

# Beschreibung zweier

# Aroma- Zuchtstämme

## Description of Two Aroma Breeding Lines

### Einleitung

Derzeit sind über 200 Hopfensorten weltweit registriert und jährlich kommen 10 bis 20 neue hinzu. Insbesondere mit der Craft-Bier-Welle hat die Hopfenzüchtung enormen Auftrieb erfahren. Neben den besonders in Europa etablierten staatlichen Institutionen spielen private Züchter eine zunehmend bedeutendere Rolle bei der Entwicklung neuer Sorten.

Die Bewertung neuer Sorten wird somit immer wichtiger, aber auch schwieriger. Es gilt, Züchtungen rechtzeitig auf ihr Potenzial zu untersuchen und erfolgversprechende Sorten zu erkennen. Anhand zweier Hüller Züchtungen soll aufgezeigt werden, wie eine Beschreibung, Bewertung und Einordnung noch unbekannter Züchtungen erfolgen kann. Es handelt sich hierbei um Aromahopfen, die überwiegend als späte Gaben bei der Würzekochung gedacht sind. Die derzeit in Deutschland für diesen Zweck angebauten Sorten setzen sich wie folgt zusammen:

- 5 klassische Aromahopfen, auch als Landsorten bezeichnet: Hallertauer Mittelfrüher, Tettninger, Spalter, Hersbrucker und neuerdings im Elbe-Saale-Gebiet auch Saazer
- 6 Hüller Zuchtsorten: Perle, Hallertauer Tradition, Spalter Select, Saphir, Opal und Smaragd

### Introduction

*There are currently 200 hop varieties registered worldwide and every year these are joined by 10 to 20 new varieties. In particular, hop breeding has been given an enormous boost by the craft beer wave. Alongside the established state institutions, in particular in Europe, an increasingly significant role is now being played by private breeders in the development of new varieties.*

*The evaluation of new varieties is therefore becoming ever more important, but also much more difficult. The aim is to examine breeds for their potential and to recognize promising varieties in time. Taking two breeds from Hüll it will be demonstrated how the description, evaluation and classification of as yet unknown breeds might be made. We have chosen two aroma hops designated for late addition during the wort boil. The varieties currently grown in Germany for this purpose are as follows:*

- *5 classic aroma hops, also known as landrace varieties: Hallertauer Mittelfrüher, Tettninger, Spalter, Hersbrucker and recently Saazer in the Elbe-Saale region*
- *6 Hüll breeding varieties: Perle, Hallertauer Tradition, Spalter Select, Saphir, Opal and Smaragd*

Die letzte Anmeldung im Bereich „normaler“ Aromasorten ist schon geraume Zeit her (Smaragd im Jahr 2003). Unter „normalen“ Aromahopfen verstehen wir Sorten, die vorzugsweise in die Würze – oft gegen Ende der Kochung – gelangen und nur selten hopfengestopft werden.

### Schwerpunkte der Hopfenzüchtung

Im Wesentlichen kristallisieren sich folgende Anforderungen heraus:

- Hoher Mengenertrag (kg/ha)
- Gute Eigenschaften im Anbau wie z.B. geringer Hang zu Stockfäule und gutes Windevermögen
- Toleranz / Resistenz gegen Pilzkrankheiten wie Welke, Mehltau und Peronospora
- Unempfindlichkeit gegen Insektenschädlinge wie Hopfenblattlaus und rote Spinne
- Toleranz gegenüber Klimaänderungen, insbesondere in Form von hohen Temperaturen im Sommer (= Hitzetage > 30 °C) und Trockenphasen
- Wirtschaftlichkeit im Einsatz: bei Bitterhopfen sind hohe  $\alpha$ -Säuregehalte bzw. hohe  $\alpha$ -Erträge (kg  $\alpha$ -Säuren/ha) gewünscht, bei Aromahopfen sollte der  $\alpha$ -Säuregehalt weniger im Vordergrund stehen. Vielmehr ist hier die Ergiebigkeit im Transfer von Polyphenolen und insbesondere von Aromasubstanzen gefragt.

In der Züchtung von Hoch- $\alpha$ -Hopfen ist derzeit mit 22 Gew.-%  $\alpha$ -Säuren bei Polaris schon langsam ein sinnvolles Optimum erreicht. Die Verarbeitbarkeit in Pellet- und Extraktanlagen von Hopfen mit noch mehr Bittersäuren stößt an ihre Grenzen, da alle Aggregate schnell verkleben.

Ein besonderer Züchtungsschwerpunkt liegt derzeit bei Hopfen mit speziellen Aromen (Special Flavor Hops), die sich zum Hopfenstopfen eignen. Je fruchtiger, exotischer und hopfen-untypischer, desto interessanter sind solche Sorten. Von den jüngsten 20 Neuzulassungen in den USA, Deutschland und Australien sind immerhin 18 Special Flavor-Hopfen.

Die „normalen“ Aromahopfen sind durch den Hype um die Special Flavor-Hopfen etwas ins Hintertreffen geraten, obwohl sie nach wie vor eine große Rolle beim Bierbrauen spielen. Die Bewertung von Aromahopfen nach dem Kriterium  $\alpha$ -Säuren kann allerdings in die Irre führen. Am Beispiel des Vergleichs von Perle mit Saphir wird dies erläutert. Dabei dient der Aromastoff Linalool als Indikator für eine Hopfenblume [1]. Der Schwellenwert (niedrigster Gehalt im Bier, der gerade noch wahrgenommen wird) von Linalool wird mit 15-20  $\mu\text{g/l}$  angegeben. Die Transferrate von Linalool beträgt bei einer späten Hopfengabe wenigstens 30 % relativ.

Tabelle 1 erläutert diesen Vergleich bei einer Hopfung von 100 g/hl als letzte Gabe, bei der die Isomerisierungsrate der  $\alpha$ -Säuren maximal bei 10 % rel. liegt. Die Gehalte für  $\alpha$ -Säuren und Linalool entsprechen den

*The last registration of a “normal” aroma variety goes back quite some time (Smaragd in 2003). We understand “normal” aroma hops to be varieties that are added to the wort – often at the end of boiling – and are only rarely used for dry hopping.*

### Main Focus of Hop Breeding

*The essential requirements are listed below:*

- *High yield (kg/ha)*
- *Good growing characteristics like low liability to crown rot and good climbing properties*
- *Tolerance/resistance of/to fungal diseases like wilt, powdery mildew and downy mildew*
- *Insensitivity to insect pests like hop aphids and spider mites*
- *Tolerance of climate change especially high summer temperatures (= hot days > 30 °C) and dry periods*
- *Economic efficiency in application: high  $\alpha$ -acid content and high  $\alpha$ -acid yields (kg/ha) are sort after in bitter hops; the  $\alpha$ -acid content plays a lesser role with aroma hops. High yields in the transfer of polyphenols and aroma substances in particular are required more of aroma hops.*

*With Polaris and its  $\alpha$ -acid content of 22% a reasonable optimum has been reached. The processability of hops with even more  $\alpha$ -acids in pellet and extract processing plants has its limitations because all the equipment quickly clogs.*

*In breeding, there is currently a significant emphasis being made on hops with special aromas (Special Flavor Hops) which are suitable for dry hopping. The fruitier, more exotic and more untypical for hops, the more interesting these varieties are. Of the 20 most recent newly approved varieties in the USA, Germany and Australia 18 are special flavor hops.*

*The “normal” aroma hops have dropped somewhat into the background through the hype about the special flavor hops, but they still play a major role in brewing beer. However, evaluating aroma hops based on the criterion of  $\alpha$ -acids can be misleading. We will explain this taking a comparison between Perle and Saphir. Here the aroma substance linalool serves as an indicator of the hop bouquet [1]. The threshold value of linalool is set at 15-20  $\mu\text{g/l}$  (lowest content in the beer that can still be perceived).*

| Tabelle / Table 1       |                 |       |        |
|-------------------------|-----------------|-------|--------|
|                         | Unit            | Perle | Saphir |
| Alpha acids             | % w/w           | 7.4   | 4.1    |
| Alpha acids dosed       | mg/l            | 74    | 41     |
| Iso-Alpha acids in beer | mg/l            | 7.4   | 4.1    |
| Linalool content        | mg/100g         | 4     | 10     |
| Linalool dosed          | $\mu\text{g/l}$ | 40    | 100    |
| Linalool in beer        | $\mu\text{g/l}$ | 12    | 30     |
| Aroma potential         |                 | no    | yes    |

