



Ursachen für die Flut an neuen Hopfensorten und Orientierungshilfen im Sortendschungel

Florian Schüll (f.schuell@hvg-germany.de)
und Adrian Forster

agraria  **Workshop 2018**

The logo for agraria features a stylized green mountain range with a white swoosh at the base, set against a green background.

Entwicklung der Hopfensorten in Deutschland

Bis Ende der 50er Jahre wurden in Deutschland ausschließlich 4 Sorten angebaut



Hallertauer
Mittelfrüh



Spalter



Tettnanger



Hersbrucker
Spät

Als erste Bittersorten wurden ab 1960 englische Sorten wie Northern Brewer und Brewers Gold gepflanzt

Die deutsche Züchtung orientierte sich zu dieser Zeit immer noch in Richtung Aroma:
Hüller Anfang, Hüller Start; Hüller Bitterer, Star und Hallertauer Gold (alle wenig erfolgreich)
Durchbruch gelang erst 1976 mit der Sorte Perle

Ab den 70er aus Kostengründen Fokus immer mehr auf Hochalpha Sorten
1993: Magnum, 1995: Taurus, 2001: Merkur, 2006 Herkules

Parallel dazu ging das Interesse an Aromasorten weltweit zurück, dennoch blieb die Züchtung hier nicht stehen: 1993: Hallertauer Tradition & Spalter Select, 2001: Opal, 2002: Saphir, 2003: Smaragd

2017 in Deutschland: 5 Land-, 6 Aromazucht-, 6 Bitter-, 6 Flavour-, 1 Dual-Purpose Sorte

Konsequenzen der Craft-Bier-Szene

- Hopfen ist zu einem wesentlichen Differenzierungsmerkmal für Biere geworden.
 - Die Szene lechzt nach neuen, ungewohnten Geschmackseindrücken.
 - Der Schwerpunkt bei der Züchtung liegt bei „Special Flavor Hopfen“. Das sind solche mit einer völlig neuen Aromawelt wie fruchtig, citrusartig, exotisch....
 - Von 20 neuen Sorten der letzten 5 Jahre in D, AUS, NZ und USA sind 18 Special Flavor Sorten. Wir haben es wirklich mit einer Flut zu tun.
 - Im Jahr 2016 existierten 242 registrierte Sorten: 58 Bitter, 151 Aroma incl. der Special Flavors, 33 Dual Purpose.
 - US-Craft Brauer dürften etwa 135 verschiedene Hopfensortenorten einsetzen.
- **Man kann also mit einiger Berechtigung von einer Flut an Sorten sprechen.**

Was löst der Run auf neuartige Sorten zusätzlich aus?

- Die Züchtung von Sorten kann zu einem lukrativen Geschäft werden.
 - Nicht nur die etablierten staatlichen Institutionen wie in D, SLO, CZ sind aktiv, sondern viele private Züchter schießen wie Pilze aus dem Boden.
 - USA: Die staatlich geförderte Züchtung ist fast am Boden, es gibt ca. 10 private Züchter.
 - AUS, NZ und UK: es existieren nur private Züchter.
 - Deutschland: Neben der dominanten GfH in Hüll dürften derzeit bereits 4-5 private Züchter aktiv sein.
 - Die meisten der neuen Züchtungen sind geschützt und stehen nicht oder nur gegen Lizenzgebühren den Pflanzern zur Verfügung. Hüll vergibt keine Lizenzen an ausländische Pflanzler z.B. in Österreich.
- **Private Züchter, worunter z.B. in den USA die großen Handelsfirmen zählen, bewerben ihre neuen Sorten verständlicherweise intensiv, was eine neutrale Bewertung nicht erleichtert.**

Allgemeine Züchtungsziele

Agronomische Aspekte:

- Ertrag in **to/ha**
- Bei Bitterhopfen Alpha-Ertrag in **Kg Alpha/ha**; der Pflanze verkauft häufig kg Alpha.
- **Geringer Arbeitsaufwand** für den Pflanze z.B. beim Anleiten, Ernten etc.
- **Toleranz gegenüber Pilzkrankheiten** und **Abwehrkräfte gegenüber Insektenbefall**, um den Einsatz von teuren Pestiziden zu verringern
- **Klimatoleranz**; heiße und trockene Sommer nehmen zu

Qualität für Brauer:

- Zusätzlich zum Alpha Merkmale bei Bitterhopfen wie z.B. **Cohumulon und Beta : Alpha**
- Bei „normalen“ Aromahopfen für späte Gaben spielt das Alpha keine entscheidende Rolle; der Fokus sollte auf der Aromaergiebigkeit liegen, > Begriffe wie **Aromapotential oder Aromakapazität** sind zu hinterfragen.
- **Special Flavor Hopfen** werden oft zum Hopfenstopfen eingesetzt. In der **Ausprägung von Aroma** sind fast keine Grenzen gesetzt. Einige sind aber sehr wohl auch als späte Aromagaben gut geeignet.

Wohin tendiert die Landwirtschaft allgemein?

- Derzeit liegt der Schwerpunkt auf einer ökonomischen Nahrungsmittelerzeugung. Da wird sich großflächig wohl auch nicht viel ändern, aber...
- Wie entwickelt sich die Situation beim Pflanzenschutz? Nehmen Restriktionen zu? Die Entwicklung von neuen Mitteln rechnet sich häufig nicht mehr für kleinere Sonderkulturen.
- Nimmt der Trend zum ökologische(re)n Anbau wirklich deutlich zu, oder bleibt das eine Nische? Sind hier sinnvolle Zwischenlösungen denkbar und nicht nur die Schwarz-Weiß-Modelle?
- Wird es eine „sanfte“ und akzeptierte Gentechnik geben, nach dem Motto: lieber eine derartige Technik ohne/mit wenig Pflanzenschutzmittel als 8 Anwendungen mit den entsprechenden Rückständen im Hopfen und Bier?

