLC-Polyphenole in den Bieren in Abhängigkeit von der Pelletdosage

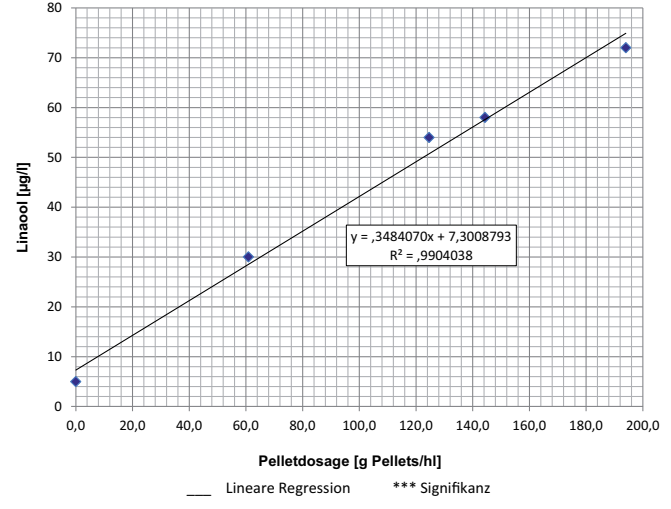


Abb. 5 Linaloolgehalt in den Bieren in Abhängigkeit von der Pelletdosage

Parallel zur EBC-Methode gelangte auch eine HPLC-Methode zur Bestimmung niedermolekularer Polyphenole in Bier zum Einsatz. 51 Peaks konnten identifiziert und quantifiziert werden. Tabelle 3 zeigt die Gehalte von zwölf ausgewählten Substanzen, von denen einige nur vom Malz oder vom Hopfen stammen. Andere sind in beiden Rohstoffen vertreten. In der Tabelle ist auch die Summe aller quantifizierten Verbindungen in den Bieren angegeben. Diese Werte sind analog zu den unspezifischen Polyphenolen in Abbildung 4 über die Pelletdosagen aufgetragen. Eine lineare Regression errechnet sich mit einer 3-Stern-Signifikanz.

Linalool ist nach allgemeiner Auffassung ein Indikator für ein sensorisches Hopfenaroma in Bier. Im Nullbier wurden bereits 6 µg/l analysiert, was mit einer Resorption aus der Hefe erklärt werden kann. Die Linaloolgehalte in den fünf Bieren sind in Abbildung 5 als Funktion der Pelletmengen dargestellt. Auch hier liegt eine sehr klare 3-Stern-Signifikanz vor.

Sensorik

Die fünf Biere wurden von 73 Seminarteilnehmern verdeckt verkostet, die Zusammensetzung der Gruppe war eher heterogen. Neben erfahrenen Verkostern saßen ungeschulte Personen, die man als kritische Konsumenten ansehen könnte. Umso interessanter, wenn nicht gar wertvoller, sind sensorische Erkenntnisse aus diesem Mix von Probanden. Die Ergebnisse wurden unmittelbar ausgewertet und den Seminarteilnehmern präsentiert.

Gefragt war nach der Intensität des Hopfenaromas, der Vollmundigkeit der Biere und der Harmonie der Bittere und zwar von 0 bis 10 Punkten. In Tabelle 4 sind die durchschnittlichen Punkte gelistet. Die Abbildungen 6a, 6b und 6c verdeutlichen den Zusammenhang zwischen den Punkten für Hopfenaroma, Vollmundigkeit und Harmonie der Bittere in den Bieren und den Dosen an Pellets.

Für alle drei Merkmale sind den linearen Regressionen die polynomischen Abhängigkeiten gegenübergestellt. Auch wenn die polynomischen Berechnungen unter streng mathematischen Aspekten Zweifel auslösen könnten, sind die Resultate klar und stringent. Die abfallenden Verläufe der polynomischen Kurven ergeben sich lediglich aus den Berechnungen. Wahrscheinlicher ist eine Sättigung ohne Abfall. Eine lineare Regression vorausgesetzt ergibt immerhin für das Hopfenaroma und die Vollmundigkeit der Biere eine Signifikanz trotz der sehr wenigen Messpunkte. Die Signifikanzen der polynomischen Berechnungen sind eindeutig. Abgesicherte Unterschiede bestehen in den drei Merkmalen zwischen allen vier Pelletbieren und dem Vergleichsbier sowie zwischen Bier 1 und den übrigen Pelletbieren im Hopfenaroma. In der Vollmundigkeit heben sich Bier 3 und 4 zusätzlich vom Bier 1 ab. Lediglich Tendenzen lassen sich zwischen Bier 2 und 3/4 ableiten. Im Punktedurchschnitt liegt Bier 3 etwas vor Bier 4, knapp gefolgt von Bier 2. Der Abstand zu Bier 1 beträgt bereits fast einen Punkt. Zwischen Bier 1 und dem Vergleichsbier beträgt der Abstand 1,64 Punkte.

