



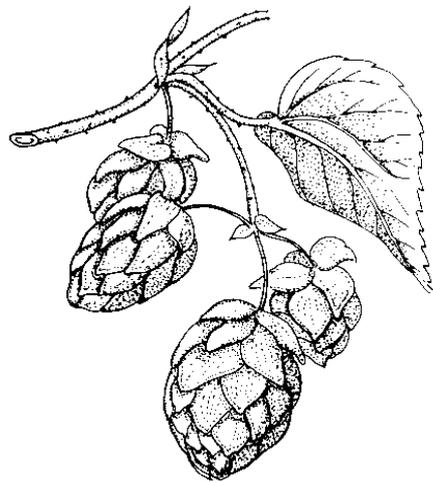
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

Jahresbericht 2013

Sonderkultur Hopfen



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung -
und
Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.

März 2014



LfL-Information

Impressum:

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Arbeitsbereich Hopfen
Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach
E-Mail: Hopfenforschungszentrum@LfL.bayern.de
Tel.: 0 84 42/92 57-0

1. Auflage: März 2014

Druck:

Schutzgebühr: 5,-- €

Vorwort

Angewandte Forschung ist die einzige Antwort auf viele Herausforderungen im Hopfenbau. Das Jahr 2013 gab Hopfenpflanzern, Hopfenwirtschaft und Brauern dazu wieder einen ungewollt tiefen Eindruck. Die extremen Witterungsbedingungen in der Hallertau und in weiteren europäischen Hopfenanbaugebieten ließen die lagernden Welt-Hopfenvorräte schrumpfen, ohne die Preise für die Erzeuger stärker zu erhöhen. Für die Hopfenpflanzler bedeutete das bei schwachen Erträgen zum Teil enorme Umsatzeinbußen. Immerhin nimmt bei weltweit steigendem Bierausstoß und einem dynamischen Trend zu stark gehopften Spezial- und Aromabieren die globale Hopfennachfrage stetig zu. Qualität, Erzeugungssicherheit, Kostenbewusstsein und Reaktionsfähigkeit auf sich immer schneller ändernde Markt- und Produktionsbedingungen sind der Schlüssel für eine nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der Hopfenerzeuger und der Hopfenwirtschaft in Deutschland.

Es ist die Mission der Hopfenforschung, neue Herausforderungen aufzugreifen, Arbeitsgruppen übergreifend Lösungen zu entwickeln und die Ergebnisse der Praxis zu vermitteln. Die Kooperation zwischen dem Arbeitsbereich Hopfen des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Gesellschaft für Hopfenforschung bietet hierfür hervorragende Strukturen. Forschungsfragen werden über die Gremien der Gesellschaft für Hopfenforschung und von den Partnern im Haus des Hopfens sowie der Hopfenwirtschaft auf kurzen Wegen eingebracht. Die Ergebnisse finden dank bester Vernetzung der Akteure raschen Einzug in die Praxis.

Die Arbeitsgruppe Hopfenbau und Produktionstechnik vermittelt im Rahmen ihrer Beratungs- und Bildungsarbeit Forschungsergebnisse zeitnah in die Praxis. Auch bearbeitet sie vielfältige Fragestellungen zum Anbau, zu technischen Innovationen, zur Optimierung von Geräten, Erntetechnik, Trocknung und Konditionierung bis hin zur grundlegenden Forschung zu Bewässerungsfragen.

In der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz im Hopfenbau steht die Suche nach Lösungen zu Krankheits- und Schädlingsproblemen im Brennpunkt. Verfahren und Instrumente des integrierten Pflanzenschutzes werden unter Praxisbedingungen erforscht und weiterentwickelt. Auf europäischer Ebene wird in einer "Minor Crops Working Group" an der Verbesserung der Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln für den Hopfenbau gearbeitet. Auch zu ökologische Fragen werden praxisnahe Lösungen entwickelt.