Nebenfrage: Wohin hat uns eine spezifische Nachfrage einer großen Brauerei gebracht, den Hallertauer mfr. in der Hallertau wieder zu beleben? Haben wir dadurch die Welke revitalisiert und derzeit Probleme damit? Nicht jede Nachfrage kann unkritisch gesehen werden.

Fasst man die Probleme besonders bei Pflanzenschutz und Klimawandel zusammen, wird der Brauer auf längere Sicht näher am Rohstoff sein müssen. Es ist fraglich, ob es das Sortenportfolio von heute in 20 Jahren noch gibt.

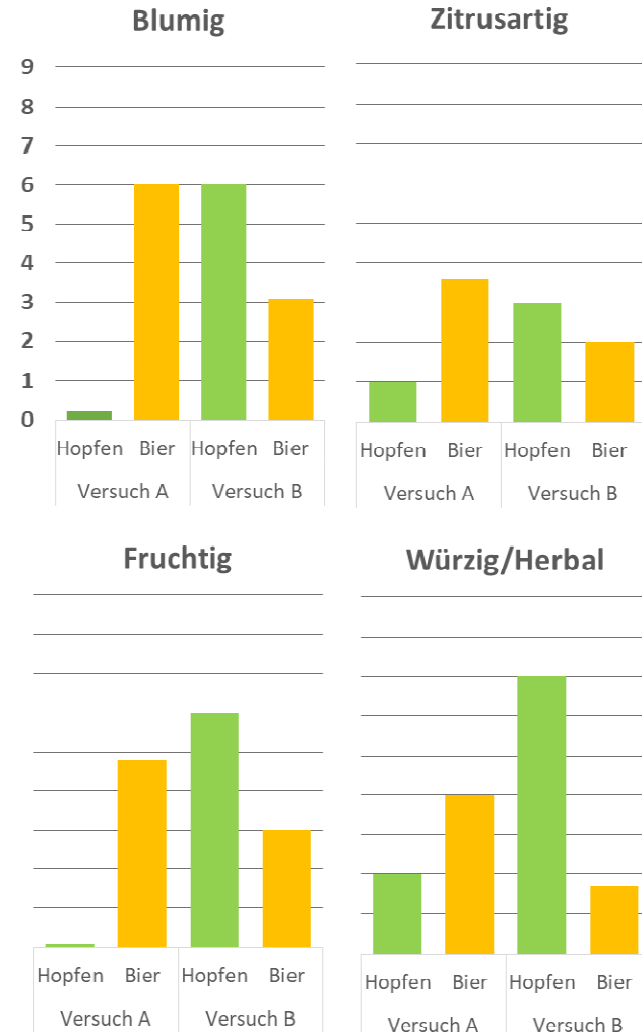
Sensorische Charakterisierung von Hopfensorten



Sensorische Beschreibungen leiden unter dem Mangel an standardisierten Terminologien (letztlich haben die Hopfenfirmen individuelle Führer, die schwierig miteinander vergleichbar sind)

Bei Vergleichen zwischen sensorischen **Bewertungen von Hopfensorten** und **daraus hergestellten Bieren** besteht oft **kein oder nur geringer Zusammenhang**.
Ausnahme: Hopfenstopfen

Sensorik Hopfen vs. Bier



Zwei Beispiele einer chemischen Charakterisierung

1. CMA-Sortenmappe aus 2004/2005

		Hallertauer Mittelfrüh	Spalter	Hallertauer Tradition	Perle	Opal
α-Säuren	Gew.-%	3 - 5,5	2,5 - 5,5	4 - 7	4-9	5 - 8
β-Säuren	Gew.-%	3 - 5	3 - 5	3 - 6	2,5 - 4,5	3,5 - 5,5
Cohumulonanteil	% rel.	18 - 28	22 - 29	24 - 30	29 - 35	13 - 17
Polyphenole	Gew.-%	4 - 5	5 - 6	4 - 5	3 - 5	3 - 5
Hopfenöl	ml/100g	0,7 - 1,3	0,5 - 0,9	0,5 - 1,0	0,5 - 1,5	0,8 - 1,3

Nahezu alle Merkmale überlappen sich. Wo bleibt eine Differenzierung?

2. Hopfenbuch, Seite 137 und Pocket Guide 2016 des deutschen Hopfenpflanzerverbandes

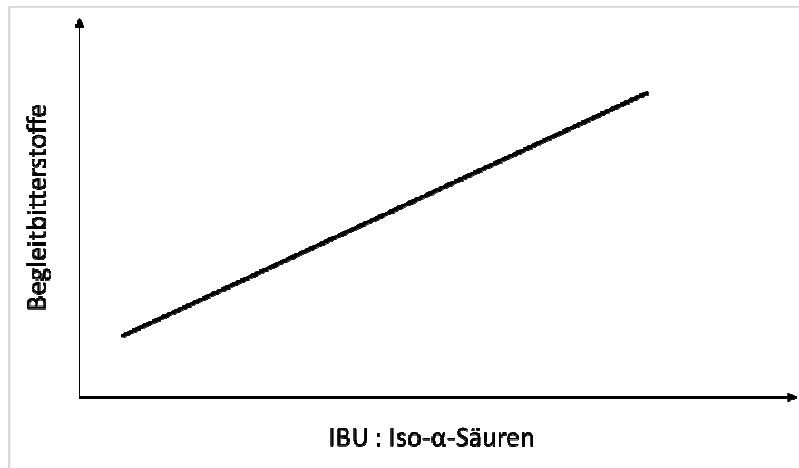
		Hallertauer Mittelfrüh	Spalter	Hallertauer Tradition	Perle	Opal
α-Säuren	Gew.-%	4,1	4,1	6,2	7,4	7,9
β:α		1,3	1,3	0,8	0,7	0,8
Cohumulonanteil	% rel.	21	24	26	30	15
Polyphenole	Gew.-%	4,6	5,3	4,3	4,1	3,7
Xanthohumol	Gew.-%	0,27	0,34	0,41	0,55	0,41
Gesamtöl	ml/100g	0,85	0,60	0,70	1,30	0,95
Linalool	mg/100g	6	4	7	4	11
Farnesen	% vom Öl	< 3	> 10	< 5	< 0,5	< 3
β-Caryophyllen : Humulen		0,29	0,28	0,28	0,31	0,34

- Hier sind nur langjährige Mittelwerte gebildet, die nicht alle Eventualitäten einzelner Ernten berücksichtigen;
Differenzierung ist unter Berücksichtigung des Jahrganges möglich.