**Tabelle 1:** Vergleich des Aromapotenzials von Perle und Saphir

**Table 1:** Comparison of the aroma potential of Perle and Saphir

# 89/002/25 = 89er 96/001/24 = 96er

Durchschnittswerten gemäß [2, S. 137]. Perle ergibt im Bier bis zu 7,4 mg/l Iso- $\alpha$ -Säuren, Saphir lediglich 4,1 mg/l. Beim Linalool resultieren 12  $\mu$ g/l mit Perle und 30  $\mu$ g/l mit Saphir. Sollte also das Dosageziel ein Hopfenaroma im Bier sein, wird dieses mit Saphir, aber nicht mit Perle erreicht, es sei denn, man dosiert mindestens die doppelte Menge an Perle. Aus dieser Betrachtung kann der Begriff Aromaergiebigkeit oder Aromapotenzial einer Hopfensorte abgeleitet werden. Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Aromasorte sollte konsequenterweise das Aromapotenzial im Vordergrund stehen und nicht die  $\alpha$ -Säuren. Ein geringerer Iso- $\alpha$ -Säuregehalt in einer letzten Gabe lässt sich in einer früheren Gabe problemlos und ohne große Kosten kompensieren.

## Betrachtete Züchtungen

Das mit der Bewertung von Hopfensorten beauftragte Hüller Gremium hat u. a. zwei Züchtungen mit den Nummern 89/002/25 und 96/001/24 im Blick [3]. Erstere ist schon im Jahr 1989 gekreuzt worden, letztere 1996. Ziel der Versuche ist es, die beiden Stämme genauer zu beschreiben und ggf. für eine oder beide Sorten eine Lanze zu brechen. Im Folgenden werden nur noch die Kurzbezeichnungen **89** für 89/002/25 bzw. **96** für 96/001/24 benutzt.

Abbildung 1 zeigt die Stammbäume der beiden Sorten. Die Mutter des 89er ist ein Spalter, die des 96er ein Tettnanger. Die Wahl der Mütter verdeutlicht das Ziel, Kreuzungen mit Eigenschaften des Saazer Formenkreises zu schaffen. Die Väter sind Hüller Material, das sich vor allem in ihren Müttern unterscheidet. Im 89er ist mit dem Super Styrian zusätzlich ein Hopfen des Saazer Formenkreises vertreten, im 96er eine englische Zucht-sorte.

In den agronomischen Eigenschaften weist der 96er geringfügige Vorteile gegenüber dem 89er auf. Im Ertrag liegen beide bei ca. 1.900 kg/ha gegenüber 1.300 kg/ha bei ihren Müttern.

The transfer rate of linalool with a late hop addition is at least 30%.

Table 1 shows this comparison with a hopping of 100 g/hl as the last addition where the rate of isomerization of the  $\alpha$ -acids is no more than 10%. The  $\alpha$ -acid and linalool content values are average according to [2, page 137]. Perle gives up to 7.4 mg/l iso- $\alpha$ -acids in beer, Saphir only 4.1 mg/l. In the case of linalool, Perle gives 12  $\mu$ g/l and Saphir 30  $\mu$ g/l. Therefore, if the aim of the dosage is to have a hop aroma in the beer, this is achieved with Saphir but not with Perle, unless you add at least double the amount of Perle. From these observations we can derive the term aroma yield or aroma potential of a hop variety. In assessing the efficiency of an aroma variety, it should therefore logically be the aroma potential that stands in the foreground and not the  $\alpha$ -acids. A lower iso- $\alpha$ -acid content in the last addition can be compensated easily and at no great cost in an earlier addition.

## Observed Breeds

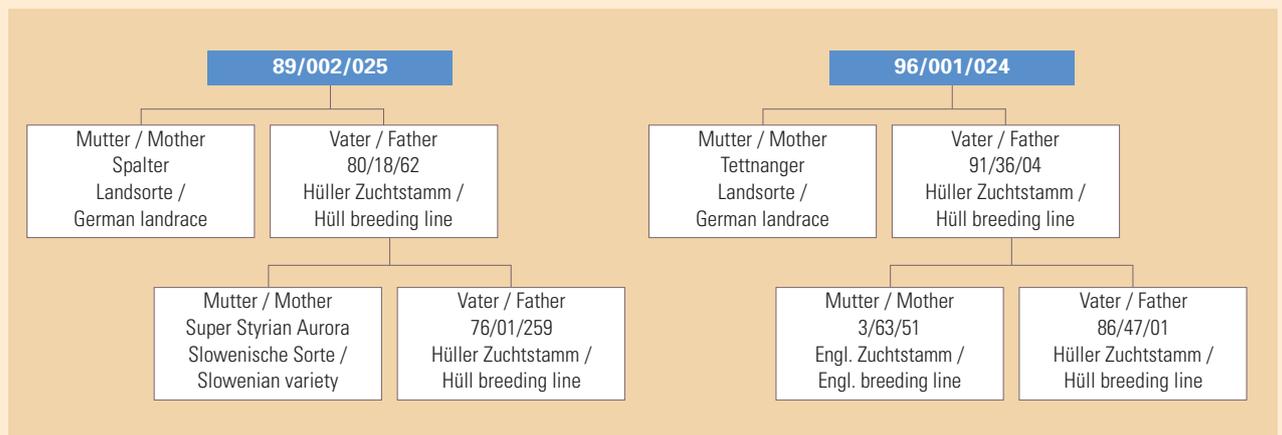
The Hüller panel commissioned to evaluate hop varieties considered, among others, two breeds with the numbers 89/002/25 and 96/001/24 [3]. The former was first crossed in 1989, the latter in 1996. The aim of the trials is to describe both breeds in greater detail and possibly come out in favor of one or both varieties. In the following we will use the abbreviated identification **89** for breed number 89/002/25 and **96** for breed number 96/001/24.

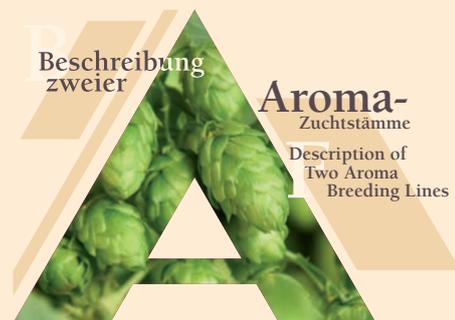
Figure 1 shows the pedigrees of both varieties. The mother of the 89 is a Spalter, that of the 96 a Tettnanger. The selection of the mothers shows the aim of creating crossings with properties of the Saaz group of varieties. The fathers are of Hüller breeding material that differs especially in their mothers. The 89, with Super Styrian also includes a hop from the Saaz group of varieties, and the 96 an English breeding line.

The 96 has slightly better agronomic properties than the 89. The yields of the two breeds are approx. 1,900 kg/ha compared with the 1,300 kg/ha of their mothers.

**Abbildung 1:**  
Stammbäume der beiden Züchtungen 89/002/25 und 96/001/24

**Figure 1:**  
Pedigrees of the two breeding lines 89/002/25 and 96/001/24





## Material und Methodik

Parallel zu den beiden Zuchtstämmen 89 und 96 wurden deren Mütter, Spalter und Tettninger, sowie Saphir untersucht. Saphir hat sich inzwischen zu einer Leit-aromasorte entwickelt, wenn eine Hopfenblume über eine späte Hopfengabe gebildet werden soll. Insgesamt wurden also fünf Sorten untersucht: 89er und die Mutter Spalter (SSP), 96er und die Mutter Tettninger (TTE) sowie die Sorte Saphir (HSR). Spalter und Tettninger stammen aus ihren jeweiligen Anbaugebieten, Saphir aus der Hallertau und die beiden Zuchtstämme aus Versuchsflächen der Hopfenforschung in Hüll. Es handelte sich um normale Pellets (Typ 90) der eher etwas unterdurchschnittlichen Ernte 2015.