Die Resistenzzüchtung – gerade auch gegen die Welke-Krankheit - ist Voraussetzung für einen nachhaltig wirtschaftlichen Hopfenbau. Mit der Züchtung von Special-Flavor-Sorten entstand neben der Entwicklung von Hochalphasorten und klassischen Aromasorten ein neuer Arbeitsschwerpunkt. Neuzüchtungen werden künftig in einem erweiterten Verfahren noch intensiver geprüft. Ebenfalls neu ist ein Expertengremium zur Aroma-Beurteilung und ein großflächiger Probeanbau ausgesuchter Stämme für mehr Informationen vor der Sorteneinführung.

Mit der Identifikation von Aroma aktiven Komponenten liefert die Arbeitsgruppe Hopfenqualität und -Analytik entscheidende Daten zur besseren Aroma-Charakterisierung der Neuzüchtungen und zu deren Potential im Bier. Dank einer verbesserten Geräteausstattung kann die Bearbeitung dieser Fragen künftig noch intensiver und detaillierter erfolgen.

Alle Aufgaben und Projekte werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Hopfenforschung in Hüll, Wolnzach und Freising mit großem Fleiß, Engagement und Kreativität angepackt. Ihnen gilt unser besonderer Dank für ihre zukunftsorientierte Arbeit.

Dr. Michael Möller
Vorsitzender des Vorstandes
der Gesellschaft für Hopfenforschung

Dr. Peter Doleschel
Leiter des Instituts für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen	7
1.1 Laufende Forschungsvorhaben	7
1.2 Forschungsschwerpunkte	22
1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung	22
1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik	28
1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik	32
1.2.4 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen.....	33
2 Witterung und Wachstumsverlauf 2013 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau	35
2.1 Witterungsdaten vom Standort Hüll (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2013 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten	37
3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion	38
3.1 Anbaudaten	38
3.1.1 Struktur des Hopfenbaus	38
3.2 Ertragssituation im Jahr 2013.....	42
4 Züchtungsforschung Hopfen	45
4.1 Klassische Züchtung	45
4.1.1 Kreuzungen 2013	45
4.1.2 Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Die Hüller Special Flavor-Hopfen mit zitrusartigen, fruchtigen und blumigen Aromenoten.....	46
4.1.3 Verbesserung des Sämlingstestsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (<i>Pseudoperonospora humuli</i>) im Gewächshaus.....	48
4.1.4 Etablierung eines Blatt-Testsystems (detached leaf assay) im Labor	49
4.1.5 Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland.....	50
4.1.6 Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von <i>Verticillium</i> -Infektionen	53
5 Hopfenbau, Produktionstechnik	57
5.1 N _{min} -Untersuchung 2013	57
5.2 Morphologische und anatomische Untersuchungen an <i>Humulus lupulus</i> cv. Herkules	59
5.3 Qualitätserhaltung durch Optimierung der Luftgeschwindigkeit beim Bandtrockner	61
5.4 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitäts-initiative	64
5.4.1 Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte	64
5.4.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern.....	64
5.4.3 Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau	65
5.5 Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst	65
5.6 Beratungs- und Schulungstätigkeit	72