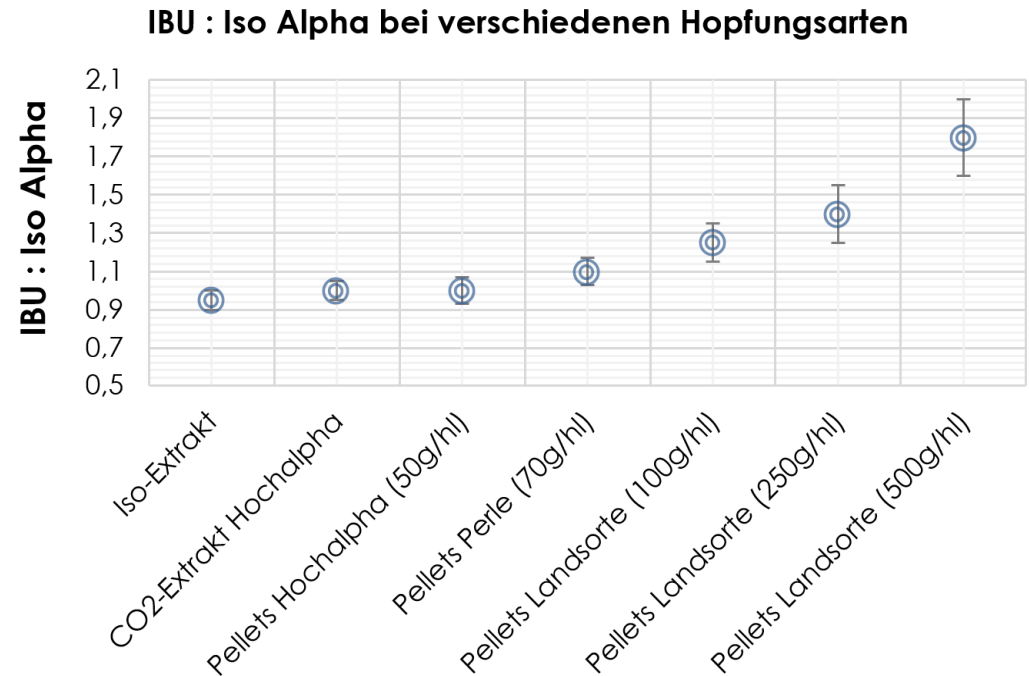
Begleitbitterstoffe

Unbestritten ist, dass die Iso- α -Säuren entscheidend für die Bierbittere sind. Allerdings tragen die sogenannten **Begleitbitterstoffe** des Hopfens sowohl **quantitativ als auch besonders qualitativ zur Bittere** bei.

$$\text{relative Menge an Begleitbitterstoffen} = \frac{\text{Bitterstoffe IBU (photometrisch, EBC 9.8)}}{\text{Gehalt iso - alpha - Säuren (HPLC, EBC 9.47)}}$$

