

Konzentrationssache

Hintergründe und Update zur Lupulinanreicherung von Hopfen

Bis in die 1960er-Jahre war der Einsatz von Doldenhopfen in Brauereien üblich. Damit verbunden waren gravierende Probleme wie Oxidationsanfälligkeit der Inhaltsstoffe, logistische Nachteile (wie größere Volumina in runden, nicht stapelbaren Ballen), Notwendigkeit der Abtrennung der Dolden aus der Würze mit einer separaten Einrichtung (Hopfenseiher) und die damit verknüpften erheblichen Würzeverluste. So entstand die Idee, Hopfen in Pulverform möglichst sauerstoffgeschützt zu verpacken.

Mitte der 1960er-Jahre wurden zwei wesentliche Pulverarten realisiert:

Normales Hopfenpulver

Der Abtrennung von Verunreinigungen schloss sich eine Nachrocknung auf etwa sechs bis acht Prozent Wassergehalt mit anschließender Vermahlung und inerte Verpackung an. Der Gewichtsverlust durch diese Verarbeitungsschritte betrug bis zu zehn Prozent. Man gewann aus 100 kg Hopfen also 90 kg (oder etwas mehr) an Produkt, woraus sich der Begriff „Typ 90“ ableitete.

Lupulinangereichertes Hopfenpulver

Dieses Produkt basierte darauf, das Lupulin mit seinen Aroma- und Bitterstoffen aus dem Doldenverband abzutrennen und dadurch eine Konzentrierung von α -Säuren und Hopfenöl auf das Doppelte zu erzielen. Entsprechend ergaben sich nach der Lupulinanreicherung etwa 45 kg Pulver und daraus der Begriff „Typ 45“. Besonders durch den hohen Einsatz von Hopfen in diversen Spielarten von Craftbieren erfreuen sich lupulinangereicherte Pellets derzeit einer verstärkten Nachfrage.

Basis der Lupulinanreicherung

Alle derzeit gebräuchlichen Anreicherungstechniken lassen sich auf eine Erfindung von Müller [1] zurückführen mit den folgenden Merkmalen:



Abb. 1: Aufgeschnittene Dolde mit Spindel, Doldenblättern und Lupulin-drüsen

- Die Hopfendolde besteht aus einer Spindel, an der die Doldenblätter angewachsen sind. Im Inneren der Dolden befinden sich die Lupulin-drüsen, in denen die Aroma- und Bitterstoffe angereichert sind. Die rundlich geformten Drüsen weisen einen Durchmesser von 80 bis 300 μm auf und sind nur locker mit den Doldenblättern verbunden, was eine Abtrennung des Lupulins aus der Hopfendolde ermöglicht.
- Da das sehr klebrige Lupulin Trennsiebe schnell zusetzt, funktioniert das Absieben der Drüsen bei Raumtemperatur nicht. Allerdings lässt sich das zähflüssige Harz-Ölgemisch bei Temperaturen unter -20°C verfestigen. Das erstarrte Lupulin ist hart, verliert seine Klebrigkeit und kann mechanisch bearbeitet werden, ohne dabei nennenswert beschädigt zu werden.
- Über geeignete Zerkleinerungs- und Siebmaschinen kann das tiefgefrorene Lupulin aus dem Doldenverband abgetrennt und ausgesiebt werden, meist mit „Vibroschleudern“, wie sie aus der Herstellung von Mehl bekannt sind. Sie kombinieren das Zerkleinern und Sieben in einer Maschine.

– Die Maschenweiten betragen etwa 200 bis 500 μm . Durch das Schlägerwerk werden die Dolden zerkleinert, das erstarrte Lupulin lässt sich von Doldenblättern und Spindel ablösen und als Feingut durch die Siebe abtrennen. Man erhält so ein Feingut mit einer Teilchengröße von $<300 \mu\text{m}$, das im Optimalfall alle Lupulin-drüsen der Dolde enthält und ein Grobgut mit Teilchen $>300 \mu\text{m}$ ohne Lupulin.

