

Forschungsschwerpunkte

1.1 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

1.1.1 Verbesserung der Trocknungsabläufe durch gleichmäßigere Temperatur- und Luft-verteilung in Praxisdarren

Bearbeitung: Jakob Münsterer

Laufzeit: 2016 – 2018

Ziel

Optimale Trocknung ist definiert durch das richtige Verhältnis der Trocknungsparameter Trocknungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und Schütthöhe. Ziel ist, dass gleiche Luftverhältnisse über die gesamte Trocknungsfläche des Schubers, der Mittel- und Aufschütthorde herrschen. Erreicht wird dies durch eine optimal eingestellte Luftverteilung und durch die gleichmäßige Befüllung der Aufschütthorde mit der richtigen Hopfenmenge.

Methode

In Praxisdarren wurden die Temperaturverhältnisse über der Luftverteilung zwischen den Horden und über der Aufschütthorde mit Data-Loggern aufgezeichnet. Zusätzlich wurden in einem Praxisbetrieb mit einer fest installierten Wärmebildkamera die Oberflächentemperaturen des Hopfens in der Aufschütthorde gemessen. In Trocknungsprotokollen wurden die wichtigsten Trocknungsparameter und Einstellungen aufgeschrieben.

Ergebnis

Es konnte sehr gut aufgezeigt werden, dass eine ungleichmäßige Trocknung einerseits durch die großen Temperaturunterschiede der Trocknungsluft aus dem Luftverteiler und andererseits durch ungleichmäßige Befüllung der Aufschütthorde verursacht wird. Die Befüllung und Trocknung des Hopfens in Aufschütthorde hat dabei einen noch größeren Einfluss auf eine gleichmäßige Trocknung als bisher angenommen!

1.1.2 Erarbeitung von Fertigungsstrategien im Hopfenbau

Bearbeitung: S. Fuß, J. Stampfl (Masterarbeit)

Laufzeit: 2016

Ziel

In Deutschland wird im Hopfenbau ein Großteil der Pflanzennährstoffe durch das oberflächige Streuen granulierter Dünger zugeführt oder mit Düngerlösungen beim Hopfenputzen verabreicht. Der Nachteil ist, dass diese in Trockenjahren vielfach nicht verfügbar sind oder aufgrund niedriger Erträge unvollständig aufgenommen wurden. Belastungen der Grund- und Oberflächenwasser mit Stickstoff sind dadurch nicht auszuschließen. Diese Umweltgesichtspunkte einhergehend mit einer Verschärfung der Gesetzgebung, insbesondere der Düngerverordnung, machen eine Verbesserung der Nährstoffeffizienz unumgänglich. Ein Ansatzpunkt könnte hier die bedarfsgerechte und gezielte Nährstoffeinspeisung (Fertigation) über das Be-

wässerungswasser sein. Aufgrund mangelnder Versuchsergebnisse und Erkenntnisse über den Nährstoffbedarf erfolgte die Düngereinspeisung in der Praxis eher gefühlsmäßig und wenig zielführend und bestätigt einen hohen Forschungsbedarf.

Methode und erstes Ergebnis

2016 wurden an zwei Standorten im Anbaugebiet Hallertau erste Fertigungsversuche mit der Aromasorte Perle und Hochalphasorte Herkules durchgeführt. Neben der optimalen Positionierung der Tropfschläuche sollte der Frage nachgegangen werden, welche Auswirkungen die Fertigation auf Ertrag und Inhaltsstoffe haben könnte. Dabei wurde zum einen eine Teilmenge des insgesamt auszubringenden Stickstoffs entweder praxisüblich gestreut oder über Fertigation in flüssiger Form mit dem Bewässerungswasser ausgebracht. Zum anderen wurde die Tropfschlauchposition „auf dem Bifang“ der Lage des Schlauches im Boden neben den Hopfenreihen gegenübergestellt. Erste Versuchsergebnisse deuten darauf hin, dass die Positionierung des Tropfbewässerungssystems auf den Bifängen positive Auswirkungen auf Ertrag und Inhaltsstoffe des Hopfens hatte, obwohl im Jahr 2016 ein geringer Bewässerungsbedarf bestand. Eine Beurteilung der Düngungsmethode Fertigation ist aufgrund der Ergebnisse in 2016 noch nicht möglich, da absicherbare Ertragsunterschiede infolge der hohen Niederschläge und Nährstoffmobilisierung aus dem Boden nicht nachweisbar waren.