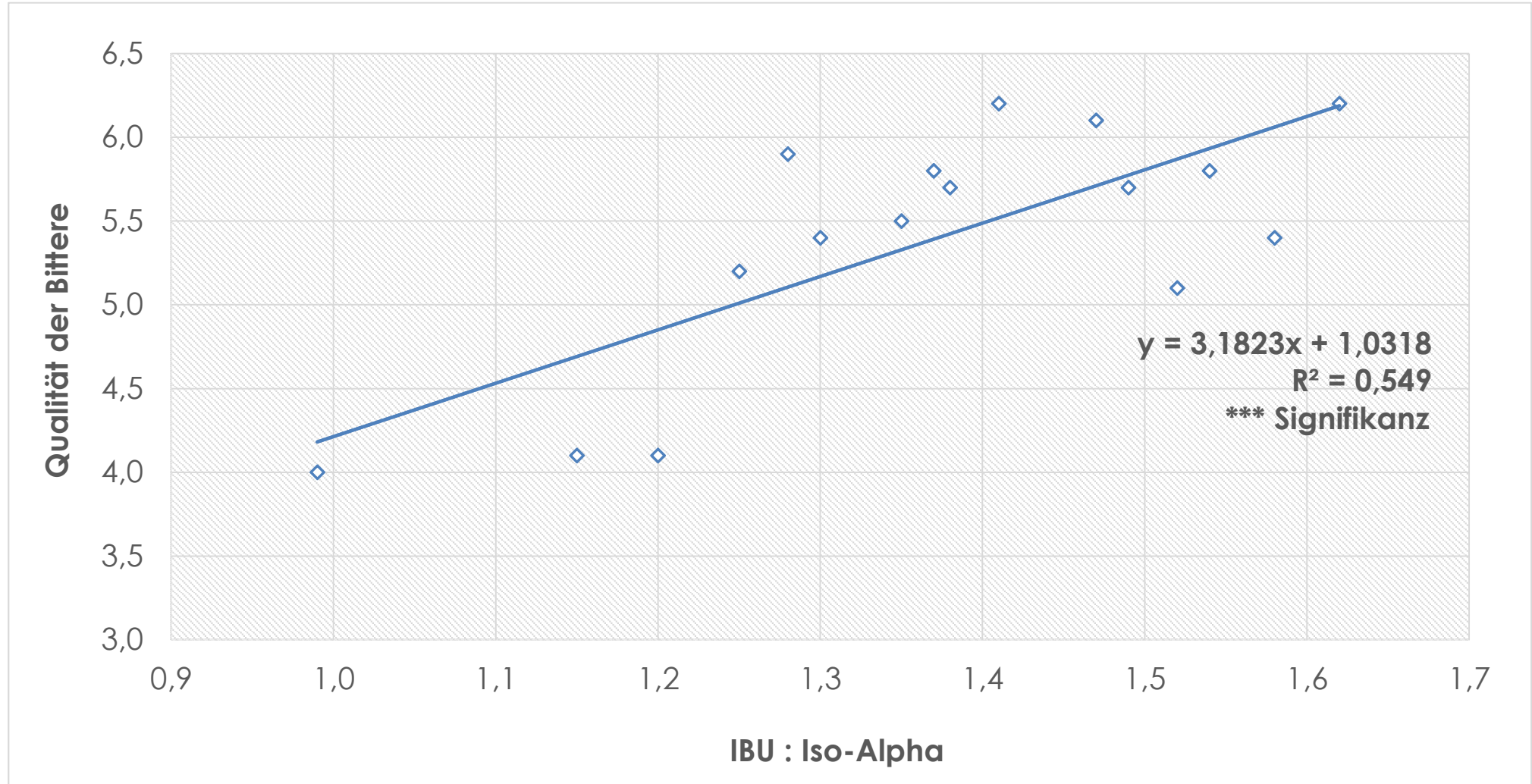


Je größer die Differenz zwischen den unspezifischen Bittereinheiten und den spezifischen Iso- α -Säuren ist, desto mehr tragen diese sonstigen Bitterstoffe zum Messwert der IBU bei.



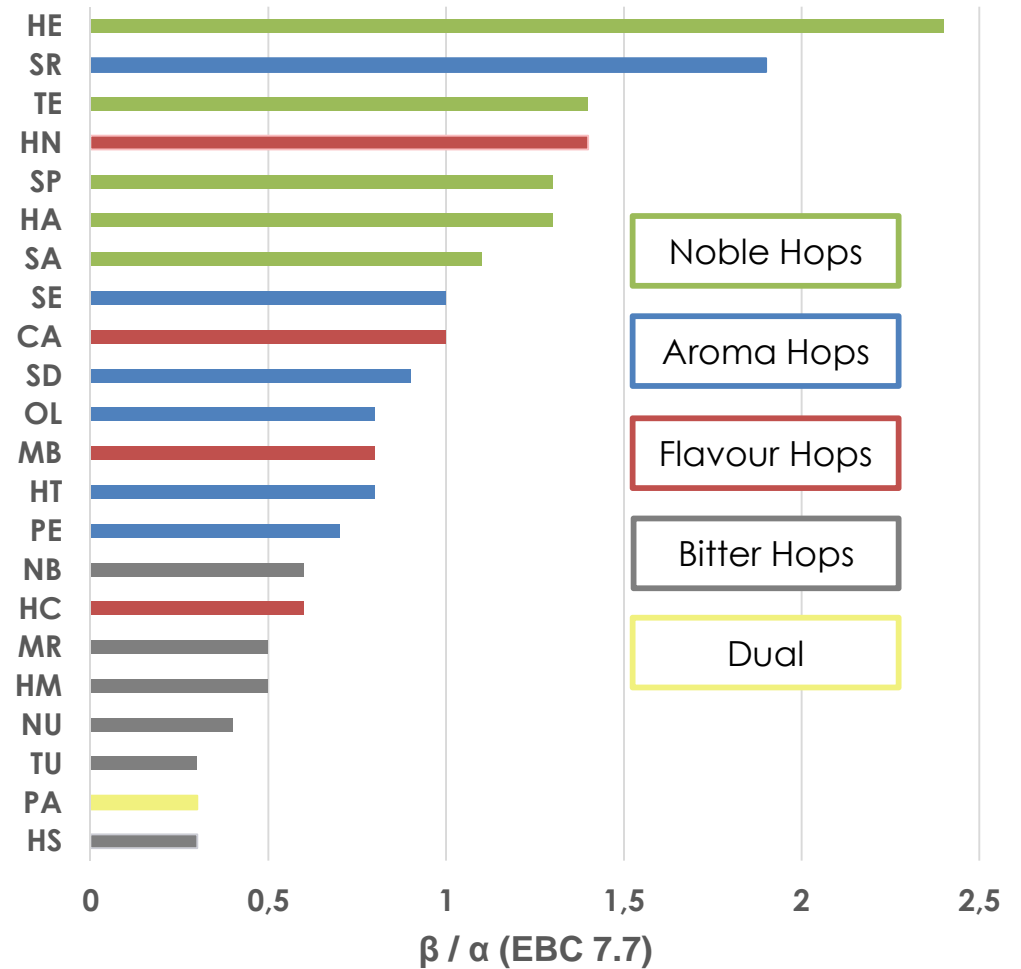
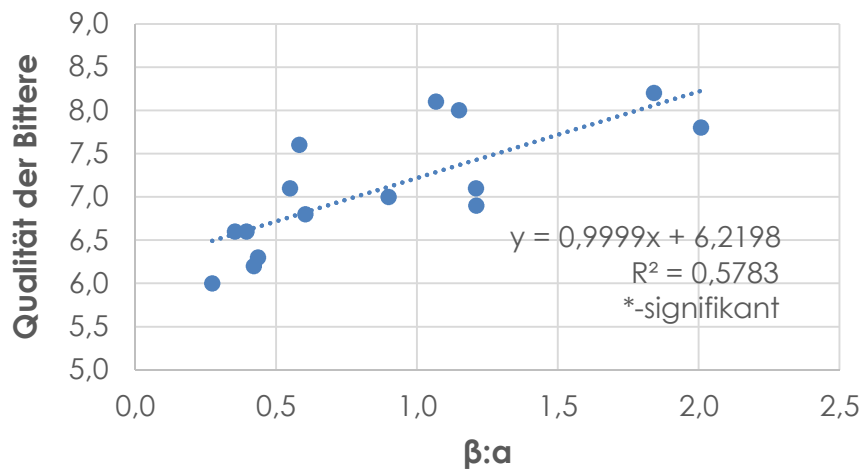
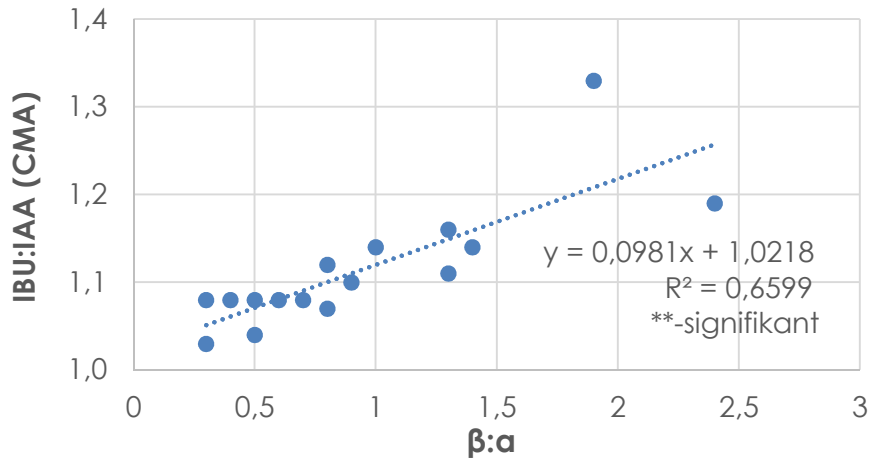
Begleitbitterstoffe