6	Pflanzenschutz im Hopfen	75
6.1	Schädlinge und Krankheiten des Hopfens	75
6.1.1	Blattlaus	75
6.1.2	Peronospora.....	76
6.2	EU-Arbeitsgruppe Lückenindikationen Hopfen	76
6.3	Monitoring des Falterfluges der Markeule <i>Hydraecia micacea</i> im Hopfen mittels Lichtfalle	78
6.4	Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	79
7	Hopfenqualität und Analytik	84
7.1	Allgemeines.....	84
7.2	Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel.....	85
7.2.1	Anforderungen der Brauindustrie	85
7.2.2	Alternative Anwendungsmöglichkeiten.....	85
7.2.3	Welthopfensortiment (Ernte 2012)	87
7.3	Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller „Special Flavor-Hopfen“	93
7.3.1	Probenauswahl	93
7.3.2	Sortencharakterisierung.....	93
7.3.3	Ergebnisse PD Dr. Coelhan.....	94
7.3.4	Quantifizierung von Hopfenölkomponenten:	95
7.3.5	GC-MS Untersuchungen.....	96
7.3.6	Aromaaktive Substanzen.....	97
7.3.7	Schwefelverbindungen (Thiole).....	99
7.3.8	Ringanalysen zur Ernte 2013	100
7.3.9	Auswertung von Kontrolluntersuchungen	102
7.4	Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendia-min- Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards	103
7.5	Biogenese der Hüller Special-Flavor-Hopfen	104
7.6	Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürz-pflanzen“	105
7.7	Kontrolle der Sortenechtheit	105
8	Veröffentlichungen und Fachinformationen	106
8.1	Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit	106
8.2	Veröffentlichungen	106
8.2.1	Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	106
8.2.2	LfL-Schriften.....	109
8.2.3	Beiträge in Rundfunk und Fernsehen.....	109
8.3	Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen	109
8.3.1	Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare.....	109
8.3.2	Vorträge.....	110
8.3.3	Führungen	117
8.3.4	Ausstellungen und Poster.....	120
8.4	Aus- und Fortbildung	121

8.5	Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften.....	121
9	Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben.....	122
10	Forschungsschwerpunkte	123
11	Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen.....	125

1 Forschungsvorhaben und Forschungsschwerpunkte des Arbeitsbereiches Hopfen

1.1 Laufende Forschungsvorhaben

Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)
Projektleitung:	J. Portner
Bearbeitung:	IPZ 5 und Dr. G. Fröhlich, Dr. Z. Gobor, (ILT)
Kooperation:	Fa. Fuß Maschinenbau GmbH & Co. KG, Schkölen
Laufzeit:	01.09.2011 – 31.10.2014

Ziel

Ziel ist das manuelle Einhängen der Hopfenreben in den Einzugsarm der Hopfenpflückmaschine zu automatisieren, so dass bei gleicher Pflückqualität die dafür herangezogenen meist ausländischen Saisonarbeitskräfte ersetzt werden können.

Zur Umsetzung wird der eingefahrene Rebenstapel mit den 6-7 m langen Hopfenreben in einer Schneidvorrichtung in ca. 0,8-1 m lange Stücke vorgeschritten. Eine Dosiereinrichtung führt die Rebenabschnitte gleichmäßig einer neu konzipierten Pflücheinheit zu, die aus drei hintereinander geschalteten Bandpflückern besteht. Restliche an Sträußchen und Rebenabschnitten verbliebene Dolden werden in Nachpflückern abgetrennt. Die Reinigung des Pflückguts erfolgt auf herkömmliche Weise.

Ergebnisse

In der Hopfenernte 2011 wurden unterschiedliche Anordnungen der künftigen Schneidvorrichtung getestet und die Vorpflücke mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gefilmt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Entwicklung und Konstruktion eines Prototyps zur automatischen Hopfenpflücke ein, mit dessen Konstruktion 2012 begonnen und erste Pflückversuche durchgeführt wurden. Die Fertigstellung des kompletten Prototyps zusammen mit der Reinigungseinheit erfolgte zur Ernte 2013.

In ersten Versuchen wurden die Pflückqualitäten der vorgeschrittenen Reben mit der herkömmlichen Hopfenpflücke mit Einhängen verglichen.

Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenanbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Finanzierung:	Dt. Bundesstiftung Umwelt und Erzeugergemeinschaft HVG e.G.
Projektleitung:	Dr. M. Beck
Bearbeitung:	T. Graf, J. Münsterer
Kooperation:	Dr. M. Beck, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf A. Werner, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Prof. Urs Schmidhalter, TU München, Weihenstephan Fa. ATEF, Oberhartheim
Laufzeit:	01.12.2011 – 30.11.2014