Ausblick

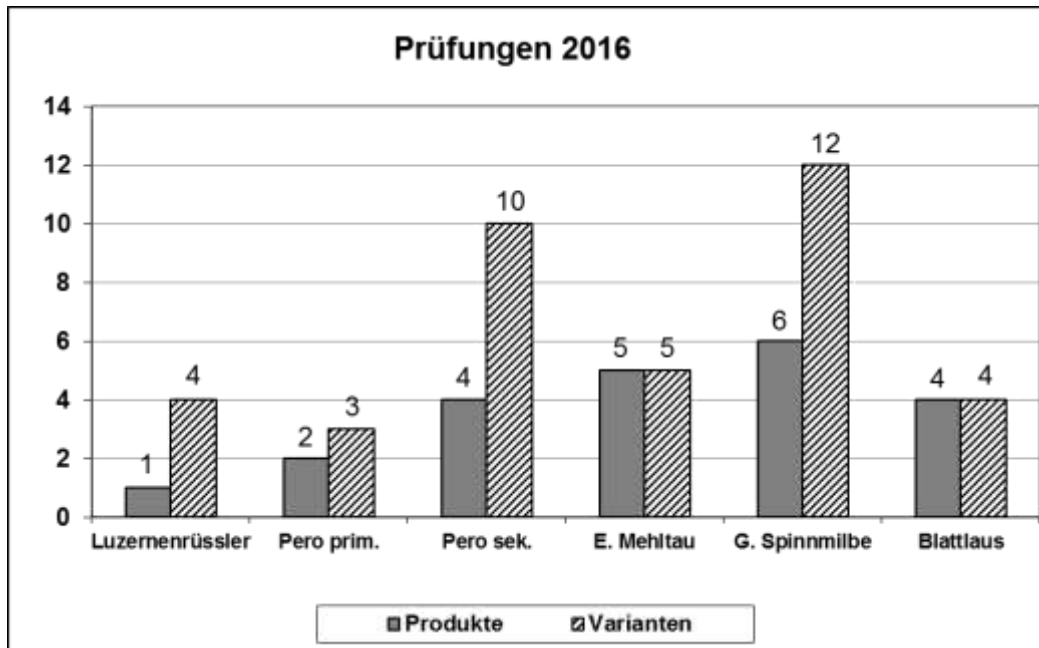
Die gezielte Düngung über Fertigation verspricht eine Vielzahl an pflanzenbaulichen sowie ökologischen Vorteilen, weshalb in Zukunft die optimale Anwendung im Hopfenanbau weiter untersucht werden soll. Hierzu wird in den nächsten Jahren die Dissertation von Herrn Johannes Stampfl, die sich mit diesem Thema umfangreich beschäftigen wird, einen großen Beitrag leisten.

1.2 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

1.2.1 Pflanzenschutzmittelversuche 2016 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel

Bearbeitung: S. Wolf, L. Wörner, J. Weiher, G. Meyr, M. Felsl, O. Ehrenstraßer



In der Amtlichen Mittelprüfung Hopfen wurden im Versuchsjahr 2016 insgesamt 22 Produkte in 38 Varianten getestet. Als Versuchsfläche wurden dazu 119 Parzellen ausgewiesen.

1.3 Forschungsschwerpunkte Züchtung

1.3.1 Entwicklung von Hopfenzuchtmaterial und Sorten mit breiter Resistenz und guten agronomischen Merkmalen im Aroma-, Hochalpha- und Special Flavor-Bereich

Leitung: A. Lutz, Dr. E. Seigner

Bearbeitung: A. Lutz, J. Kneidl, S. Seefelder, E. Seigner, Team IPZ 5c

Kooperation: Dr. K. Kammhuber, Team IPZ 5d
Beratungsgremium der GfH
Forschungsbrauerei Weihenstephan, Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brau-technologie Prof. Becker und Dr. Tippmann
Bitburger-Braugruppe Versuchsbrauerei, Dr. S. Hanke
Nationale und internationale Braupartner
Partner aus dem Bereich Hopfenhandel und -verarbeitung
Verband Deutscher Hopfenpflanzer
Hopfenpflanzer

Ziel

Durch die Hüller Züchtungsarbeiten sollen moderne, leistungsstarke Sorten entwickelt werden, die im klassischen Aroma- und Hochalphabereich und seit einigen Jahren auch mit speziell fruchtigen Aromausprägungen (Special Flavor-Hopfen) die Marktanforderungen der Brauwirtschaft, einschließlich der "Craft-Brewer"-Szene erfüllen und selbstverständlich auch die deutschen Hopfenpflanzer zufriedenstellen.