Zusammenfassung diverser eigener Brauversuche



Begleitbitterstoffe

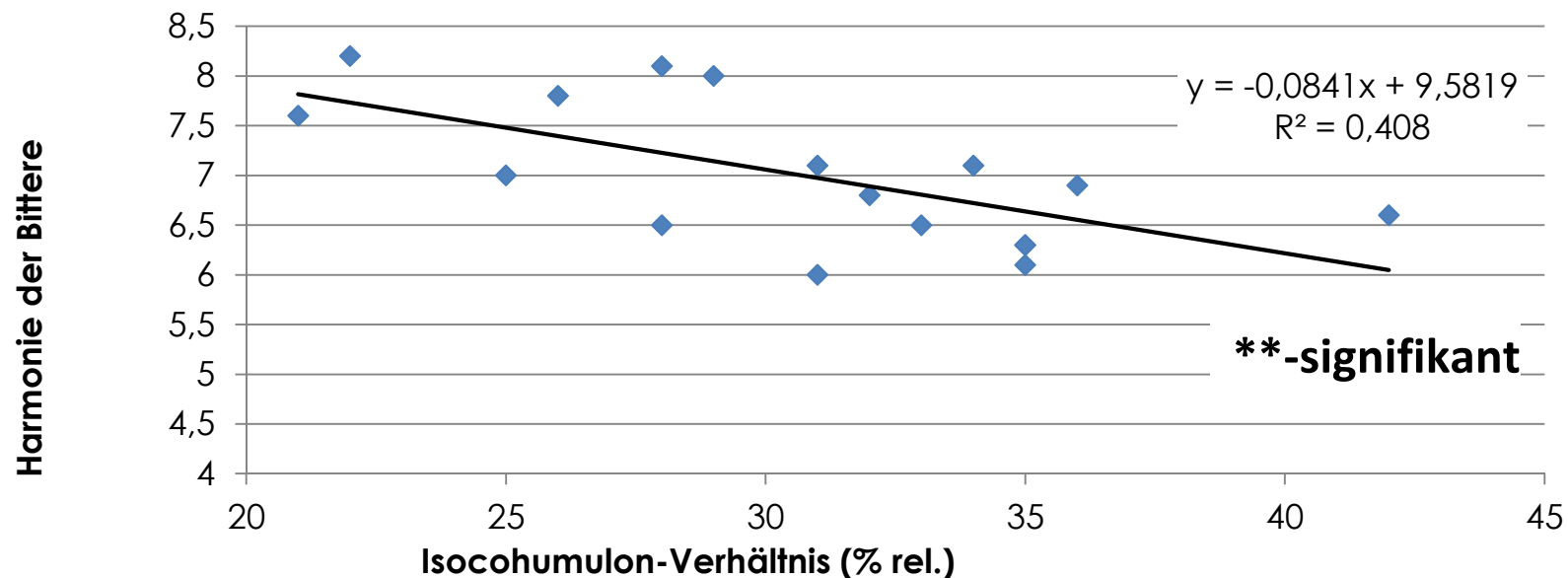
Eine Vielzahl von Begleitbitterstoffen lässt sich von den β -Säuren ableiten



Quelle: Pocket Guide

Isocohumulonanteil im Bier und Cohumulonanteil im Hopfen

Die ältere Beobachtung/Lehrmeinung, ein niedriger Isocohumulonanteil sei für die Bierbittere positiv, wurde zwar bis vor einigen Jahren angezweifelt. Heute ist die These durch Forschungsarbeiten mit neuester Analysetechnik erhärtet.



Das Ziel einer angenehmen Bittere ist demnach mit Hopfensorten leichter zu erzielen, die einen niedrigen Cohumulonanteil und hohen Anteil Beta zu Alpha aufweisen.