Ziel

Die ausgewählten Versuchsflächen wurden dafür im Frühjahr 2012 mit der notwendigen Technik, sowohl was die Wasserverteilung als auch die Messapparatur betrifft, ausgerüstet. Ziel des Projektes ist es den Wasserhaushalt der Kulturpflanze Hopfen besser zu verstehen, um der Landwirtschaft hinsichtlich Bewässerungsfragen kompetente Beratung anfragen zu können. Dabei wird auch auf ein Verständnis im eigentlichen Sinne geachtet. Man ist bedacht, den pflanzenphysiologischen Hintergrund besser zu verstehen und Grundlagen zu erarbeiten, auf denen zukünftige Forschungsfragen aufgebaut werden können. Die zu klärenden Hauptfragen der Praxis sollen weiterhin über folgende Parameter Auskunft geben:

- Definition des optimalen Bewässerungszeitpunktes
- Definition der optimalen Wassermenge
- Definition der optimalen Lage des Tropfsystems zur Pflanzreihe
- Definition von Steuerungsalgorithmen für die Hopfenbewässerung

Material und Methoden

Um mögliche Einflussfaktoren und Wechselwirkungen auf ein Minimum zu reduzieren, wurden für die Hauptversuche zwei für das Anbaugbiet überwiegend vorkommende Bodenarten (Sand und Lehm) mit der am häufigsten angebauten Sorte Herkules ausgewählt. Dort wurde jeweils ein Versuchsfeld mit 6 Varianten à 6 Wiederholungen angelegt. Bezüglich der Positionierung des Tropfschlauches wurden die in der Praxis üblichen drei Varianten ausgewählt. (AB = auf dem Bifang, NB = neben dem Bifang vergraben, ZB = in der Fahrgassenmitte vergraben). Als weiterer Faktor wurde der Einschaltzeitpunkt in Abhängigkeit der Bodenfeuchte (Wasserspannung) gewählt. Dabei wurden die Stufen: 150 hPa, 300 hPa und 600 hPa gewählt. Als Einschaltzeitpunkt wurden bei den Varianten zur Positionierung des Tropfschlauches einheitlich 300 hPa gewählt.

Am Sandbodenstandort Karpfenstein kam es am 20. Juni 2013 nach einem schweren Unwetter zu massiven Hagelschäden an den heranwachsenden Hopfenpflanzen im Versuch. Da der Versuch bereits komplett aufgebaut war, wurde zur Überprüfung der Technik der Versuch mit unterschiedlichen Bewässerungszeitpunkten weiter geführt. Lediglich eine normale Versuchsernte über alle 36 Parzellen wurde von vorneherein ausgeschlossen, da ein ca. 80%iger Kopfabschlag über eine recht ungleichmäßige Fläche verteilt, jegliche Auswertung von Erträgen in diesem großen Maßstab nicht durchführbar machte.

Der Lehm Bodenstandort wurde vom Hagelunwetter verschont. Allerdings entwickelten sich die Hopfenpflanzen im angelegten Versuch sehr zaghaft im Vergleich zu den umliegenden Hopfenpflanzen auf der restlichen Praxisfläche. Als Ursache dafür werden Strukturschäden vermutet, die vermutlich auf eine Bodenbearbeitungsmaßnahme zu einem ungünstigen Zeitpunkt zurückzuführen ist. Der Versuch lief zwar wie geplant weiter, doch zeigte sich bereits einen guten Monat vor der Ernte, dass sich die Pflanzen verhältnismäßig schlecht entwickeln und eine nicht für den Standort und die Sorte repräsentative Ernte erwartet werden kann. Da sich die schlechte Entwicklung allerdings gleichmäßig über die gesamte Versuchsfläche verteilt hatte, konnte eine Ertragsermittlung der unterschiedlichen Wasserregime dennoch durchgeführt werden.

Ergebnisse

Aufgrund der Hagelschäden konnten die Versuchsparzellen auf dem Sandbodenstandort nicht beerntet werden.

Die Ernteergebnisse des Lehm Bodenstandortes unterschieden sich sowohl hinsichtlich des Ertrags als auch hinsichtlich des alpha-Säure-Gehalts nicht signifikant untereinander.