Da sich in der Praxis eine derart scharfe Trennung nicht realisieren lässt, resultiert ein Feingut, das neben dem Lupulin auch vergleichbare Mengen an Blattanteilen enthält. So ergibt sich eine Konzentrierung der Aroma- und Bitterstoffe im Feingut auf das etwa zweifache gegenüber dem Doldenhopfen.

Hopfen enthält je nach Sorte 10 (Hersbrucker) bis 35 Gew.-% (Polaris) an Lupulin, das neben den Aroma- und Bitterstoffen auch Xanthohumol enthält. In den Doldenblättern finden sich Polyphenole sowie Glykoside, Kohlenhydrate, Eiweiß, Cellulose und Asche. Die Spindel mit etwa sieben Gewichtsanteilen besteht primär aus Cellulose und Asche.

Abbildung 1 illustriert den Aufbau einer Dolde, Abbildung 2 zeigt eine intakte und eine zerstörte Lupulin-drüse.

Übliche Praxis einer Lupulinanreicherung

Hopfen wird vor der eigentlichen Anreicherung meist über eine pneumatische Schwergutabscheidung gerei-

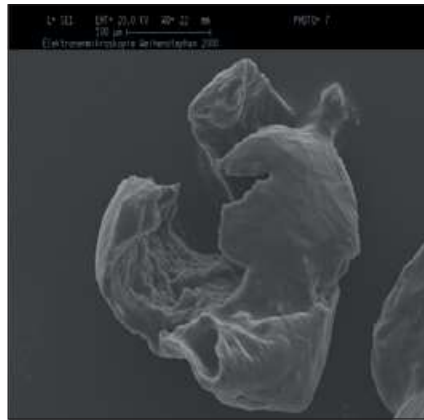


Abb. 2: Intakte (li.) und gebrochene Lupulindrüsen

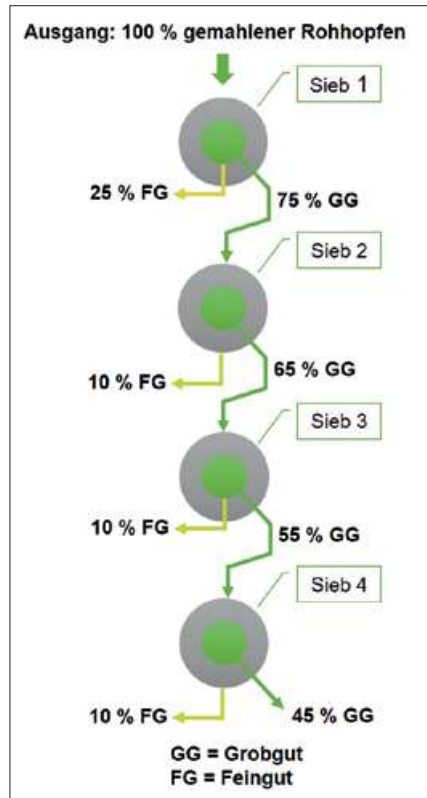


Abb. 3: Schema der Lupulinabtrennung im Werk St. Johann

nigt, wenn nötig nachgetrocknet und anschließend auf etwa -20 bis -35°C abgekühlt. Das kann im Luftstrom, mit flüssigem Stickstoff oder CO₂-Schnee erfolgen. Die tief gefrorenen Dolden enthalten gehärtete, stabile Lupulinkörner. Voraussetzung einer Lupulinanreicherung ist allerdings, dass möglichst alle Lupulindrüsen intakt sind, was eine schonende Behandlung bei der Ernte und insbesondere beim Verpacken bedingt. Eine stärkere Pressung als beim derzeit üblichen 60 kg-Rechteckballen mit 138 kg/m³ hat einige angequetschte Drüsen zur Folge, deren Absiebung nicht mehr möglich ist.