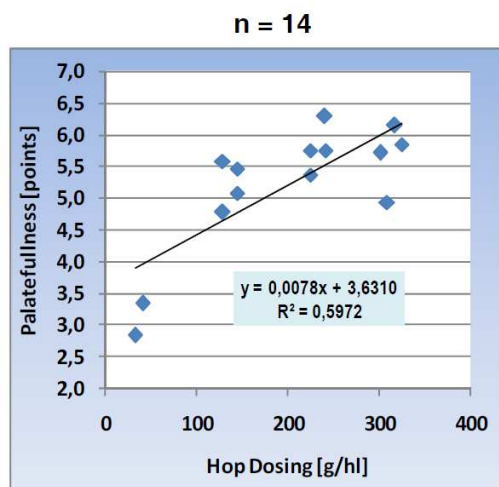
Diese beiden Kennzahlen sind sinnvoll, zusätzliche derzeit nicht in Sicht.

Hopfenpolyphenole sind wertvolle Komponenten

Hopfen enthält eine Vielzahl von niedermolekularen Polyphenolen, die es in dieser Form z. B. in Malz nicht gibt:

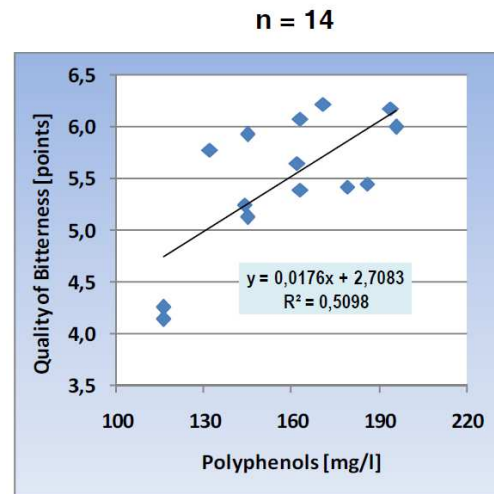
- Prenylflavonoide, Hauptvertreter Xanthohumol
- Kämpferol-, Quercetin-, und Multifidol-Glycoside

Diesen Substanz(gruppen) sind wenig trübungsaktiv, tragen positiv zu einer milden Bierbittere und zur Vollmundigkeit von Bieren bei.



** significant

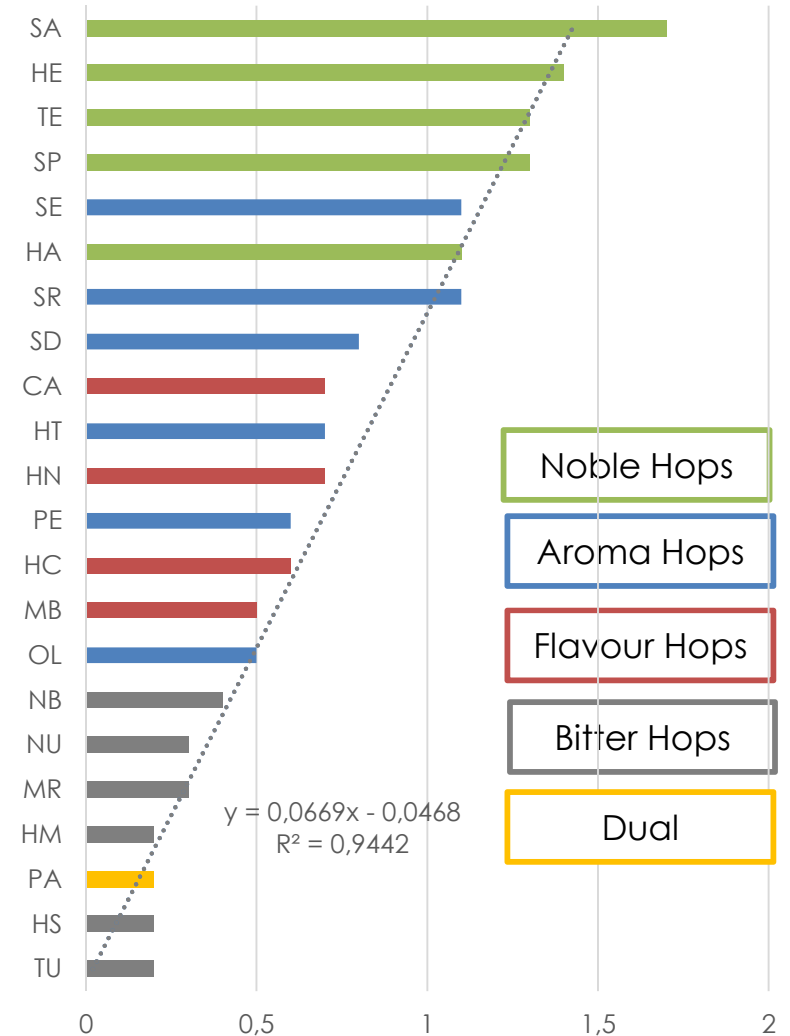
Vollmundigkeit = F(Pelletdosage)



** significant

Qualität der Bittere = F(Polyphenole)

Gesamtpolyphenole / Alpha [EBC 7.14]



Vorschlag für Kennzahlen bei Polyphenolen

Es gibt zwei Methoden zur Bestimmung von Polyphenolen:

- **Gesamtpolyphenole (PP)** nach EBC 7.14; eine unspezifische Färbemethode mit Catechin als Indikatorsubstanz; Die Mengenangabe in Gew.-% ist mit nur einer Kalibriersubstanz etwas zweifelhaft.
- **Niedermolekulare Polyphenole (nmPP)** werden mittels HPLC einzeln ermittelt. Die Bildung von Substanzgruppen wie Prenylflavonoiden, Proanthcyanidinen, Flavanolen, Hydroxyzimtsäuren, Flavanoiden und Multifidolen bietet sich an.
- Ein interessantes Problem bei den Polyphenolen lässt sich an einem Beispiel beschreiben: Eine Probe enthalte 5,0 % PP und 2,0 % nmPP; was sind die 3,0 %? Mehr als die Hälfte der PP sind bisher weder chemisch beschrieben noch ist ihre Wirkung bekannt.