Material und Methode

Mit dieser Zielsetzung wurden 2016 91 Kreuzungen durchgeführt. Der Selektionsablauf, wie schematisch dargestellt, ist grundsätzlich für alle Züchtungsprogramme gültig.




Selektionsverlauf von Hüller Zuchtsorten

Ergebnis

Vielversprechende Zuchtstämme im klassischen Aromabereich wie auch im Hochalphasektor sind im fortgeschrittenen Selektionsprozess. Im fein hopfen-würzigen Aromabereich konnten seit 2011 die Züchtungsaktivitäten nochmals verstärkt werden. Erfolgversprechende Stämme mit feinem Tettninger Aromaprofil aus unserem Züchtungsprojekt zur Verbesserung der Landsorte Tettninger werden gemeinsam mit dem Hopfenversuchsgut Straß des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums (LTZ), Baden-Württemberg, umfassend geprüft. Die Arbeiten zur Entwicklung robuster, leistungsfähiger Hochalphasorten wurden 2016 mit dem Beginn unseres Hochalphasektorzüchtungsprojektes in Kooperation mit dem Hopfenpflanzerverband Elbe-Saale nochmals intensiviert.

Nach der Markteinführung der ersten Spezialaromasorten Mandarina Bavaria, Huell Melon und Hallertau Blanc im Jahr 2012 wurden im Frühjahr 2016 von der GfH zwei weitere Sorten, Ariana und Callista, mit eigenständigen Aromaprofilen für den Praxisanbau freigegeben. Neue Zuchtstämme mit innovativen Aromausprägungen stehen in der Anbauprüfung und werden umfassend auf ihre Braueigenschaften getestet (siehe 4.3). Im Vergleich zu anderen Spezialaromasorten, Flavor oder „Impact“ Sorten wie sie auch bezeichnet werden, sind die Spezialaromasorten aus der LfL-eigenen Züchtungsarbeit speziell angepasst an die in Deutschland vorherrschenden Anbaubedingungen. Damit sind sie optimal gerüstet gegenüber den hier auftretenden Pathotypen und bestens adaptiert auf deutsche Witterungs- und Bodenverhältnisse. Daraus resultieren auch ihre guten agronomischen Eigenschaften und ihr hohes Ertragspotential. Besonders hervorzuheben ist darüber hinaus, dass diese Hüller Special Flavor-Sorten in umfassenden individuellen und insbesondere in standardisierten Brauersuchen ihr gesamtes Aromapotenzial unter Beweis gestellt haben.

	Ertrag kg/ha	Qualität			Widerstandsfähigkeit gegenüber				
		hopfiges Aroma plus	Ölgehalt (ml/100g)	α-Säuren (%)	Vert. Welke (mild)	Perono- spora	Echtem Mehltau	Roter Spinne	Blatt- laus
Mandarina Bavaria	2.100	Mandarine, Grapefruit	1,5 - 2,5	7 - 10	+/-	+/-	++	+	+
Huell Melon	1.900	Honig- melone, Aprikose, Erdbeere	1,2 - 2,4	7 - 8	+/-	+	++	+/-	+
Hallertau Blanc	2.300	Mango, Stachel- beere, Weißwein	1,3 - 2,1	9 - 11	+/-	+	+++	+	+
Callista	2.000	Aprikose, Maracuja	1,3 - 2,1	2 - 5	+/-	+	++	+/-	+
Ariana	2.300	Johannis- Brombeere	1,5 - 2,4	10 - 13	+++	+/-	+++	+/-	-

Überblick zu den Hüller Special-Flavor-Sorten – Krankheitsresistenz bzw. –toleranz +++ sehr gut, ++ sehr gut bis gut; + gut; +/- mittel; - gering

1.3.2 Verbesserung der Selektionssysteme zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*)

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster

Hintergrund und Zielsetzung

Infektionen des Hopfens mit Falschem Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, stellen die Pflanzler immer wieder vor große Herausforderungen. Auch im regenreichen Sommer 2016 trat in der Praxis verstärkt Peronospora-Befall auf. Seit Jahrzehnten unterstützt der etablierte Peronospora-Warndienst die Hopfenpflanzler bei der gezielten Bekämpfung der Peronospora. Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Peronospora-Problems leistet die Züchtung. Dabei sollen Hopfen mit deutlich verbesserter Toleranz gegenüber diesem Pilz entwickelt werden.