Da die Lupulinabtrennung nach nur einem Siebvorgang in der Regel nicht befriedigend ist, wird das Grobgut

des ersten Trennschrittes noch ein bis drei Nachsiebungen unterworfen. So ist gewährleistet, dass die Verluste an nicht abgetrenntem Lupulin im wertlosen Grobgut gering sind. Es finden sich in der Fachliteratur Schemata zur Herstellung angereicherter Pellets [2, S.151; 3]. Abbildung 3 verdeutlicht eine Lupulinabtrennung im Werk der Hopfenveredlung St. Johann in mehreren Schritten mit groben Richtwerten der jeweiligen Gewichtsanteile an Fein- und Grobgut.

Aufnahmen von Feingut mit und Grobgut ohne Lupulindrüsen sind in Abbildung 4 einander gegenübergestellt.

Das Ergebnis des Prozesses sind variable Anteile von 50 Prozent und mehr Feingut. Durch Rückführung von beliebigen Mengen an Grobgut lässt sich das Pulver auf einen gewünschten α -Gehalt zwischen dem des Ausgangshopfens und etwa dem doppelten Wert standardisieren.

Ist eine höhere Lupulinanreicherung als Typ 45 möglich?

Jedes Pellet Typ 45 enthält auch Feinanteile von Doldenblättern. Je öfter das Grobgut nachgesiebt wird, desto stärker steigt dieser Blattanteil. Es gibt Gründe, die Konzentrierung des Lupulins über das übliche Maß, das beim Faktor 2 liegt, anzustreben. Zum ersten Mal wurde dies in Deutschland mit Hopfen der Ernte 1994 praktiziert, ein Jahr geprägt von Trockenheit und Hitze mit den negativen Auswirkungen auf den Gehalt an α -Säuren und Hopfenöl. So lagen die α -Gehalte in den Aromahopfen bei knapp der Hälfte vom Jahr 1993. Ein Pellet Typ 45 der Ernte 1994 enthielt allenfalls einen mit dem Typ 90 im Jahr 1993 vergleichbaren Gehalt an α -Säuren. Aufgrund der maximal möglichen Feststoffka-

Für ungetrübten Genuss...

SFZ ZIEKER

Qualitäts-Schankanlagenfittings
Händlerverzeichnis unter:
www.sfz-zieker.de



Abb. 4: Aufnahmen von Fein- und Grobgut

kapazität des Whirlpools benötigten einige Brauereien aus dieser Ernte deshalb höhere Anreicherungsgrade, die in der Hopfenveredlung St. Johann kurzfristig realisiert werden konnten [4]. Beim besonders schwachen Hersbrucker gelang ein Typ 25 bis 30 mit einer Anreicherung des Hopfen- α von 1,5 Prozent auf nahezu 6 Prozent im Pellet. Tettlinger konnte von 3 auf 8 Prozent α (Typ 35 bis 40) und Perle von 4,3 auf 10,5 Prozent (Typ 40) angereichert werden. Die etwas höheren α -Verluste wurden in Kauf genommen.

Technisch lässt sich eine höhere Konzentrierung über das Abzweigen des Feingutes bereits nach der 1. oder 2. Vibroschleuder darstellen (siehe Abb. 3). Eine höhere Lupulinanreicherung ist also schon seit über 25 Jahren bekannt [3]. Allerdings wird sie – normale Hopfengaben bis 500 g/hl vorausgesetzt – selten praktiziert. Moderne Whirlpools beherrschen die Abtrennung von Feststoff viel problemloser als die früheren Generationen. Auch manche Inhaltsstoffe der Doldenblätter wie Polyphenole werden heute positiver gesehen [2, S. 283-294], als noch vor 20 Jahren.

Neue Hopfungsextreme in der Welt der Craft-Brauer

Während ein gut gehopftes Pils etwa 300 bis 500 g/hl Pellets erfordert, liefern sich manche Craft-Brauer geradezu einen Wettbewerb, welches Bier mehr Hopfen enthält. So sind Dosagen von 1 kg Pellets/hl Würze und mehr plus nochmals 1 kg/hl beim Hopfenstopfen durchaus keine Seltenheit in einem New England IPA. Daraus leiten sich allerdings einige Probleme ab, wie z.B.:

- Wie hoch sind die mit der Trubabtrennung verbundenen Würze- und Bierverluste?
- Wie ist die Nitratbelastung einzuordnen?