Kennzahlen sind einmal die Mengen an Substanzgruppen und das Verhältnis von PP zu nmPP, das zwischen 0,15 und 0,30 liegen kann.

An diesen Daten arbeiten wir derzeit.

Ältere und neue Erkenntnisse zu Hopfenaromastoffen

Aus solchen analytischen Vergleichen etablierten sich (Vor)urteile wie:

"**Myrcen** ist **negativ** einzuschätzen, da es die dominante Substanz in Bitterhopfen ist"

"**Sesquiterpene**, besonders **Farnesen**, sind **positiv** zu bewerten"

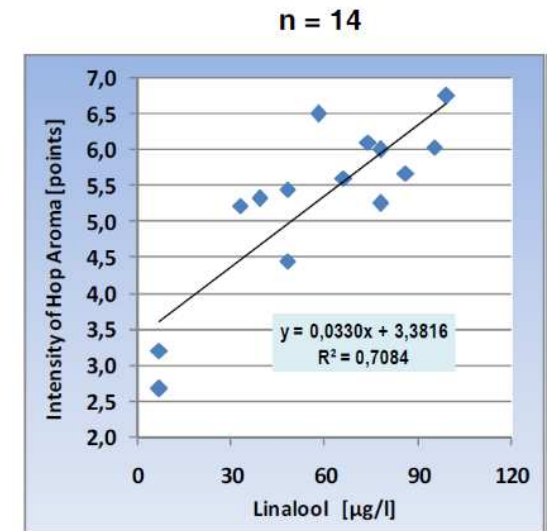
"**Ester** als Reinsubstanzen gerochen, mit meist fruchtigen und aufdringlichen Aromanoten, sind **negativ** besetzt"

"**Schwefelhaltige** Substanzen sind **unangenehm in Hopfen und Bier**, da konzentrierte Einzelsubstanzen extrem negative Eindrücke hervorrufen.

Insbesondere das Fehlen von robusten Analysemethoden zum Nachweis von Aromakomponenten im Bier war der Grund, warum sich Vorurteile so lange halten konnten.

Heute weiß man:

- Auch intensive späte Hopfengaben in die heiße Würze bewirken **keine Gehalte an Mono- oder Sesquiterpenen**, die auch nur annähernd in die Nähe von deren sensorischen Schwellenwerte gelangen könnten.
- Es sind die besser **löslichen sauerstoffhaltigen Substanzen** wie besonders Alkohole (**Linalool, Geraniol**) und **Ester**, die den Brauprozess bei **späten Gaben überstehen**. Die Ausbeuten bis ins fertige Bier reichen von ca. 10 bis 50 % bezogen auf den eingesetzten Hopfen.
- **Schwefelhaltige Substanzen** können in niedrigen Konzentration **sehr fruchtig wirken**. 4 MMP in konzentrierter Form: Katzenurin, in der Konzentration wie es in Hopfen vorkommt: Schwarze Johannisbeere



*** significant

Was sagen die Begriffe Aromapotential oder Aromakapazität aus?

Vergleich der zwei Aromastoffe Myrcen und Linalool

		Myrcen	Linalool
Gehalt im Hopfen	mg/100g	1000	10
Transferrate bei später Hopfung	% rel.	< 1	20-50
Gehalt im Bier bei 100 g/hl	µg/l	< 100	ca. 40
Sensorischer Schwellenwert im Bier	µg/l	> 150	10-20
Aromakapazität vorhanden		NEIN	JA

Das im Hopfen dominante Myrcen kann sich im Bier nicht bemerkbar machen, wohl aber Linalool!

Vergleich der zwei Hopfensorten Perle und Saphir

		Perle	Saphir
Gehalt an α -Säuren	Gew.-%	7,4	4,1
Gehalt an Linalool	mg/100 g	4	10
Dosage von Linalool	µg/l	40	100
Ausbeute Linalool	% rel.	30	30
Linalool im Bier	µg	12	30

Perle hat gegenüber Saphir ein deutlich niedrigeres Aromapotential!

Das Hopfenöl besteht aus zwei Fraktionen:

- **Kohlenwasserstofffraktion (KWF)** mit allen Mono- und Sesquiterpenen (Myrcen, Humulen...); Diese Komponenten sind fast unlöslich in Würze und Bier, sie besitzen (nahezu) kein Aromapotential.
- **Sauerstofffraktion (SF)** mit Estern, Alkoholen, Ketonen und Epoxiden; Diese Komponenten sind generell (zwar unterschiedlich) löslich in Würze und Bier und repräsentieren das Aromapotential eines Hopfens.

Im Hopfenöl dominiert mengenmäßig die eigentlich wenig wirksame KWF mit 65 bis 85 %; interessant ist allerdings der Anteil der löslichen und damit wirksamen SF mit 15 bis 35 %.

Zur Bestimmung der KWF und der SF ist eine gaschromatographische Analyse notwendig, aus der noch zusätzliche Informationen abgeleitet werden können.

