

Projekt-Kurzbericht

AiF-FV 13622 N

"Untersuchungen zum Einfluss der Hopfensorte auf das Aroma hopfenbetonter Biere unter besonderer Berücksichtigung glycosidisch gebundener Hopfenaromastoffe"

Koordinierung: Wissenschaftsförderung der deutschen Brauwirtschaft e.V. (WiFö)
Forschungsstelle: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching
Prof. Dr. P. Schieberle/Dr. M. Steinhaus
Industriegruppen: Deutscher Brauer-Bund e.V., Berlin
Projektkoordinator: Dr. Stefan Lustig, Brauerei Beck & Co., Bremen
Projektzeitraum: 2003 - 2005
Zuwendungssumme: € 262.700,--
(Förderung durch BMWi via AiF/WiFö)

Ausgangssituation:

Neben den Bitterstoffen sind vor allem die Aromastoffe aus dem Hopfen wichtig für die Bierherstellung. Aus dem Hopfen stammende Aromastoffe können dem Bier eine typische Hopfennote verleihen. Zur Zeit werden weltweit etwa 90.000 t Hopfen produziert, ein Drittel davon in Deutschland.

Beim Brauprozess wird der Hopfen während des Kochens der Würze, meist in Form mehrerer Hopfengaben, von denen die letzte auch erst im Whirlpool erfolgen kann, zugegeben. Während des Würzekochens gehen Inhaltsstoffe des zugesetzten Hopfens, insbesondere auch Aromastoffe, zum Teil in die Würze über. Bis zum Beginn unserer eigenen Arbeiten auf diesem Gebiet war nicht geklärt, welche Substanzen für das Aroma von Hopfen verantwortlich sind und wie diese sich während des Brauprozesses verhalten.

Die Ermittlung derartiger Schlüsselaromastoffe eines Lebensmittels ermöglicht ein an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie erarbeitetes Konzept, das die Identifizierung der aromapragenden Substanzen unter der Vielzahl der flüchtigen Inhaltsstoffe ermöglicht. Dessen Anwendung auf Hopfen der Sorte Spalter Select zeigte, dass dessen Aroma überwiegend durch Myrcen und (R)-Linalool geprägt wird. Die Anwendung des Konzepts auf ein mit diesem Hopfen gebrautes Bier Pilsener Brauart ergab, dass das (R)-Linalool allein für die Ausbildung der typischen Hopfenblume dieses Bieres verantwortlich war. Bei Brauversuchen mit verschiedenen Hopfensorten konnte entsprechend eine Korrelation zwischen dem Linaloolgehalt des Hopfens und der blumigen Hopfennote des Bieres gefunden werden. Darüber hinaus wurden in einigen dieser Biere aber auch citrusartige und fruchtige Noten detektiert, die nicht mit den Gehalten bekannter Bieraromastoffe korreliert waren. Diese Beobachtung legte die Vermutung nahe, dass abgesehen von den Aromastoffen der gut untersuchten Sorte Spalter Select in anderen Hopfensorten noch geruchsaktive Verbindungen vorkommen, die neben Linalool einen Einfluss auf die Hopfennote daraus hergestellter Biere haben können.

Forschungsziel:

Die Untersuchung verschiedener Sorten mit dem an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie etablierten Konzept zur Identifizierung aromaaktiver Verbindungen sollte zeigen, ob in Hopfen weitere, bisher unentdeckt gebliebene aromaaktive Substanzen auftreten, ob diese ins Bier übergehen und ob sie im Bier sensorisch relevant sind.

Linalool, die wichtigste Verbindung für die Hopfenblume im Bier, kommt in Hopfen auch gebunden in Form von Glykosiden vor. Es sollte daher auch geklärt werden, in welchen Mengen Linaloolglykoside beim Brauprozess mit dem Hopfen eingebracht werden und in welchem Maße sie zum Linaloolgehalt im Bier beitragen.

Erzielte Forschungsergebnisse:

Die Ergebnisse von Aromaextraktverdünnungsanalysen fünf aktueller Aromahopfensorten Perle, Hersbrucker, Steirer Golding, Smaragd, Cascade) bestätigten das geraniolartig riechende Myrcen und das blumig, citrusartig riechende Linalool, deren Bedeutung bereits in früheren Arbeiten über die Sorte Spalter Select erkannt worden war, als wichtige Hopfenaromastoffe. Darüber hinaus wurde Geraniol, dessen Geruch als 'blumig, rosenartig' beschrieben wird, als wichtiger aromaaktiver Hopfeninhaltsstoff erkannt. Die an schwarze Johannisbeeren erinnernde Aromanote von Hopfen der Sorte Cascade konnte auf eine einzelne Verbindung zurückgeführt werden, die nach Anreicherung mittels mercuriertem Agarosegel als 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on identifiziert wurde.