- Wirken Polyphenoldosagen von 500 mg/l bei 1 kg/hl Pellets noch positiv?
- Welche Folgen haben derart hohe Mengen an Blattmaterial auf den Geschmack des Bieres?

Das Ziel eines Brauers ist es demnach, möglichst viel Aroma aus dem Hopfen ohne negative Konsequenzen auf die sonstige Qualität in sein Bier zu überführen.

Bewertung von Würze- und Bierverlusten

Folgende Annahmen werden getroffen:

- 1 kg Pellets repräsentieren ca. 900 g Feststoff/Trub.
- Abgeschiedener Trub enthält 90 Prozent Würze bzw. Bier.
- 1 kg Pellets binden demnach 10 Liter Würze oder Bier.
- Die Herstellkosten von 1 hl Würze einer Craft-Brauerei wird auf 35 Euro pro hl, die von 1 hl Bier auf 55 Euro pro hl geschätzt. Werte darüber dürften keine Seltenheit sein.

Daraus errechnen sich Verluste von 3,50 Euro/hl in Form von Würze bzw. 5,50 Euro/hl in Form von Bier bei einer Dosage von 1 kg Pellets Typ 90. Lupulinangereicherte Pellets verringern diese Verluste um 50 Prozent oder 1,75 Euro/hl (Würze) respektive 2,25 Euro/hl (Bier) im Falle von Typ 45 bzw. um 65 Prozent oder 2,23 Euro/hl (Würze) respektive 3,55 Euro/hl (Bier)

bei Einsatz von Typ 35. Dieser Kosteneinsparung durch Verringerung von Würze- und/oder Bierverlusten stehen die höheren Kosten der Anreicherung gegenüber, die je nach Hersteller acht bis 15 Prozent relativ vom Basispreis des Typ 90 verursachen und bei der jetzigen Hopfenmarktlage mit 0,80 bis 1,50 Euro/hl anzusetzen sind.

Es gibt allerdings Hersteller, die die Einsparungen wesentlich höher errechnen. Für die Berechnung von Würze- und Bierverlusten setzt man nicht die Herstellkosten, sondern den drei- bis fünfmal höheren Verkaufspreis in Höhe von 178 Euro/hl an [5]. Die Trubfeuchte wird zudem extrem hoch mit über 96 Prozent fixiert. Das wäre kein Trub, sondern eine Suspension. Diese Art der Berechnung erscheint für einen Brauer höchst attraktiv, geht aber an der Realität vorbei. Was unabhängig von der Art der Berechnung als Fazit festzuhalten bleibt: Der Einsatz von angereicherten Pellets ist unter dem Aspekt der Reduzierung von Würze- und Bierverlusten für extrem gehopfte Biere wirtschaftlicher im Vergleich zu Pellets Typ 90.

Andere Aspekte einer höheren Lupulinanreicherung

Sinnvolle Grenzen einer Lupulinanreicherung werden von Herstellern unterschiedlich angegeben. Grenzen der Beherrschbarkeit bei der Pelletierung liegen bei 25 bis 30 Prozent α -Säuren [5] oder sogar darüber [6]. Aber auch Pulver mit einem α -Gehalt über z.B. 20 bis 25 Prozent lassen sich nicht einfach pelletieren. Die Pellets sind weich und instabil, lassen sich aber andererseits durch den hohen α - und Ölgehalt schonender bei tieferen Temperaturen pressen. Die Pellets riechen besonders frisch und intensiv. Ihr höherer Feinanteil und mögliche Verklumpungen verursachen Probleme in automatischen Dosieranlagen in Brauereien. Werden die Pellets per Hand entleert und dosiert, stören allerdings Pulver und Klumpen nicht. Dies gilt besonders beim Hopfenstopfen [7].