Selektionssystem im Gewächshaus

Um frühzeitig auf Peronospora-Toleranz zu prüfen, werden alljährlich Tausende von Sämlingen in Pflanzpaletten mit einer Pilzsporensuspension eingesprüht und nachfolgend selektiert.

Defizite zeigt der Test im Folienhaus, wenn es um die exakte Einschätzung der Toleranz bzw. Anfälligkeit einzelner Sämlinge geht. Des Weiteren kann unter diesen Massen-Selektionsbedingungen nie sichergestellt werden,

dass für alle Sämlinge gleiche Infektionsbedingungen herrschen (gleiche Sporenladung, ausreichende Wasser-benetzung, kein Abtrocknen und damit Stoppen der Peronospora-Infektionen in den Randbereichen der Pflanzpaletten, etc.). 2013 wurde im Rahmen einer Studienarbeit dieses Sämlingsprüfsystem im Gewächshaus nochmals optimiert. Dabei wurden Erkenntnisse von Coley-Smith (1965), Hellwig, Kremheller und Agerer (1991), Beranek und Rigr (1997), Darby (2005), Parker et al. (2007), Mitchell (2010) sowie von Lutz und Ehrmaier (pers. Mitteilung) nochmals bewertet und eingearbeitet (siehe Jahresbericht 2013).

1.3.3 Etablierung eines Blatt-Testsystems im Labor

Ziel

Unsere Zielsetzung ist es darüber hinaus, in einem weitgehend standardisierten Testsystem mit abgeschnittenen Blättern (detached leaf assay) im Labor die Toleranz bzw. Anfälligkeit gegenüber Peronospora zuverlässig und genauer abschätzen zu können.

Referenzen

Beranek, F. and Rigr, A. (1997): Hop breeding for resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) by artificial infections. Proceeding of the Scientific Commission, I.H.G.C., Zatec, Czech Republic: 55-60.

Coley-Smith, J. R. (1965): Testing hop varieties for resistance to downy mildew. **Plant Pathology**, 14: 161–164.

Darby, P. (2005): The assessment of resistance to diseases in the UK breeding programme. Proceedings of the Scientific Commission, I.H.G.C., Canterbury, UK, 7-11.

Hellwig, K., Kremheller H.T., Agerer R. (1991): Untersuchungen zur Resistenz von *Pseudoperonospora humuli* (Miy. & Tak.) Wilson gegenüber Metalaxyl. *Gesunde Pfl.* 43: 400- 404.

Kremheller, Th. (1979): Untersuchungen zur Epidemiologie und Prognose des falschen Mehltaus an Hopfen (*Pseudoperonospora humuli* (Miy. et Tak.) Wilson). Dissertation, Tech. Univ. München: 1-110.

Mitchell, M.N. (2010): Addressing the Relationship between *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli* using Phylogenetic Analyses and Host Specificity Assays. Thesis, Oregon State University, USA, <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/16301/MitchellMelanieN2010.pdf?sequence=1>

Parker, T. B., Henning, J. A., Gent, D., and Mahaffee, W. F. (2007): The Extraction, Tetrazolium Staining and Germination of the Oospore of *Pseudoperonospora humuli* Miyabe and Tak. (Wil.) in: Parker, T.B. Investigation of Hop Downy Mildew through Association Mapping and Observations of the Oospore. PhD Thesis, Oregon State University, USA.

1.4 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

1.4.1 Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung

Leitung: Dr. K. Kammhuber

Bearbeitung: E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch, B. Wyschkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. K. Kammhuber

Kooperation: AG Hopfenbau/Produktionstechnik, AG Pflanzenschutz Hopfen, AG Züchtungsforschung Hopfen

Hopfen wird vor allem wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut und kultiviert. Deshalb ist für eine erfolgreiche Hopfenforschung die Analytik der Inhaltsstoffe unverzichtbar. Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen benötigt werden. Insbesondere die Hopfenzüchtung selektiert Zuchtstämme nach den vom Labor erarbeiteten Daten.