Die Seminarteilnehmer bewerten demnach den Einsatz von Aromapellets eindeutig positiv. Abbildung 7 ergänzt dieses Ergebnis mit dem Geschmacksergebnis über den Hopfungskosten aufgetragen.

Auch bei einem eher schwach gebitterten Bier kann demnach durch den Einsatz von Aromahopfen gerade in mittleren und späten Gaben eine deutliche Geschmacksverbesserung erzielt werden. Interessant ist, dass dies nicht nur bei hopfentypischen Kriterien wie Hopfenaroma oder Harmonie der Bierbittere, sondern auch bei der Vollmundigkeit zur Geltung kommt. Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, dass trotz eines um durchschnittlich fünf Bittereinheiten höheren Niveaus in den Pelletbieren die Harmonie der Bittere besser bewertet wird. Begleitbitterstoffe verbessern die Qualität der Bittere ohne ihre Intensität

Abb. 6a Hopfenaroma in Abhängigkeit von der Pelletdosis

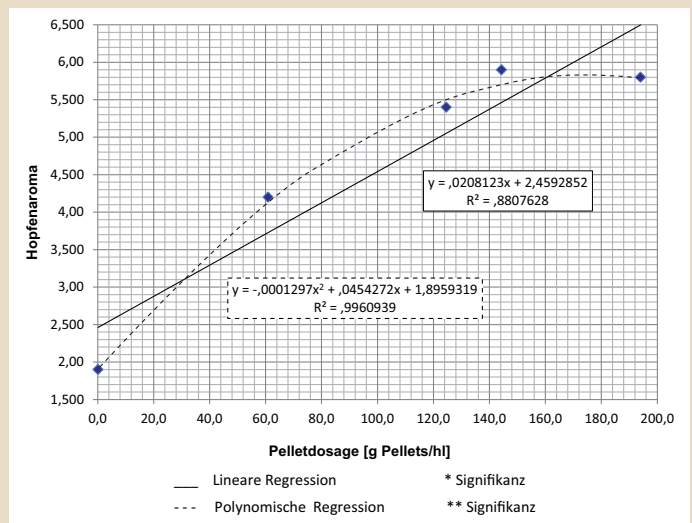


Abb. 6b Vollmundigkeit in Abhängigkeit von der Pelletdosis

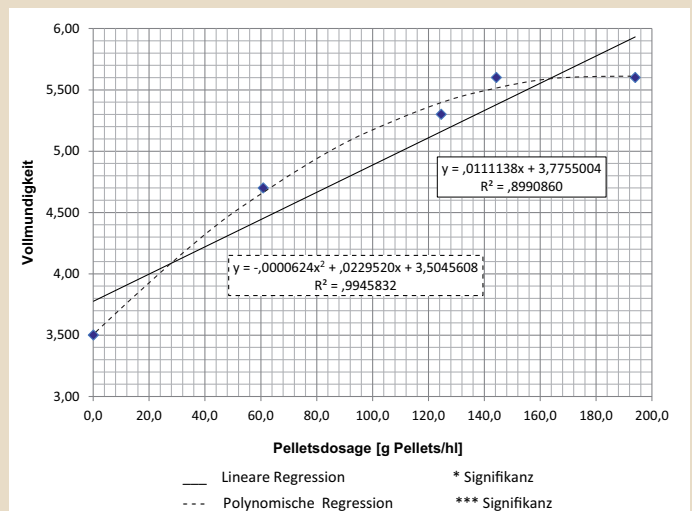
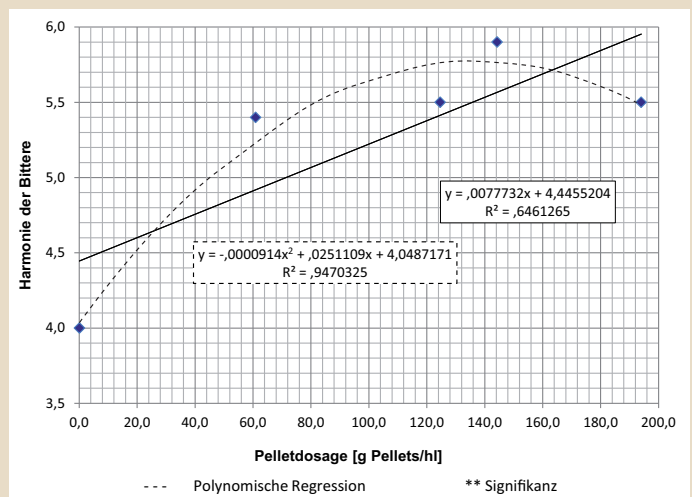


Abb. 6c Harmonie der Bittere in Abhängigkeit von der Pelletdosis



entsprechend zu steigern. Zwangsläufig wirft das Ergebnis dieser kleinen Versuchsreihe viele Zusatzfragen auf. Dass aber mittlere und späte Aromahopfungaben ein auch schwach gebittertes Bier sensorisch aufwerten, konnte eindrucksvoll nachgewiesen werden. Es gilt allerdings ebenso, dass diese Feststellungen nur bei Einsatz deutlicher

Aromahopfenmengen gerechtfertigt sind. Ein positiver Effekt bei Kochbeginn war in dieser Versuchsserie nicht zu erkennen.