Für die quantitative Bestimmung dieser Substanz wurde eine Stabilisotopenverdünnungsanalyse entwickelt, die sich eines synthetisch dargestellten, zehnfach deuteriummarkierten 4-Mercapto-4-methylpentan-2-ons als internem Standard bediente und eine Anreicherung über kovalente Chromatographie beinhaltete. Die quantitative Bestimmung der vier wichtigen Hopfenaromastoffe Myrcen, Linalool, Geraniol und 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on bestätigte die bei den

Aromaextraktverdünnungsanalysen festgestellten Sortenunterschiede.

Für die Quantifizierung von (R)- neben (S)-Linalool in Bier wurde ein Verfahren entwickelt, das die Genauigkeit der Stabilisotopenverdünnungsanalyse mit der Schnelligkeit der Probenextraktion durch SPME kombiniert. Die Trennung der Enantiomere gelang durch Anwendung eines GC-GC-MS-Systems mit einer chiralen Phase in zweiter Dimension.

Um den Transfer der Hopfenaromastoffe ins Bier zu untersuchen, wurden (R)-Linalool, Geraniol und, bei Cascade, 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on, im Hopfen und in damit gebrautem Bier quantifiziert. Dabei ergaben sich Transferraten von 16 bis 42 %. Die Konzentrationen von (R)-Linalool lagen im fertigen Bier z.T. deutlich über der Geruchsschwelle. Im Gegensatz dazu lagen die Werte für Geraniol in allen drei untersuchten Bieren unter dem Schwellenwert dieser Verbindung. Die Bedeutung von (R)-Linalool für die Hopfenblume im Bier wurde damit bestätigt, Geraniol dagegen scheint im Bier keine Aromarelevanz zu besitzen. Auch das 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on geht beim Bierbrauen aus dem Hopfen ins Bier über und verleiht dem mit Cascade-Hopfen gebrauten Bier eine typische, johannisbeerartig-fruchtige Note.

Beim Erhitzen von Hopfen in wässriger Suspension kommt es zu einer Neubildung von Linalool und Geraniol. In Anbetracht der gefundenen Transferraten muss jedoch davon ausgegangen werden, dass Linalool und Geraniol zwar im Brauprozess bereits beim Kochen der Würze aus bislang unbekanntem, thermisch labilen Vorstufen freigesetzt, jedoch bereits beim Kochen wieder ausgedampft werden und es auch zu keiner weiteren Neubildung, beispielsweise im Rahmen der Gärung kommt.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Objektivierung von Parametern des Hopfens, die zu einer Hopfenblume in Bier führen, dient in erster Linie dazu, die Reproduzierbarkeit des Aromas eines hopfenbetonten Bieres zu sichern. Darüber hinaus wird die Möglichkeit geschaffen, die Hopfennote im Bier weiter zu verstärken und mit extrem hopfenaromatischen Bieren ein neues Marktsegment zu eröffnen. Diese Nischenprodukte sind vor dem Hintergrund eines eher rückläufigen Biermarktes speziell für kleine und mittlere Brauereien interessant. Darüber hinaus unterstützen klare Erkenntnisse über den sinnvollen Einsatz von Aromahopfen besonders den deutschen Hopfenanbau, wo die Anbaufläche der Aromasorten im Gegensatz zum Ausland noch bei rund 50 % liegt und dessen Aromahopfen von der Brauindustrie weltweit hoch geschätzt wird.

Publikationen (Auswahl):

1. AiF-Schlussbericht 2005.

Weiteres Informationsmaterial: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA)
Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching
Tel. 089/289-14170 , Fax 089/289-14183
E-Mail: Peter.Schieberle@ch.tum.de

Wissenschaftsförderung der deutschen Brauwirtschaft e.V. (WiFö)
Neustädtische Kirchstraße 7A, 10117 Berlin
Tel. 030-209167-19 , Fax 030-209167-97
E-Mail: hinzmann@brauer-bund.de

[Homepage](#) [Projektübersicht](#)