1.4.2 Entwicklung der Aromaanalytik mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektroskopie

Leitung: Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung: S. Weihrauch, Dr. K. Kammhuber
Kooperation: AG Züchtungsforschung Hopfen, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Laufzeit: April 2014 bis Ende offen

Seit dem Frühjahr 2014 hat die Arbeitsgruppe IPZ 5d ein Gaschromatographie-Massenspektrometersystem. (finanziert von der Gesellschaft für Hopfenforschung). Bisher wurden 143 Substanzen identifiziert. Manche Substanzen sind für die Sortenunterscheidung sehr wichtig, aber nicht aromaaktiv. Ziel dieses Projektes ist es vor allem die aromaaktiven Substanzen zu bestimmen, um die Züchtung bei der Entwicklung neuer „Special Flavor-Hopfen“ zu unterstützen.

1.4.3 Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den α -Säuren- und Wassergehalt

Leitung: Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung: E. Neuhof-Buckl, B. Wyszkon, C. Petzina, M. Hainzmaier, Dr. Klaus Kammhuber
Laufzeit: September 2000 bis Ende offen

Seit dem Jahr 2000 wurde von Hüll und den Laboratorien der Hopfenverarbeitungsfirmen eine NIRS-Kalibrierung für den α -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten und Konduktometerwerten entwickelt, um die steigende Anzahl der nasschemischen Untersuchungen durch eine billige Schnellmethode zu ersetzen. Ziel war, eine für die Praxis akzeptierbare Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit zu erhalten. In der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA) wurde beschlossen, dass diese Methode dann für die Praxis geeignet ist und als analytische Methode für die Hopfenlieferungsverträge genutzt werden kann, wenn sie mindestens genauso exakt ist wie die konduktometrische Titration nach EBC 7.4.

Da aber keine Verbesserung mehr möglich war, wurde entschieden die Entwicklung der gemeinsamen Kalibrierung im Jahr 2008 zu beenden. Im Hüller Labor werden jedoch die Arbeiten zur NIRS-Entwicklung fortgeführt. Es wird auch an einer HPLC-Kalibrierung und Wassergehaltsbestimmung gearbeitet. Als Screening Methode für die Hopfenzüchtung ist NIRS geeignet und sie spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien. Auch wurde

festgestellt, dass durch die kontinuierliche jährliche Erweiterung die Analysengenauigkeit verbessert wird.

Die Gesellschaft für Hopfenforschung finanziert die Anschaffung eines neuen Gerätes.

1.4.4 Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfenpolyphenole

Leitung:	Dr. K. Kammhuber
Kooperation:	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit:	2007 bis Ende offen

Die Polyphenole werden vor allem wegen ihrer für die Gesundheit positiven Eigenschaften immer interessanter hinsichtlich alternativer Anwendungen von Hopfen. Auch tragen sie sicher zur Sensorik bei. Deshalb ist es wichtig, geeignete Analysemethoden zur Verfügung zu haben. Es gibt bis jetzt noch keine offiziellen standardisierten Methoden. Alle Labore, die Polyphenolanalytik betreiben, arbeiten mit ihren eigenen Methoden.

Seit dem Jahr 2007 wird innerhalb der AHA an einer Verbesserung und Standardisierung der Analysemethoden für den Gesamtpolyphenol- und Gesamtflavanoidgehalt gearbeitet.

Inzwischen ist die Methode zur Bestimmung des Gesamtpolyphenolgehalts als EBC Methode 7.14 akzeptiert worden.

1.4.5 Analytik für Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen

Leitung:	Dr. K. Kammhuber
Kooperation:	AG Heil- und Gewürzpflanzen
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, Dr. K. Kammhuber
Laufzeit:	2009 bis Ende offen

Um die Laborgeräte in Hüll besser auszunutzen werden seit dem Jahr 2009 auch Analysen für die Arbeitsgruppe Heil- und Gewürzpflanzen IPZ 3d durchgeführt. Bei folgenden Pflanzen werden die Wirkstoffe mit HPLC analysiert:

Leonorus japonicus (Herzgespannkraut): Flavonoide, Stachydrin, Leonurin

- Saposhnikovia divaricata (Fang,Feng): Prim-O-Glucosylcimifugin, 5-O-Methylvisamminosid
- Salvia miltiorrhiza (Rotwurzelsalbei): Salvaniolsäure, Tanshinon
- Paeonia lactiflora (Wilchweiße Pfingstrose): Paenoniflorin

Im Jahr 2015 wurden auch Rosenöle und Zirbelkieferöle mit GC-MS untersucht.