Zusammenfassung

In der Forschungsbrauerei St. Johann wurden fünf Biere mit geschmacksneutralem Grundcharakter und niedrigem Bitterni-

veau eingebracht. Dem Vergleichsbier, mit Iso-Extrakt gebittert, standen vier Biere mit steigenden Aromapelletanteilen gegenüber. Entsprechend der eingesetzten Pelletmengen steigen die Gehalte an Gesamtpolyphenolen nach EBC, niedermolekularen Polyphenolen und Linalool an. Gleiches trifft für das Verhältnis der Bittereinheiten Iso-a-Säuren, einem Maß für sensorisch positive Begleitbitterstoffe, zu.

Die Biere wurden von den 73 Teilnehmern des 1. Deutschen Hopfentages in Tettngang am 21. August 2009 verkostet. Der Zufallspanel setzte sich aus geübten Verkostern und Personen, die kritischen Konsumenten zugeordnet werden könnten, zusammen, was die Resultate eher aufwertet. Das fehlerfreie Vergleichsbier konnte durch Einsatz von Aromahopfen in den Kriterien Hopfenaroma, Harmonie der Bittere und Vollmundigkeit deutlich verbessert werden. Der Sensorikpanel der Forschungsbrauerei St. Johann kam zu einem ähnlichen Ergebnis. Betont wird nochmals, dass auch ein hopfenatypisches Merkmal, nämlich die Vollmundigkeit des Bieres, durch Einsatz von Aromahopfen spürbar

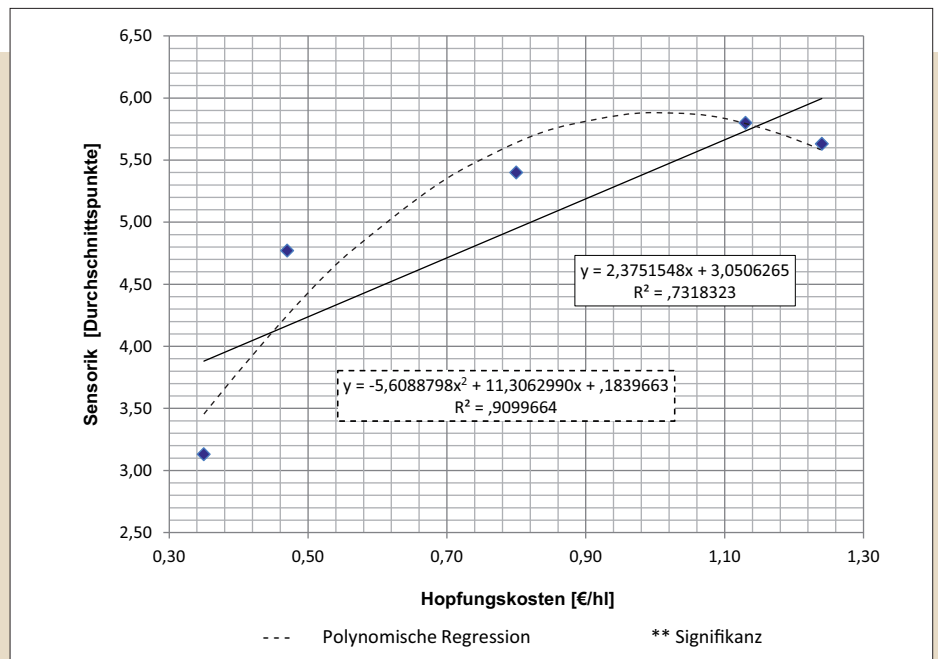


Abb. 7 Sensorische Durchschnittspunkte der Biere in Abhängigkeit von den Hopfungskosten

angehoben werden kann. Wichtig sind auch die Begleitbitterstoffe von Aromahopfen, die – ohne die Intensität der Bierbittere deutlich anzuheben – die Qualität bzw. Harmonie der Bittere verbessern. Für die höhere sensorische Qualität von Bieren ist folglich

die Ausgewogenheit zwischen Aroma- und Bitterstoffen sowie den Polyphenolen von Aromahopfen entscheidend. Das hat insbesondere dann Gültigkeit, wenn nicht symbolische, sondern substantielle Mengen an Aromahopfen dosiert werden. ■