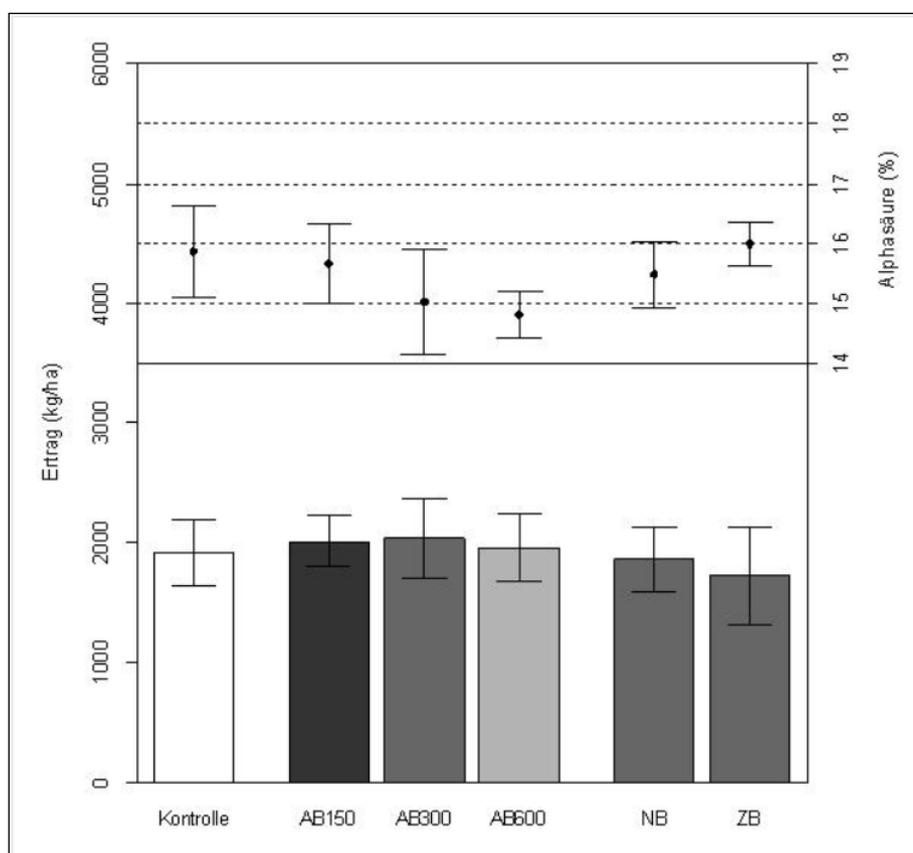


Abb. 1.1: Ertrag (kg/ha) und α -Säure-Gehalt (%) am Lehm Bodenstandort bei den Bewässerungsstrategien (Kontrolle = unbewässert, AB = Tropfschlauch auf dem Bifang bei Saugspannungswerten 150, 300 und 600 hPa), NB = Tropfschlauch neben dem Bifang verlegt, ZB = Tropfschlauch in der Fahrgassenmitte verlegt; NB und ZB wurden gleichzeitig mit AB300 bewässert); $n=6$. Sowohl die Ertragsermittlung als auch die α -Säure-Gehalte zeigten keine signifikanten Unterschiede. Getestet mit ANOVA ($F: 0,839$; $p= 0,533$).

Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	M. Jereb, J. Schwarz, M. Felsl, A. Baumgartner
Laufzeit:	01.05.2013 - 30.04.2016

Ziel

Zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* stehen dem ökologischen Anbau derzeit keine effektiven Pflanzenschutzmittel zur Verfügung, einzig die Ausbringung von Raubmilben stellt eine vielversprechende Alternative dar. Eine nachhaltige Spinnmilbenkontrolle durch etablierte Populationen von Raubmilben im Bestand (wie sie in Deutschland z.T. im Wein- oder Obstbau praktiziert wird) ist im Hopfen nicht möglich, da bei der Ernte die oberirdischen Pflanzenteile und somit auch die potentiellen Überwinterungsmöglichkeiten, komplett vom Feld entfernt werden. Ziel dieses Projektes ist es, durch Untersaaten in den Fahrgassen, geeignete Überwinterungsquartiere zu schaffen, die es ermöglichen eine konstante Population der Raubmilben über mehrere Vegetationsperioden hinweg zu etablieren. Hierzu werden Rohrschwengel *Festuca arundinaceae*, Große Brennessel *Urtica dioica* und Kleinblütiges Franzosenkraut *Galinsoga parviflora* getestet. Des Weiteren soll der Einsatz gezüchteter Raubmilben hinsichtlich der Freilassungsmenge und des Einsatzzeitpunktes optimiert und eine Standardmethode der Ausbringung entwickelt werden, die eine funktionierende und wirtschaftlich akzeptable Alternative zum Akarizideinsatz darstellt.