Die Untersuchung der fünf Hopfenproben erstreckte sich auf folgende Merkmale:

- Bitterstoffe mittels HPLC nach EBC 7.7 mit den Angaben  $\alpha$ -Säuren, dem Verhältnis  $\beta : \alpha$  und dem Cohumulonanteil, analog zu [2] und [4]
- Gesamtpolyphenole (TPP) mittels Globalmethode nach EBC 7.14
- Niedermolekulare Polyphenole (ImPP) mittels HPLC nach einer Methode der NATECO<sub>2</sub> [5]. Die HPLC erlaubt die Auftrennung von ca. 50 Substanzen. In diesem Beitrag werden zur Eindämmung der Zahlenflut lediglich die Summen der Einzelkomponenten erfasst.
- Hopfenöl volumetrisch mittels einer Destillationsmethode nach EBC 7.10
- Analyse der Aromasubstanzen mittels gaschromatographischer Methode nach EBC 7.12., die über 100 Einzelergebnisse liefert. Auch hier beschränken sich die Angaben auf ausgewählte Komponenten und Kennzahlen.

Mit Hopfenproben der Ernte 2015 wurden Brauver-suche in der 2-hl-Forschungsbrauerei der Hopfenver-edlung St. Johann durchgeführt.

Wesentliche Merkmale der Sude sind folgende:

- 100 % Pilsner Malz
- Infusionsmaische mit dem Ziel einer Stammwürze von 12 Gew.-%
- Untergärige Hefe W34/70
- Gärung bei 8 °C, Reifung bei 14 °C, Lagerung bei 0 °C
- Kieselgurfiltration, Abfüllung mit niedrigem Rest-sauerstoffgehalt

Die Hopfung am Ende der Würzekochung orientiert sich in der hier geschilderten Serie am Hopfenölgehalt der Proben mit 6 ml/hl Hopfenöl, verteilt auf jeweils 3 ml/hl am Kochende und als Vorlage im Whirlpool. Die zu erwartende Bitterstoffgehalte durch die späte Gabe wurde durch eine Gabe bei Kochbeginn mit Pellets der Sorte Herkules ergänzt, um 20 IBU zu erhalten.

## Material and Methods

*In parallel to the two breeding lines 89 and 96, their mothers, Spalter and Tettninger, as well as Saphir were also examined. Saphir meanwhile has become a leading aroma variety for providing a hop bouquet through late hopping. Thus five varieties were examined: 89 and the mother Spalter (SSP), 96 and the mother Tettninger (TTE) and the Saphir variety (HSR). Spalter and Tettninger come from their respective growing areas, Saphir from the Hallertau and the two breeding lines from trial cultivation areas of the hop research center in Hüll. The hops in the form of normal pellets (type 90) were of the 2015 crop which was below average.*

*The examination of the five hop samples was based on the following characteristics:*

- *Bitter substances determined by HPLC according to EBC 7.7 with specification of  $\alpha$ -acids, the ratio  $\beta : \alpha$  and the cohumulone level, as in [2] and [4]*
- *Total polyphenols (TPP) determined by the global method according to EBC 7.14*
- *Low-molecular polyphenols (ImPP) determined by HPLC according to a NATECO<sub>2</sub> method [5]. HPLC permits the separation of about 50 substances. To keep the flood of figures under control we consider only the sums of the separate components in this article.*
- *Hop oil, volumetric, determined by a distillation method according to EBC 7.10*
- *Analysis of the aroma substances determined by a gas chromatographic method according to EBC 7.12. that covers more than 100 different compounds. Here too the specifications are limited to selected components and key figures.*

*Trial brews were made with hop samples of the 2015 crop in the 2-hl St. Johann Research Brewery.*

*The main characteristics of the brews are as below:*

- *100% Pilsner malt*
- *Infusion mashing to achieve an original extract of 12%*
- *Bottom-fermenting yeast W34/70*
- *Fermentation at 8 °C, maturation at 14 °C, storage at 0 °C*
- *Kieselgur filtration, bottling with low residual oxygen*

*In the series described here, the hopping at the end of wort boiling is based on the hop oil content of the samples with 6 ml/hl hop oil, in equal doses of 3 ml/hl at end of boil and in the whirlpool. The expected bitter substance content through the late addition was supplemented by an addition at begin of boil with pellets of the Herkules variety to obtain 20 IBU.*

Die dosierten 6 ml Öl pro hl Würze erscheinen im Vergleich zu üblichen Gaben in der Praxis in Höhe von 1 bis 3 ml sehr hoch. Dafür gibt es zwei Gründe:

- In Pilotbrauereien ist die Ausdampfungseffizienz höher als in großtechnischen Würzepfannen. Um vergleichbare Aromaintensitäten zu erzielen, ist eine höhere Dosage an Hopfenöl erforderlich.
- Es ist nicht auszuschließen, dass eine Hopfenprobe einen analytisch oder sensorisch nicht erkennbaren Fehler aufweist, der nur über eine überdurchschnittliche Dosierung im Bier zu erkennen ist.

The dosed 6 ml of oil per hl of wort seem very high compared with usual additions of 1 to 3 ml. There are two reasons for this:

- In pilot breweries the evaporation efficiency is higher than in industrial-scale brew kettles. A higher dose of hop oil is required to achieve a comparable aroma intensity.
- It cannot be excluded that a hop sample has a flaw that cannot be detected analytically or sensorily and which can only be recognized in the beer via above-average dosing.

## Ergebnisse

### Analytik der Hopfenproben

Tabelle 2 enthält die Angaben von  $\alpha$ -Säuren mit ihren Kennzahlen, die Gesamtpolyphenole und die Summe der HPLC-Polyphenole mit der Kennzahl „ImPP : TPP“, dem Anteil der niedermolekularen Polyphenole in % der Gesamtpolyphenole. Ferner ist der volumetrische Gesamthopfenölgehalt aufgeführt.

**Tabelle 2:**  
Analysergebnisse der 5 Hopfensorten:  $\alpha$ -Säuren,  $\beta$  :  $\alpha$ , Cohumulonanteil, Gesamtöl, Gesamtpolyphenole (TPP), Summe der niedermolekularen Polyphenole (ImPP) und Verhältnis ImPP : TPP

| Tabelle / Table 2           |         |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|---------|------|------|------|------|------|
|                             | Unit    | 89   | 96   | SSP  | TTE  | HSR  |
| Alpha acids                 | % w/w   | 5.3  | 4.1  | 3.7  | 3.3  | 2.8  |
| Ratio $\beta$ : $\alpha$    |         | 0.89 | 1.00 | 1.86 | 1.55 | 2.11 |
| Cohumulone ratio            | % rel.  | 22   | 23   | 26   | 25   | 14   |
| Hop oil                     | ml/100g | 1.70 | 1.75 | 0.70 | 0.60 | 0.95 |
| Total polyphenols (TPP)     | % w/w   | 5.7  | 5.7  | 6.4  | 6.5  | 6.7  |
| Low mol. polyphenols (ImPP) | % w/w   | 1.18 | 1.01 | 1.78 | 1.76 | 1.84 |
| ImPP : TPP                  | % rel.  | 21   | 18   | 28   | 27   | 27   |

**Table 2:**  
Analysis results of the 5 hop varieties  $\alpha$ -acids,  $\beta$  :  $\alpha$ , cohumulone level, total oil, total polyphenols (TPP), sum of low-molecular polyphenols (ImPP) and ratio ImPP : TPP

Die Zuchtstämme, insbesondere der 89er, enthalten höhere  $\alpha$ -Gehalte. Im Cohumulonanteil schneiden sie etwas günstiger ab als ihre Mütter, besonders niedrig gibt sich der Saphir (14 %). Das Hopfenöl der Zuchtstämme liegt um mehr als das Doppelte über den Muttersorten und um etwa 80 % über dem Saphir. Die Gesamtpolyphenolgehalte sind etwas niedriger als bei den etablierten Sorten. Der Anteil der wertvollen niedermolekularen Polyphenole fällt von 27-28 % auf 18-21 % rel. in den Züchtungen ab.