Kennzahlen von Aromastoffen

Vergleich von erntefrischen Hersbrucker, Saphir, Mandarina Bavaria und Polaris (Ernte 2017)

		Hersbrucker	Saphir	Mandarina Bavaria	Polaris
Gesamtöl	ml/100g	1,0	1,4	1,9	3,8
Summe aller GC-Substanzen	Gew.-%	0,95	1,15	1,56	3,31
Monoterpene (Myrcen)	Gew.-%	555	849	971	1941
Sesquiterpene	Gew.-%	279	167	367	897

Kennzahlen von Aromastoffen

Vergleich von erntefrischen Hersbrucker, Saphir, Mandarina Bavaria und Polaris (Ernte 2017)

		Hersbrucker	Saphir	Mandarina Bavaria	Polaris
SF	Gew.-%	116	130	226	470
SF in % der Summe	% rel.	12,2	11,3	14,5	14,1
Summe aller Ester	mg/100g	43	46	167	395
Linalool	mg/100g	8	7	4	7
Geraniol/Geranylacetat	mg/100g	1/0	2/0	12/1	8/24
Summe der Sesquiterpenalkohole	mg/100g	45	20	22	16
Summe der Ketone	mg/100g	9	37	22	40
Summe der Epoxide	mg/100g	8	3	4	11

Kennzahlen von Aromastoffen

Vergleich von erntefrischen Hersbrucker, Saphir, Mandarina Bavaria und Polaris (Ernte 2017)

		Hersbrucker	Saphir	Mandarina Bavaria	Polaris
Ester in % der SF	% rel.	37,1	50,8	73,9	84,0
MTA in % der SF	% rel.	7,8	6,9	7,5	8,3
STA in % der SF	% rel.	38,8	15,4	9,7	3,4
Ketone in % der SF	% rel.	7,8	28,5	9,7	8,5
Epoxide in % der SF	% rel.	6,9	2,3	1,8	2,3

Wir sind derzeit an der Erstellung der entsprechenden Daten.

Einschätzung einer neuen Zuchtsorte

Beispiel ist der 89/002/25, dessen Mutter ein Spalter ist. Ein Vergleich von 89 und Spalter ist daher sinnvoll (Ernte 2016).

		89/002/25	Spalt Spalter
Alpha-Säuren	Gew-%	6,8	3,8
$\beta : \alpha$		0,8	1,3
Cohumulonanteil	%-rel	21	24
Gesamtpolyphenole	Gew-%	5	5,3
nm Polyphenole	Gew-%	1,15	1,8
nm PP : PP	%-rel.	23	34
Gesamtöl	ml/100g	1,8	0,75
(Myrcen)	mg/100g	720	335
Farnesen	mg/100g	180	84
(Humulen)	mg/100g	230	102
Summe Sauerstofffraktion	mg/100g	160	76
Summe der Ester	mg/100g	110	43
Linalool	mg/100g	20	5
Geraniol	mg/100g	2	4

Vergleich der beiden Sorten

- **Alpha** beim 89 höher, aber **Beta : Alpha** niedriger (weniger Begleitbitterstoffe im Bier)
 - **Cohumulonanteil** beim 89 etwas niedriger
 - **Gesamt PP** und **nmPP : PP** beim 89 etwas niedriger
 - Deutlich höhere Mengen an **Hopfenöl** und der **SF** beim 89 (etwa das doppelte)
 - **Farnesen** beim 89 sehr hoch (Saazer Charakteristik ist deutlich zu erkennen)
 - **Estergehalt** beim 89 mehr als doppelt so hoch
 - **Linalool** beim 89 etwa 4 mal höher!
- **Der 89 weist (wenigstens) das doppelte Aromapotential auf, was entweder die Hopfenblume entsprechend verstärkt oder eine Halbierung der Dosage im Vergleich zum Spalter erlaubt.**

Worüber wissen wir noch zu wenig?

- Einfluss des **Standortes** (Terroir)
- Einfluss von **Klima** und damit vom **Jahrgang** (Unterschiede werden immer größer)
- Einfluss einer **Bewässerung**
- Einfluss des **Erntezeitpunktes** (wird von Craft Brauern sehr ernst genommen, da hinken wir noch hinterher)
- Einflüsse der **Nacherntebehandlung** wie Trocknung, Konditionierung, Lagerung; hier ist bisher am meisten passiert.

Waren alle Entscheidungen bisher glücklich?

Einige Beispiele:

- Die ersten Aromzüchtungen in Hüll aus den Jahren vor 1975 waren eher erfolglos, bis auf den Hüller Bitterer. Sie fielen in die Zeit des beginnenden Alpha-Hype und boten da zu wenig.
- Der Hallertauer Gold hatte ein sehr gutes Aroma, starb aber trotzdem (zu wenig Alpha).
- 1976 kam die Perle als erste neue erfolgreiche Aromazüchtung. Perle ist eng mit Northern Brewer verwandt, ist der Erfolg primär dem Alpha geschuldet?
- 2017 wird der Northern Brewer nach etwa 50 Jahren zum Aromahopfen befördert.
- Der Merkur ist eine relativ neue Bittersorte mit besten Charakteristika; er ist der einzige Bitterhopfen mit einer ausgeprägten Mehltautoleranz, aber mit niedrigerem Alphagehalt. Alphaertrag bei Merkur etwa 270 kg/ha, bei Herkules >400 kg/ha. Merkur ist fast schon verschwunden.

Wie viele gute Aromasorten sind gar nicht emporgekommen, da sie „zu wenig Alpha“ boten?

Zusammenfassung

Warum gibt es so viele Sorten?

- Die Erkenntnis, dass Alpha nicht alles im Hopfen ist, nimmt wieder zu
- Hopfen dient wieder als Unterscheidungsmerkmal von Bieren
- Craft Brewer und das Hopfenstopfen

Bewertung von Hopfensorten erweitern:

- Niedermolekulare Polyphenole einbeziehen; nmPP : PP;
- Bierlösliche Aromastoffe = Sauerstofffraktion mit Estern, Alkoholen, Ketonen, Epoxiden einbeziehen; ► **Aromapotential** abschätzen

Zukünftige Fragestellungen:

- Pflanzenschutz wird noch kritischer und dominanter
- Wie wirkt sich das Klima auf den Hopfenanbau aus? Schreitet der **Klimawandel** fort (und warum sollte er das nicht tun?), ist es sehr fraglich, ob wir in 20 Jahren noch alle Sorten bekommen, die heute auf dem Markt sind.



Vielen Dank!