Methode

Die Versuche wurden mit drei bzw. vier Varianten á vier Wiederholungen als randomisierte Blockanlage an fünf unterschiedlichen Standorten (Sorten: HT, PE, OL, SD, und HS) angelegt. Folgende Raubmilben wurden in Kombination mit den Untersaaten vergleichend untersucht: die autochthonen Arten (a) *Typhlodromus pyri* und (b) *Amblyseius andersoni* sowie (c) eine Mischung der allochthonen Arten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus*. Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte Anfang Juli folgendermaßen:

- a) *T. pyri* auf Filzstreifen (Einheit: 5 trüchtige Weibchen); an jede 4. Aufleitung
- b) *A. andersoni* in Tütchen (Einheit: 250 Raubmilben); zwei Tüten pro Parzellenreihe
- c) *P. persimilis* und *N. californicus* auf Bohnenblättern (Einheit 5000 Raubmilben); 12 Raubmilben pro Aufleitung

Nach Freilassung der Nützlinge wurde im zweiwöchigen Rhythmus bonitiert (10 Pflanzen/Parzelle, jeweils ein Blatt unten, mittig und oben).

Ergebnisse

Die erste Saison diente der Etablierung der Untersaaten und dem Einsatz der Raubmilben. Die Witterungsbedingungen des Jahres 2013 führten dazu, dass sich in keiner Versuchsfläche eine Spinnmilbenpopulation aufbauen konnte die ausreichend war, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Die Versuche werden 2014 gleichbleibend wiederholt.

Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)
Projektleitung:	B. Engelhard (bis 03/2011), Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	J. Schwarz, D. Ismann, G. Meyr
Kooperation:	Naturland-Hof Pichlmaier, Haushausen
Laufzeit:	19.04.2010 - 28.02.2014

Ziel

Nach umwelt- und anwendertoxikologischer Beurteilung u.a. durch das Umweltbundesamt (UBA) sollten kupferhaltige Pflanzenschutzmittel generell nicht mehr eingesetzt werden. Ökobetriebe praktisch aller Kulturen können zum derzeitigen Stand allerdings nicht auf diesen Wirkstoff verzichten. Es sollte deshalb in einem vierjährigen Versuchsprogramm überprüft werden, wie weit die Kupfermengen im Hopfen pro Saison reduziert werden können, ohne den Ertrag und die Qualität des Erntegutes zu verschlechtern. Die derzeit erlaubte Aufwandmenge von 4,0 kg Cu/ha/Jahr sollte zumindest um ein Viertel auf 3,0 kg Cu/ha/Jahr reduziert werden.

Ergebnisse

Siehe ausführlicher Bericht unter Punkt 6.4, Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau, Seite 79.

Schnellkäfer-Monitoring in Hopfengärten der Hallertau mit Pheromonfallen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Pflanzenschutz Hopfen
Finanzierung:	Eigeninteresse; Syngenta Agro GmbH, Maintal
Projektleitung:	Dr. F. Weihrauch
Bearbeitung:	Dr. F. Weihrauch, J. Schwarz
Kooperation:	JKI Braunschweig, Syngenta Agro GmbH, Maintal
Laufzeit:	03/2010-12/2014