Tabelle 3 listet die Gehalte wesentlicher Mono- und Sesquiterpene auf. Die beiden Zuchtstämme liegen bei Myrcen,  $\beta$ -Caryophyllen und  $\alpha$ -Humulen an der Spitze, der Saphir bei den Selinenen. Auffällig ist, dass der 89er

**Tabelle 3:**  
Gehalte ausgewählter Mono- und Sesquiterpene in den 5 Hopfensorten; Angaben in mg/100 g

| Tabelle / Table 3                |     |     |     |     |     |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  | 89  | 96  | SSP | TTE | HSR |
| Myrcene                          | 719 | 644 | 331 | 242 | 330 |
| $\beta$ -Caryophyllene           | 61  | 94  | 27  | 25  | 35  |
| Farnesene                        | 83  | 14  | 55  | 56  | 9   |
| $\alpha$ -Humulene               | 145 | 266 | 99  | 96  | 100 |
| $\alpha$ - und $\beta$ -Selinene | 8   | 9   | 3   | 3   | 15  |

**Table 3:**  
Content in mg/100g of selected monoterpenes and sesquiterpenes in 5 hop varieties

## Results

### Analysis of the Hop Samples

Table 2 shows the  $\alpha$ -acid data with key figures, the total polyphenols and the sum of the HPLC polyphenols with the key figure "ImPP : TPP", portion of low-molecular polyphenols in a percentage of the total polyphenols. The volumetric total hop oil content is also given.

The breeding lines, especially the 89, have a higher  $\alpha$  content. With regard to the cohumulone level, they are better than their mothers; Saphir has a particularly low level (14%). The hop oil of the breeding lines is more than double that of the mother varieties and about 80% more than Saphir. The total polyphenol content is a little lower than the two established varieties. The portion of the valuable low-molecular polyphenols drops from 27-28% to 18-21% in the breeding lines.

Table 3 lists the content of important monoterpenes and sesquiterpenes. The two breeding lines are at the top with myrcene,  $\beta$ -caryophyllene and  $\alpha$ -humulene, and Saphir leads with the selinenes. It is striking that the 89 with 83mg/100g has significantly more farnesene

| Tabelle / Table 4 |     |    |     |     |     |
|-------------------|-----|----|-----|-----|-----|
|                   | 89  | 96 | SSP | TTE | HSR |
| Linalool          | 17  | 12 | 6   | 5   | 7   |
| Geraniol          | 2   | 2  | 6   | 4   | 2   |
| Sum of 6 esters   | 54  | 18 | 12  | 5   | 27  |
| Oxygen fraction   | 129 | 95 | 71  | 54  | 132 |

mit 83 mg/100 g deutlich mehr Farnesen enthält als die beiden Klassiker SSP/TTE, der 96er mit 14 mg/100 g aber nur einen Bruchteil. Wie schon eingangs erwähnt, ist ein Vorfahre des 89er ebenfalls ein Abkömmling des Saazer Formenkreises, was für die Betonung des Saazer Charakters verantwortlich sein könnte.

Tabelle 4 gibt die Gehalte einiger sauerstoffhaltigen Aromakomponenten, die Summe von sechs Estern und die Summe aller sauerstoffhaltigen Substanzen (= Sauerstofffraktion) wieder. Insbesondere der 89er wartet mit deutlich höheren Gehalten an Estern, Linalool und der Sauerstofffraktion auf, Komponenten, die für ein hopfiges Aroma im Bier verantwortlich sind. Zur Einstufung der Wirksamkeit von Aromakomponenten ist deren Löslichkeit in Würze bzw. Bier entscheidend. So sind die unpolaren Mono- und Sesquiterpene nur schlecht löslich, die polaren Ester, Terpenalkohole und Epoxide dagegen erheblich besser. Auch intensive späte Hopfengaben in die heiße Würze bewirken keine Gehalte an Mono- oder Sesquiterpenen, die auch nur annähernd in die Nähe ihrer sensorischen Schwellenwerte gelangen. Es sind die besser löslichen sauerstoffhaltigen Substanzen, die den Brauprozess bei späten Gaben überstehen. Die Ausbeuten bis ins fertige Bier reichen von ca. 10 bis 50 % bezogen auf den eingesetzten Hopfen.

Ein Beispiel für die Einschätzung der Aromakapazität der Substanzen Myrcen und Linalool zeigt Tabelle 5 mit den Angaben zu Mengen in Hopfen, Transferraten ins Bier, resultierenden Mengen im Bier und den Geschmacksschwellenwerten in Bier. Myrcen ist zwar 100 mal stärker in Hopfen vertreten, jedoch führt der etwa 15 mal höhere Schwellenwert gekoppelt mit der deutlich niedrigeren Transferrate von unter 1 % zu einer klaren Einstufung: Myrcen besitzt im Vergleich zu Linalool keine Aromakapazität. Daraus leitet sich ab, dass den leichter löslichen und geschmacksaktiveren Substanzen ein höherer Stellenwert zukommt als den Kohlenwasserstoffen.

Die für die Brauversuche eingesetzten Hopfenproben aus der Ernte 2015 waren geprägt durch einen heißen, trockenen Sommer. Entsprechend unterdurchschnittlich fielen Mengen und auch die Biogenese mancher Inhaltsstoffe aus. In Tabelle 6 sind zur Ergänzung einige wichtige Inhaltsstoffe der beiden Zuchtstämme in den Ernten 2015 und 2016 einander gegenübergestellt. Besonders die Bildung der  $\alpha$ -Säuren leidet unter Trockenheit und Hitze. Obwohl das Gesamtöl keinen Unterschied erkennen lässt, sind in der Ernte 2016 die Sauerstofffraktion und das Linalool stärker ausgeprägt. Kennzahlen wie  $\beta : \alpha$ , der Cohumulonanteil oder das Verhältnis der niedermolekularen zu den Gesamtpolyphenolen sind in beiden Ernten vergleichbar. In Abbildung 2 sind die prozentualen Veränderungen einiger Komponenten in der Ernte 2016 gegenüber der Ernte 2015

| Tabelle / Table 5       |           |         |          |
|-------------------------|-----------|---------|----------|
|                         | Unit      | Myrcene | Linalool |
| Amount in hops          | mg/100g   | 1.000   | 10       |
| Transfer rate into beer | % rel.    | < 0.1   | > 30     |
| Amount in beer          | $\mu$ g/l | < 10    | 30       |
| Threshold in beer       | $\mu$ g/l | > 150   | > 10     |

than the two classics SSP/TTE, but the 96 has only a fraction of this with 14 mg/100 g. As already mentioned above, a grandmother of the 89 is also an offspring of the Saaz group of varieties, which could well be responsible for the more pronounced Saaz character.

Table 4 shows the contents of some aroma components with oxygen content, the sum of six esters and the sum of all substances with oxygen content (= oxygen fraction). In particular the 89 produced significantly higher contents of esters, linalool and the oxygen fraction, components that are responsible for a hoppy aroma in beer. Their solubility in wort and beer is decisive for classifying the efficiency of aroma components. Thus the nonpolar monoterpenes and sesquiterpenes are only poorly soluble, the polar esters, terpene alcohols and epoxides on the other hand are very much more soluble. Even intensive late hop additions do not produce a monoterpene or sesquiterpene content that in any way approaches their sensory threshold values. It is the more easily soluble substances with oxygen content that survive the brewing process with late additions. The yields through to the finished beer range from about 10 to 50% referred to the hops used.

Table 5 shows a sample appraising of the aroma capacity of the substances myrcene and linalool with the volumes of hops, transfer rates in the beer, resulting volumes in the beer and the taste threshold values in beer. Even though myrcene is 100 times stronger in hops, the 15 times higher threshold value in conjunction with the much lower transfer rate of less than 1% leads to a clear classification: Compared with linalool, myrcene has no aroma capacity. From this it can be seen that the more easily soluble and more flavor-active substances are rated higher than hydrocarbons.