Tab. 1: In das Bier dosierte Mengen an Feststoff, Nitrat und Polyphenolen je nach Pellettyp pro kg Typ 90, 45 und 35

	Feststoff [g/hl]	Nitrat [mg/l]	Polyphenole [mg/l]
Typ 90	900	80	500
Typ 45	405	35	250
Typ 35	315	20	165

Durch eine intensivere Anreicherung verringern sich nicht nur die Dosagen von Feststoff, sondern auch von Nitrat und Polyphenolen gemäß Tabelle 1.

Wichtig sind auch sensorische Aspekte. Übliche positive Statements zu Polyphenolen und anderen Inhaltsstoffen des Hopfens sind nur bis Dosagen von etwa 500 g/hl an Hopfenäquivalent (= Pellets 90) getestet [2, S. 290].

Bei Hopfenmengen bis 1 oder gar 2 kg/hl resultieren Phänomene, die sich bei kombinierten Dosagen in die Würze (Kochende, Whirlpool) und beim Hopfenstopfen verstärken. Der hohe Blattanteil des Hopfens oder von Pellets 90 vermittelt einen grasigen, gemüseartigen Eindruck, der auch als „vegetal“ bezeichnet wird. Die in einem IPA oder NEIPA über den Hopfen eingebrachten vielfältigen Fruchtaromen werden durch den „vegetal“, grasig-gemüsigen Charakter im schlimmsten Fall überdeckt. Die enormen Mengen an Hopfenpolyphenolen können eine unangenehme Bittere hervorrufen. Derartig unerwünschte Geschmacksnoten werden durch eine partielle Entfernung von Blatt- und Spindelmasse vermieden.

Zusammenfassung

Die mechanische Anreicherung der Lupulindrüsen aus der Hopfendolde über ihre Absiebung bei tiefen Temperaturen wird seit Ende der 1960er-Jahre großtechnisch betrieben. Üblich ist die Konzentrierung der Bitter- und Aromastoffe bis auf den Faktor 2 (Typ 45). Seit 1994 werden auch höhere Konzentrationen angestrebt.

Mit extrem hohen Dosagen von Hopfen bzw. normalen Pellets Typ 90 von etwa 1 kg/hl in die Würze und zusätzlich der gleichen Menge über das Hopfenstopfen bei der Herstellung von Craftbieren entstehen häufig Probleme aufgrund der hohen Feststoffmenge: Diese verursachen neben technischen Problemen hohe Würze- und Bierverluste und stören die Sensorik des Bieres durch grasig-gemüseartige (= vegetal) Noten. Als Lösung ist der partielle Einsatz von Extrakt denkbar, scheidet aber für Brauer, die sich näher am Doldenhopfen bewegen wollen, aus. Lupulinangereicherte Pulver bzw. Pellets sind dann die geeignete Lösung. Normale Anreicherungsgrade zu Pellets Typ 45 genügen bisweilen den Anforderungen an die Feststoffreduzierung noch nicht. Abhängig von

der Sorte kann eine Konzentrierung von α -Säuren und Öl auf das Dreifache (Typ 35) realisiert werden. Damit lässt sich auch bei extrem hohen Dosagen eine Balance zwischen dem gewünschten exzessiven fruchtigen Aroma und einem etwaigen „vegetal“ Beigeschmack durch Doldenblätter erzielen.

Es empfiehlt sich, Werbeaussagen der Hersteller zu neuen lupulinangereicherten Produkten kritisch zu hinterfragen. Hinter wohlklingenden Bezeichnungen verbirgt sich oft ein über Jahrzehnte bekanntes Produkt. Zudem basieren die ausgelobten Einsparungen an Würze und/oder Bier teilweise auf unrealistischen Annahmen. □