The hop samples from the 2015 crop used for the trial brews were characterized by a hot, dry summer. Correspondingly, the volumes and the biogenesis of some components were below average. In addition, in Table 6 we

**Tabelle 4:** Gehalte einiger sauerstoffhaltiger Aromakomponenten, sowie der Summe von 6 Estern und die Gesamtsumme der Sauerstofffraktion in mg/100 g

**Table 4:** Content of some aroma components with oxygen content as well as the sum of 6 esters and the sum of the oxygen fraction in mg/100g

**Tabelle 5:** Beispiel für die Aromaergiebigkeit von Myrcen und Linalool bei einer Hopfendosage von 100 g/hl

**Table 5:** Example of the aroma yield of myrcene and linalool with a hop dosage of 100g/hl

**Tabelle 6:** Vergleich einiger wichtiger Inhaltsstoffe und Kennzahlen in den Zuchtstämmen zwischen den Ernten 2015 und 2016

**Table 6:** Comparison of some of the principal components of the two breeding lines from the 2015 and 2016 crops

| Tabelle / Table 6       |         |      |      |      |      |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|
|                         | Unit    | 89   |      | 96   |      |
|                         |         | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 |
| Alpha acids             | % w/w   | 5.3  | 8.6  | 4.1  | 5.5  |
| Ratio $\beta : \alpha$  |         | 0.9  | 0.8  | 1.0  | 1.3  |
| Cohumulone ratio        | % rel.  | 22   | 21   | 23   | 22   |
| Hop oil                 | ml/100g | 1.70 | 1.80 | 1.75 | 1.60 |
| Total polyphenols (TPP) | % w/w   | 5.7  | 5.0  | 5.7  | 4.8  |
| ImPP : TPP              | % rel.  | 21   | 23   | 18   | 21   |
| Myrcene                 | mg/100g | 719  | 720  | 644  | 530  |
| Farnesene               | mg/100g | 83   | 180  | 14   | 10   |
| $\alpha$ -Humulene      | mg/100g | 145  | 230  | 266  | 380  |
| Linalool                | mg/100g | 17   | 20   | 12   | 13   |
| Oxygen fraction         | mg/100g | 129  | 160  | 95   | 117  |

**Tabelle 7:**  
Vergleich von dosierten Hopfenmengen,  $\alpha$ -Säuren und Linalool bei einer Gabe von 6 ml Hopfenöl pro hl

| Tabelle / Table 7     |       |      |      |      |       |      |
|-----------------------|-------|------|------|------|-------|------|
|                       | Unit  | 89   | 96   | SSP  | TTE   | HSR  |
| Amount of hop pellets | g/hl  | 353  | 343  | 857  | 1,000 | 632  |
| Alpha acids           | g/hl  | 18.7 | 14.1 | 31.7 | 33.0  | 17.7 |
| Oxygen fraction       | mg/hl | 455  | 328  | 609  | 540   | 771  |
| Linalool              | mg/hl | 60   | 41   | 51   | 50    | 44   |

**Table 7:**  
Comparison of dosed hop volumes,  $\alpha$ -acids and linalool with an addition of 6 ml of hop oil per hl

**Abbildung 2:**  
Veränderungen einiger Analysendaten der Ernte 2016 gegenüber 2015 in % relativ bei den beiden Zuchtstämmen

**Figure 2:**  
Modification in % of some of the analysis data of both breeding lines of the 2016 crop compared with the 2015 crop

dargestellt. Es wird deutlich, dass besonders die  $\alpha$ -Säurensynthese unter Hitze leidet.

In Tabelle 7 sind einige Dosagekriterien der fünf Hopfenproben aufgeführt, wie sie sich aus einer einheitlichen Pelletdosage von 6 ml Hopfenöl-Äquivalent pro hl Würze ergeben. Die Hopfenmengen streuen fast um den Faktor 3 zwischen ca. 350 g/hl (89er und 96er) und 1.000 g/hl (TTE). Neben deutlich mehr Feststoff, der erst einmal im Whirlpool abgeschieden sein will, ergeben die hohen Gaben von SSP und TTE wesentlich höhere Polyphenoldosagen. Die  $\alpha$ -Säurenmengen bewegen sich zwischen 141 mg/l und 330 mg/l, einem Faktor von 2,4. Beim Linalool steht der 89er mit 60 mg/hl an der Spitze, was seinem hohen Linaloolgehalt geschuldet ist, mit dem 96er sind es lediglich 41 mg/hl. Die Spannweite liegt hier beim 1,5-fachen. Der Vergleich zeigt, dass eine Dosage nach Hopfenmenge oder  $\alpha$ -Säuren zu größeren Streuungen an „Aromapotenzial“ führt als nach Hopfenöl.

### Analytische Ergebnisse der Brauersuche

Die allgemeinen Bieranalysen wie Alkohol, Stammwürze und pH weisen nur geringe Variationskoeffizienten zwischen 0,8 und 1,9 % auf. Die Bittereinheiten sind mit einer Bandbreite von 18 bis 22 IBU ebenso vergleichbar wie die Iso- $\alpha$ -Säuren mit Werten zwischen 12,7 und 15,2 mg/l.

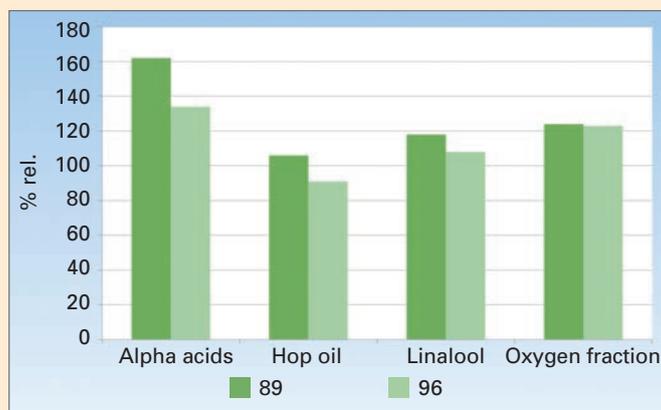
**Tabelle 8:**  
Gehalte an Humulinonen und Huluponen in mg/l sowie Verhältnis der IBU zu den Iso- $\alpha$ -Säuren

| Tabelle / Table 8          |      |     |     |     |     |     |
|----------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                            | Unit | 89  | 96  | SSP | TTE | HSR |
| Humulinones                | mg/l | 2.3 | 1.8 | 7.0 | 7.3 | 4.3 |
| Hulupones                  | mg/l | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.4 | 1.2 |
| IBU : Iso- $\alpha$ -acids |      | 1.3 | 1.3 | 1.7 | 1.6 | 1.4 |

**Table 8:**  
Humulinone and hulupone content in mg/l and ratio of the IBU to the iso- $\alpha$ -acids

Tabelle 8 enthält Angaben zu Humulinonen, Huluponen und dem Verhältnis der Bittereinheiten zu den spezifischen Iso- $\alpha$ -Säuren. Diese Zahlen geben Hinweise auf die Menge an Hopfenbegleitbitterstoffen. Über die positive Wirkung von Hopfenbegleitbitterstoffen ist in [2, S. 212 ff.] berichtet worden. Schon die Werte an Humulinonen und Huluponen liegen in den Bieren mit den klassischen Aromahopfen deutlich höher. Die Verhältniszahlen IBU : Iso- $\alpha$ -Säuren sind konsequenterweise ebenfalls höher. Das liegt u.a. daran, dass die Zuchtsorten in deutlich geringeren Mengen (ca. 350 g/hl) gegenüber den Klassikern (850/1.000 g/hl) eingesetzt wurden, da die Ölgehalte (1,70 gegenüber 0,65 ml/100 g) für die Dosage entscheidend waren.

In Abbildung 3 sind die Summen der niedermolekularen Polyphenole, die ausschließlich vom Hopfen stammen, dargestellt. Die beiden Züchtungen fallen hier deutlich ab. Das liegt zum kleineren Teil daran, dass ihr Anteil an diesen Substanzen geringer ausfällt als bei den Klassikern (siehe Tabelle 2). Entscheidend ist, dass analog zu den Hopfenbegleitbitterstoffen die Zucht-



compare some of the principal components of the two breeding lines from the 2015 and 2016 crops. Drought and heat particularly affect the formation of  $\alpha$ -acids. Although there was no recognizable difference in the total oil, the oxygen fraction and linalool were clearly more discernable in the 2016 crop. Key figures like  $\beta$  :  $\alpha$ , the cohumulone level and the ratio of low-molecular polyphenols to total polyphenols are similar in both crops. Figure 2 presents the percental change of some components in the crop of 2016 compared with the crop of 2015. It is clear that it is the  $\alpha$ -acid synthesis in particular that suffers from the heat.

Table 7 lists some of the dosage criteria of the five hop samples resulting from a uniform pellet dosage of 6 ml of hop oil equivalent per hl of wort. The hop volumes spread

**Abbildung 3:**  
Gehalte an hopfenbasierten niedermolekularen Polyphenolen  
**Figure 3:**  
Content of hop-based low-molecular polyphenols



sorten dank ihres hohen Ölgehaltes und ihres Aromapotenzials wesentlich niedriger dosiert wurden.

Von besonderem Interesse sind die Gehalte an Hopfenaromastoffen in den Bieren. Es konnten weder Monochenon noch Sesquiterpene in gesicherten Mengen nachgewiesen werden. Das bestätigt die vorher getroffene Annahme, dass diese Substanzen auch bei späten Hopfengaben auf Grund ihrer schlechten Löslichkeit ausgeglichen werden und keine sensorisch relevanten Spuren hinterlassen. Es sind die sauerstoffhaltigen Substanzen, die ein Aromapotenzial besitzen. Abbildung 4 illustriert die Gehalte an Gesamtlinalool in den fünf Bieren, die zwischen 134 µg/l im TTE und 215 µg/l im 89er-Bier liegen. Die Wahrnehmungsschwelle in Höhe von 10 bis 20 µg/l wurde in allen Bieren deutlich übertroffen. Der vergleichsweise hohe Linaloolgehalt im 89er-Hopfen führt entsprechend zum höchsten Wert im Bier. Die Transferraten (Ausbeuten), gerechnet vom eingesetzten Hopfen bis zum Bier, betragen beim Linalool in dieser Serie im Schnitt 33 %, was sich mit den Angaben in [2, S. 274] deckt (30-60 %).

Es konnten von den mit Hopfen dosierten Estern sechs in den Bieren nachgewiesen werden (Abbildung 5). Die Unterschiede in den Bieren fallen deutlich höher aus, als es die Daten in den Hopfen erwarten ließen. An der Spitze dieser aromaaktiven Komponenten liegt der 89er, gefolgt vom Saphir. Die restlichen drei Biere fallen stark ab. Es ist fraglich, ob deren Ester auf diesem niedrigen Niveau über ihre Wahrnehmungsschwelle kommen.

### Sensorische Ergebnisse der Brauversuche

Vorab ist festzuhalten, dass keinerlei sensorische Defekte in den Bieren festgestellt wurden. Die Verkoster der Forschungsbrauerei vergaben nach DLG in allen Merkmalen überdurchschnittliche Punkte ohne einen Ausreißer. Auf die Darstellung der Ergebnisse wird hier verzichtet, da die Unterschiede im Allgemeinen gering waren. Statistisch abgesichert kristallisierte sich die Präferenz des 89er-Bieres gegenüber den anderen Bieren heraus (1-Stern-signifikant).



by almost a factor of 3 between about 350 g/hl (89 and 96) and 1,000 g/hl (TTE). Along with significantly more solid matter, which has to be separated in the whirlpool, the high additions of SSP and TTE result in much higher polyphenol dosages. The volumes of  $\alpha$ -acids are between 141 mg/l and 330 mg/l with a factor of 2.4. The high linalool content of the 89 puts it at the top with 60 mg/hl and the 96 is only at 41 mg/hl, which gives a factor of 1.5. The comparison shows that a dosage based on hop volume or  $\alpha$ -acids leads to a greater scattering of "aroma potential" than with hop oil.

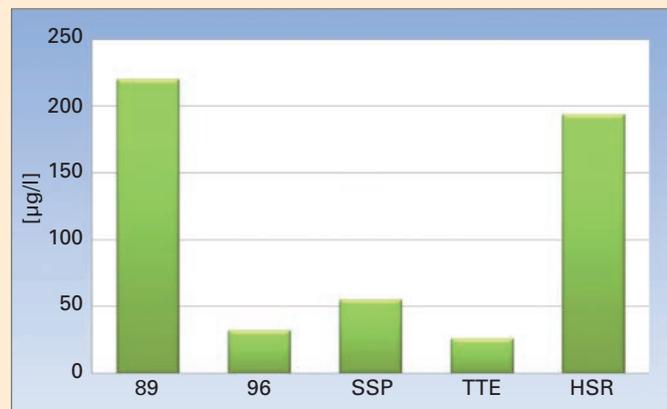
### Analytical Results of the Trial Brews

The general beer analyses like alcohol, original extract and pH show only very slight variation coefficients between 0.8 and 1.9%. The bitterness units with a range of 18 to 22 IBU are similar to the iso- $\alpha$ -acids with values between 12.7 and 15.2 mg/l.

Table 8 gives information about humulinones, hulupones and the ratio of bitterness units to the specific iso- $\alpha$ -acids. These figures indicate the amount of accompanying bitter compounds. A report on the positive effect of accompanying bitter compounds is given in [2, page 212 ff.].

**Abbildung 5:** Gehalte der Summe von sechs analysierbaren Estern in den fünf Bieren

**Figure 5:** Content of the sum of six analyzable esters in the five beers

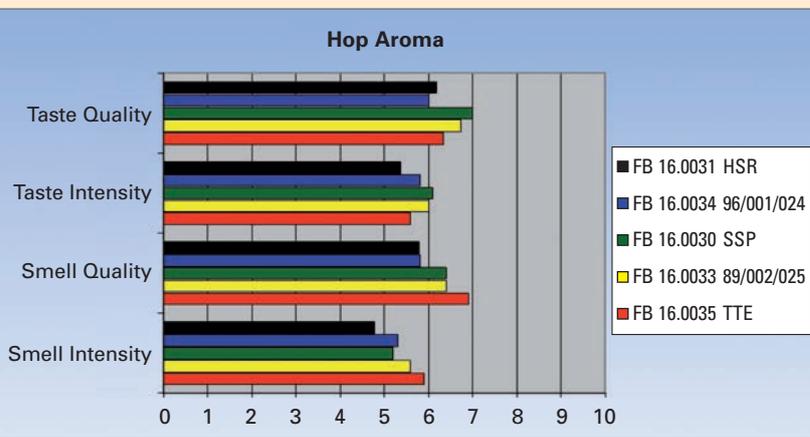


Already the humulinone and hulupone values are much higher in the beers with the classic aroma hops. The IBU : iso- $\alpha$ -acids ratios are logically also higher. The reason for this is that the breeding varieties were used in much smaller volumes (approx. 350 g/hl) than the classics (850/1,000 g/hl), because the oil content (1.70 compared to 0.65 ml/100 g) was decisive for the dosage.

Figure 3 shows the sums of the low-molecular polyphenols that come exclusively from the hops. The two breeding lines are significantly lower. To a small extent this is because their portion of these substances is less than that of the classics (see Table 2). The decisive factor is that,

**Abbildung 4:** Gehalte an Gesamtlinalool in den fünf Bieren

**Figure 4:** Content of total linalool in the five beers



**Abbildung 6:** Hopfenrelevante Merkmale der Verkostung nach CMA; Intensität und Qualität des Hopfenaromas

**Figure 6:** Hop-relevant characteristics of the tasting according to the CMA; intensity and quality of the hop aroma

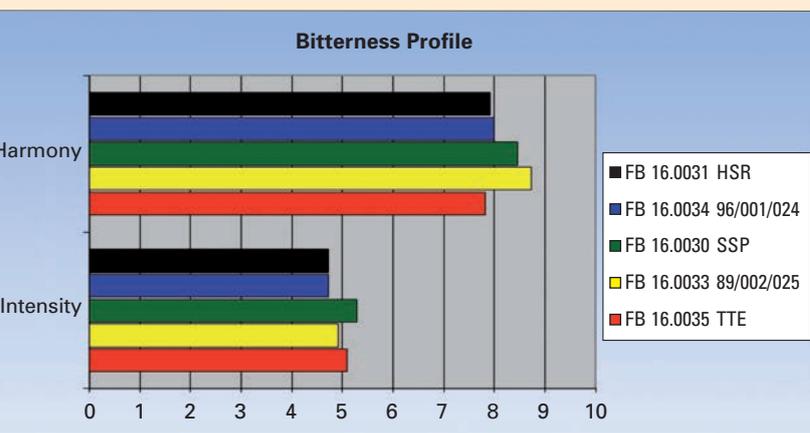
Eine weitere Verkostung fand nach dem Schema der CMA [6] statt und gab Aufschlüsse über hopfenrelevante Merkmale. Abbildung 6 zeigt die Bewertungen in Intensität und Qualität des Hopfenaromas, Abbildung 7 die in Intensität und Harmonie der Bittere. Abgesicherte Unterschiede lassen sich nicht ableiten. Tendenziell liegen die Biere mit Spalter und dem 89er etwas vor den anderen drei Bieren. Die Dosage nach Hopfenöl hat zu Bieren mit vergleichbarer Intensität des Hopfenaromas geführt. Auch die Harmonie der Bittere lässt keine Defizite der Zuchtstämme erkennen, der 89er liegt hier vorne.