Literatur

- [1] Deutsche-Patentschrift 1 234 656, vom 23. Februar 1967: Verfahren zur Herstellung eines lupulinhaltigen Hopfenproduktes
- [2] Biendl, M.; Engelhard, B.; Forster, A.; Gahr, A.; Lutz, A.; Mitter, W.; Schmidt, R. und Schönberger, C.: Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier; Fachverlag Hans Carl, 2012, ISBN: 978-3-418-00808-0
- [3] Benitez, J.L.; Forster, A.; DeKeukeleire, D.; Moir, M.; Sharpe, F.R.; Verhaagen, L.C. and Westwood, K.: EBC – Manual of Good Practice, Hops and Hop Products, 1997, ISBN3-418-00758-9; Hans Carl Verlag
- [4] Forster, A.: Zur mechanischen Anreicherung von Hopfenprodukten; Brauerei- und Getränke- und Getränkerundschau 106, Nr.9 (1995), S. 173-179
- [5] Yakima Chief; Cryo Hops Product Overview Sheet (Rev. NOV 2018), <https://www.yakimachief.com/wp-content/uploads/Cryo-Hops-Product-Overview.pdf>
- [6] Hopsteiner, Lupulinpellets, PDS 57/07 (03/2019), https://www.hopsteiner.com/wp-content/uploads/2019/07/57_01_Lupulinpellets.pdf
- [7] Forster, A.; Schüll, F.; Gahr, A. und Lenz, R.: Are different hop pellet properties for dry hopping and hop dosing in the brewhouse justified?; Poster beim 36. EBC-Congress, Ljubljana, 2017

Dr. Adrian Forster

Berater, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft, Wolnzach
www.hvg-germany.de

Dr. Florian Schüll

Technical Manager, HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft
www.hvg-germany.de

Andreas Gahr

Leiter der Forschungsbrauerei, Hopfenveredlung St. Johann
www.hopfenveredlung.de

Gründungsverleger Werner Sachon (1920 – 2005)

Redaktion

Benedikt Meier (verantwortl.) - 311
M. Sc. Brauwesen und Getränketechnologie
meier@sachon.de

Schloss Mindelburg
D-87719 Mindelheim
Telefon (08261) 999-0
Fax (08261) 999-391 (Anzeigen)
Fax (08261) 999-395 (Redaktion)
www.sachon.de
bi@sachon.de

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit der Annahme des Manuskripts gehen das Recht zur Veröffentlichung sowie die Rechte zur Übersetzung, zur Vergabe von Nachdruckrechten, zur elektronischen Speicherung in Datenbanken, zur Herstellung von Sonderdrucken, Fotokopien und Mikrokopien an den Verlag über. Jede Verwertung außerhalb der durch das Urheberrechtsgesetz festgelegten Grenzen ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. In der unaufgeforderten Zusendung von Beiträgen und Informationen an den Verlag liegt das jederzeit widerrufliche Einverständnis, die zugesandten Beiträge bzw. Informationen in Datenbanken einzustellen, die vom Verlag oder von mit diesem kooperierenden Dritten geführt werden. Für die mit Namen oder Signatur gekennzeichneten Beiträge übernehmen Verlag und Schrifteleitung keine Haftung.

Verlag und Herstellung

VERLAG W. SACHON GMBH + CO KG
Fachzeitschriften · Wirtschaftsdatenbanken
Graphischer Betrieb
Schloss Mindelburg · D-87719 Mindelheim

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Klaus Krammer
HRA 16639 München
HRB 85685 München

Media-Beratung
Anita Elsässer - 331
elsaesser@sachon.de

Media-Disposition
Michaela Schölderle - 361
schoelderle@sachon.de

Vertrieb
Yvonne Musch - 451
y.musch@sachon.de

Druck
Holzmann Druck GmbH & Co. KG
Gewerbestraße 2, 86825 Bad Wörishofen

Anzeigenpreise:
Zurzeit ist Anzeigenpreisliste Nr. 66 gültig

Erscheinungsweise: monatlich

Bezugspreis
Jahresabo EUR 79,- + MwSt.

Für Mitglieder des Bundes der Doemensianer e.V. ist der Bezugspreis der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis gemäß § 26 (1) Bundesdatenschutzgesetz
Die Empfänger der Zeitschrift sind in einer Adressdatei gespeichert, die mit Hilfe automatisierter Datenverarbeitung geführt wird.

Gerichtsstand wahlweise für den Verlag
Mindelheim oder München



Prüfung der Empfängerstruktur-Analyse
Prüfung der Vertriebsstruktur-Analyse
Auflagenprüfung