Von den paarweisen Verkostungen werden zwei in Tabelle 9 wiedergegeben. Hier wurden von einem ungeschulten Panel das 89er-Bier jeweils mit dem SSP- und TTE-Bier verglichen. In der Aromaintensität lag tendenziell der 89er vorn. Dass die Biere mit den klassischen Aromahopfen etwas vollmundiger wirkten, kann auf die deutlich höheren Polyphenolgehalte auf Grund der höheren Hopfendosagen zurückgeführt werden [2, S. 290]. In der Bittere und Präferenz wurde das 89er-Bier gegenüber dem SSP-Bier tendenziell, gegenüber dem TTE-Bier sogar signifikant bevorzugt.

Anlässlich des 3. Deutschen Hopfentages im Oktober 2016 konnten die Teilnehmer vier Biere mit einer ähnlichen Rezeptur vergleichen. Unter anderem waren Angaben zur Präferenz gefragt. Tabelle 10 gibt die Ergebnisse wieder. Das 89er-Bier liegt in der Rangordnungsprüfung nach Kramer [7] 2-Stern-signifikant vorne. Die drei anderen Biere (SSP, 96er und TTE) unterscheiden sich nicht wesentlich.

**Abbildung 7:** Intensität und Harmonie der Bittere

**Figure 7:** Intensity and harmony of the bitterness



similar to the accompanying bitter compounds, the dosage of the breeding varieties was much lower thanks to their high oil content and their aroma potential.

Of particular interest is the content of hop aroma substances in the beers. Neither monoterpenes nor sesquiterpenes could be detected in reliable volumes. This confirms the previous assumption that even with late hop additions these substances are expelled because of their low solubility and do not leave any sensorily relevant traces. It is the substances with oxygen content that have aroma potential. Figure 4 illustrates the total linalool content in the 5 beers, which lies between 134 µg/l in the TTE beer and 215 µg/l in the 89 beer. The perception threshold at 10 to 20 µg/l was significantly surpassed in all of the beers. The comparatively high linalool content in the 89 hops leads correspondingly to the highest value in the beer. In this series, the transfer rates (yields) for linalool, calculated from the hops used through to the beer, are on average 33%, which corresponds to the data (30-60%) in [2, page 274].

Of the esters dosed with hops, 6 could be detected in the beers (Figure 5). The differences between the beers are much greater than was to be expected from the hop specifications. The 89 leads with these aromatic components followed by Saphir. The other 3 beers are much lower. It is questionable at this low level whether their esters exceed their perception threshold.

### Sensory Results of the Trial Brews

To start with, it is to be said that the beers had no detected sensory flaws. The tasters of the research brewery awarded without exception above-average points for all characteristics according to DLG. Because of minor differences these results are not presented. Statistically reliable results showed a preference for the 89 beer over the other beers (1-star significance).

Another tasting was held according to the CMA [6] and produced results about hop-relevant characteristics. Figure 6 shows the assessments for the intensity and quality of the hop aroma. No clear differences can be established. The tendency is that the beers with Spalter and 89 have the edge on the other three beers. Dosage according to hop oil led to beers with a comparable intensity of hop aroma. Figure 7 displays the results for intensity and harmony of the bitterness. Also with regard to the harmony of the bitterness the breeding lines showed no weaknesses with the 89 lying ahead.

The results of the tastings in pairs are given in Table 9. An untrained panel compared the 89 beer with the SSP beer and the TTE beer. The aroma intensity of the 89 was judged to be slightly better. The fact that the beers brewed with the classic aroma hops came across as having more body can be put down to the significantly

| Tabelle / Table 9                                   |        |     |      |        |     |      |
|---|--------|-----|------|--------|-----|------|
|   | Pair 1 |     |      | Pair 2 |     |      |
|   | 89     | SSP | Sig. | 89     | TTE | Sig. |
| Which of the beers is more aromatic ?               | 10     | 4   | -    | 8      | 6   | -    |
| Which of the beers has more body ?                  | 4      | 10  | -    | 6      | 8   | -    |
| Which of the beers has a more pleasant bitterness ? | 8      | 6   | -    | 12     | 2   | **   |
| Preference  | 10     |     | -    | 12     | 2   | **   |

**Tabelle 10:** Verkostung von vier Bieren; Angaben der Rangsummen nach Kramer [7], des Ranges und der Signifikanz

**Table 10:** Tasting of four beers; specification of the rank sums according to Kramer [7], the ranking and the significance

| Tabelle / Table 10 |     |     |     |     |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
|                    | 89  | 96  | SSP | TTE |
| Rank sum           | 112 | 157 | 154 | 167 |
| Ranking            | 1   | 3   | 2   | 4   |
| Significance       | **  | -   | -   | -   |

## Diskussion der Ergebnisse

Ein Vergleich der beiden Zuchtstämme 89 und 96 mit ihren Müttern Spalter bzw. Tettninger sowie dem Saphir zeigt deutlich höhere Gehalte an Hopfenöl und aromarelevanten Stoffgruppen. Im Aromapotenzial ragt besonders der 89er heraus, nicht zuletzt aufgrund seines hohen Linaloolgehaltes. Dosiert man die fünf Hopfen nach Hopfenöl bei späten Gaben, ergeben sich die benötigten Mengen wie folgt:

- 89er 353 g/hl
- 96er 343 g/hl
- Spalter 857 g/hl
- Tettninger 1.000 g/hl
- Saphir 632 g/hl

Die daraus hergestellten Biere unterscheiden sich in den Gehalten an dem besonders aromaaktiven Linalool mit 134 bzw. 140 µg/l bei TTE und SSP über 152 µg/l beim 96er und 170 µg/l bei Saphir bis 215 µg/l beim 89er. In den Esterwerten steht ebenfalls der 89er an der Spitze, gefolgt vom Saphir und – mit einigem Abstand – den drei anderen Bieren.

Sensorisch schneidet das Bier mit dem 89er am besten ab; bei den restlichen vier Bieren sind keine Präferenzen statistisch gesichert nachweisbar. Dennoch können folgende Schlüsse gezogen werden: das hohe Aromapotenzial der Zuchtstämme erlaubt im Vergleich zu den Klassikern eine deutlich verringerte Dosage, was sich zwangsläufig auch auf die Kosten auswirkt. Sollte das Hopfenaroma im Bier mit den bisher üblichen Sorten eher verhalten oder manchmal nicht wahrnehmbar sein, wird der Einsatz des 89ers in vergleichbaren Mengen ein wesentlich klareres Ergebnis in Form einer zweifelsfrei vorhandenen Hopfenblume erreichen.

Geringere Dosagen der Zuchtstämme sind allerdings verknüpft mit niedrigeren Gehalten an Hopfenbegleitbitterstoffen und Hopfenpolyphenolen. Im vorliegenden Fall hat dies die Qualität der Bittere nicht negativ beeinflusst.

**Tabelle 9:**

Paarweise Verkostung des 89er-Bieres mit dem SSP- und TTE-Bier mit Signifikanzniveaus (Sig.) der Ergebnisse

**Table 9:**

Tasting in pairs of the 89 beer with the SSP beer and the TTE beer with significance levels (sig.) of the results

*higher polyphenol content thanks to the higher hop dosages [2, page 290]. In bitterness and personal preference the 89 beer ranked slightly higher than the SSP beer and significantly higher than the TTE beer.*

*On the occasion of the 3rd German Hops Conference in October 2016, the participants could compare four beers with similar recipes. Among other things, the tasters were asked to express their preferences. Table 10 shows the results. In the ranking test acc. to Kramer [7] the 89 was out at the front with a 2-star significance. There is hardly any difference between the three other beers (SSP, 96 and TTE).*

## Discussion of the Results

*A comparison of the two breeding lines 89 and 96 with their Spalter and Tettninger mothers respectively, as well as with the Saphir showed a significantly higher content of hop oil and aroma-relevant substance groups. The 89 is particularly prominent in its aroma potential, not least because of its high linalool content. The following quantities are required for late addition dosing of the five hops as hop oil:*

- 89 353 g/hl
- 96 343 g/hl
- Spalter 857 g/hl
- Tettninger 1,000 g/hl
- Saphir 632 g/hl

*The beers differ in the content of the particularly aromatic linalool with 134 and 140 µg/l for TTE and SSP to 152 µg/l for the 96 and 170 µg/l for Saphir to 215 µg/l for the 89. The 89 is also ahead with the ester values followed by Saphir and – after quite a gap – the three other beers.*

*Sensorily the 89 beer was considered best; there were no statistically relevant differences in the preferences shown for the remaining four beers. Still the following conclusions can be drawn: In comparison to the classics the high aroma potential of the breeding lines permits a significantly lower dosage, which will have an effect on the costs. If the hop aroma in beer with the normally used varieties is rather subdued or not even perceivable, using the 89, for example, in similar quantities achieves a much clearer result in the form of an undeniable hop bouquet.*

*Lesser dosages of the breeding lines are linked with lower content of accompanying bitter compounds and hop polyphenols. In the present case this did not negatively influence the quality of the bitterness.*



## Zusammenfassung

Die weltweite Züchtung von Hopfen mit speziellen Aromen (= Special Flavor Hops) liegt stark im Trend. Alleine Hüll hat in den letzten fünf Jahren sechs neue Sorten registrieren lassen. Dagegen hat seit 2003 keine Neuzulassung eines Aromahopfens für die Würzekochung (= normaler Aromahopfen) in Hüll stattgefunden.

Über den Hype der Special Flavor-Hopfen hinaus besteht durchaus die Notwendigkeit, Aromahopfen zu züchten mit dem Ziel höherer Erträge und besserer Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Klimaänderungen. Auch das Aromapotenzial ist anzuheben.

In Hüll sind zwei Aromazüchtungen mit den Nummern 89/002/25 und 96/001/24 schon länger in der Prüfung. Sie werden mit ihren jeweiligen Müttern Spalter und Tettnanger sowie dem Saphir verglichen. Letzterer gilt unter den klassischen Aromahopfen als Sorte mit dem bislang höchsten Aromapotenzial. Die Ergebnisse von analytischen Vergleichen und Brauversuchen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die  $\alpha$ -Säuregehalte beider Zuchtstämme sind höher als die der drei Vergleichshopfen, aber mit niedrigeren Cohumulonanteilen im Vergleich zu den Muttersorten.
- Beide Zuchtstämme sind etwas ärmer an niedermolekularen Polyphenolen.
- Die Zuchtstämme enthalten deutlich höhere Hopfenölgehalte.
- Der 89er weist den höchsten Farnesenwert aller fünf Hopfen auf, was als Indikator für seine Verwandtschaft zum Saazer Formenkreis dienen kann.
- Besonders der 89er verfügt über ein hohes Aromapotenzial, was sich aus den Gehalten an gut löslichen Estern und dem Linalool ableitet.
- In Brauversuchen mit spät gehopften untergärigen Bieren werden die fünf Hopfen nach ihrem Hopfenölgehalt in einer Menge von 6 ml Öl/hl dosiert. Die dazu notwendigen Mengen der Zuchtstämme betragen konsequenterweise lediglich 35 % vom TTE, 41 % vom SSP und 55 % vom HSR.
- Trotzdem sind die Biere mit den Zuchtstämmen in Intensität und Qualität des Hopfenaromas den anderen drei Bieren durchaus ebenbürtig.
- Das 89er-Bier enthält die höchsten Werte an aromaktiven Substanzen wie Linalool und Estern.
- Die Biere mit dem 89er wurden in allen Verkostungen signifikant bevorzugt.

Die Zuchtstämme, besonders aber der 89er, verfügen über ein hohes Aromapotenzial, das entweder niedrigere Dosagen erlaubt oder eine deutlicher wahrnehmbare Hopfenblume erzeugt. Aufgrund dieser vielversprechenden Ansätze werden derzeit beide Stämme in einem Großversuch angebaut.

## Summary

*The worldwide breeding of hops with special aromas (= Special Flavor Hops) is the big trend. Hüll alone has had six new varieties registered in the last five years. In contrast, since 2003 no aroma hop for wort boiling (= normal aroma hop) has been approved in Hüll.*

*Above and beyond the Special Flavor Hop hype there is certainly a need to breed aroma hops with the aim of higher yields and better resistance to diseases and climate change. The aroma potential should also be enhanced.*

*Two aroma breeds with the numbers 89/002/25 and 96/001/24 have long been under examination in Hüll. They are compared with their respective Spalter and Tettnanger mothers as well as with Saphir. Saphir is considered to be the variety with the highest aroma potential to date among the classic aroma hops. The results of analytical comparisons and trial brews can be summarized as follows:*

- *The  $\alpha$ -acid content of both breeding lines is higher than that of the three other hops in the comparison, but with lower cohumulone levels than the mother varieties.*
- *Both breeding lines have slightly lower levels of low-molecular polyphenols.*
- *The breeding lines have significantly higher hop oil content.*
- *The 89 has the highest farnesene value of all five hops, which can be an indicator for its relationship with the Saaz group of varieties.*
- *In particular the 89 has a high aroma potential which is due to its high level of easily soluble esters and linalool.*
- *In trial brews with late-hopped, bottom-fermenting beers the five hops are dosed according to their hop oil content in a volume of 6 ml of oil/hl. The volumes of the breeding lines required for this are logically only 35% of TTE, 41% of SSP and 55% of HSR.*
- *Nevertheless the beers with the breeding lines can easily keep up with the other three beers in intensity and quality of the hop aroma.*
- *The 89 beer has the highest values for aroma-active substances like linalool and esters.*
- *The beers with the 89 were given significant preference in all the tastings.*

*The breeding lines, especially the 89, have a high aroma potential that either permits lower dosages or generates a distinctly more perceptible hop bouquet. Based on these promising aspects both breeding lines are being grown in a large-scale trial.*



## Literatur / Literature

- [1] Kaltner, D., Steinhaus, M., Mitter, W., Biendl, M., Schieberle, P.: (R)-Linalool als Schlüsselaromastoff für das Hopfenaroma in Bier und sein Verhalten während der Bialterung. *Monatsschrift für Brauwissenschaft* 56, Nr. 11/12, S. 192-196, 2003 (article only available in German)
- [2] Biendl M., Engelhard B., Forster A., Gahr A., Mitter W., Schmidt R. und Schönberger C.: *Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier*; Fachverlag Hans Carl, Nürnberg; 2012; ISBN 978-3-418-00808-0
- [3] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL, Jahresbericht 2012 Sonderkultur Hopfen, [http://www.hopfenforschung.de/jahresbericht\\_2012.pdf](http://www.hopfenforschung.de/jahresbericht_2012.pdf), S. 47-48
- [4] Association of German Hop Growers: "The Spirit of Beer: Hops from Germany!", 2016 Pocket Guide to German Hop Varieties
- [5] Forster A., Beck B., Schmidt R., Jansen C. und Mellenthin A.: Über die Zusammensetzung von niedermolekularen Polyphenolen in verschiedenen Hopfensorten und zwei Anbaugebieten, *Monatsschrift für Brauwissenschaft* 55 (Juni 2002), S. 98 – 108
- [6] Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA): „Die Seele des Bieres – Hopfen aus Deutschland“, <http://www.deutscher-hopfen.de/contentserv/hopfenpflanzerverband.de/data/media/2099/Hopfen-Sortenmappe-dt-komplett-05.pdf>
- [7] Kramer, A.: *Chemical Senses and Flavor*, 1 (1974), 121

---

Autoren: Dr. Adrian Forster, Dr. Florian Schüll, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft e. G., Wolnzach, und Andreas Gahr, Forschungsbrauerei der Hopfenveredlung St. Johann GmbH, Train – St. Johann  
Fotos: Pokorny Design

---



Dr. Florian Schüll

Dr. Adrian Forster

Andreas Gahr