Ziel

Bei den allgemein als 'Drahtwürmer' bezeichneten Bodenschädlingen handelt es sich um die Larven von Schnellkäfern (Elateridae). Drahtwürmer haben in den letzten Jahren in stetig zunehmendem Maße offensichtlich Schäden am Hopfen verursacht, insbesondere bei Jungpflanzen. Allerdings ist das Wissen um die tatsächliche Biologie dieser Schädlinge bislang sehr begrenzt und bezieht sich z.B. hinsichtlich der Entwicklungsdauer der Larven hauptsächlich auf mehrere Jahrzehnte alte Studien des Saatschnellkäfers *Agriotes lineatus*. Andere Arten besitzen jedoch deutlich kürzere Entwicklungszeiten. Das müsste bei sinnvollen Bekämpfungsmaßnahmen natürlich Berücksichtigung finden. Das tatsächliche, aktuelle Artenspektrum der Schnellkäfer im Hopfen war bis dato jedoch unbekannt.

Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde im Rahmen eines mehrjährigen, bundesweiten Verbundprojektes im Jahr 2010 auch in der Hallertau erstmals mit dem Monitoring von adulten Schnellkäfern begonnen. Im vierten Projektjahr 2013 wurden Fänge aus Pheromonfallen in einem Öko-Hopfengarten bei Haushausen (Lkrs. Pfaffenhofen, 455 m ü.NN, Bodenart lehmiger Sand) und einem konventionellen Garten am Rand des Paartales (Gambach, Lkrs. Pfaffenhofen, 425 m ü.NN, Bodenart Sand) verglichen. In Gambach wurden auch Bodenfallen für Drahtwürmer in einem Bifang mit offensichtlichem Drahtwurmschaden im Vorjahr exponiert, die mit keimenden Weizenkörnern beködert waren und im zweiwöchigen Abstand geleert wurden.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 2013 in 15 Wochen (25. April – 1. August) 1.969 adulte Käfer (7 Arten, davon 5 *Agriotes* spp.) in den Pheromonfallen gefangen (Haushausen: 607 Käfer, Gambach: 1.362 Käfer). In Gambach war der Saatschnellkäfer *A. lineatus* mit etwa 64 % der Fänge die dominierende Art, gefolgt vom Düsteren Humusschnellkäfer *A. obscurus* (25,4 %) und dem Garten-Humusschnellkäfer *A. sputator* (9,2 %). In Haushausen dominierte *A. obscurus* (68,7 %), gefolgt von *A. lineatus* (17,7 %) und *A. sputator* (8,1 %). An beiden Standorten trat zudem *A. ustulatus* auf geringem Niveau (<5 %) auf.

Bei den lediglich 14 gefangenen Drahtwürmern aus den Bodenfallen (die Artbestimmung wurde hier von Dr. J. Lehmus, JKI Braunschweig durchgeführt) bot sich erneut ein komplett anderes Bild, das zudem noch viel weiter von den Ergebnissen des Imaginalfangs entfernt war als im Vorjahr: *Agriotes lineatus*, *A. obscurus* und *A. sputator* wurden 2013 überhaupt nicht im Boden gefunden, sondern lediglich die drei Arten *Agrypnus murinus*, *Hemicrepidius hirtus* und *Selatosomus aeneus*, die nach Literaturangaben beide eher als carnivor eingestuft werden. Hier besteht weiterhin essentieller Forschungsbedarf, um mehr Licht ins Dunkel des tatsächlichen Geschehens im Wurzelbereich des Hopfens zu bringen.

Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenqualität/Hopfenanalytik
Finanzierung:	Ministerium für Ländlichen Raum, Verbraucherschutz und Ernährung, Baden-Württemberg Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, D. Ismann und Züchtungsteam (alle IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyszkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)
Kooperation:	Versuchsgut Straß, F. Wöllhaf
Laufzeit:	01.05.2011 - 31.12.2016

Ziel

Zielsetzung dieses Züchtungsprogrammes ist es, die Landsorte Tettnanger in ihrem Ertragspotenzial und ihrer Pilzresistenz deutlich zu verbessern, dabei soll die Aromausprägung möglichst nahe beim ursprünglichen Tettnanger bleiben. Durch reine Auslesezüchtung innerhalb der natürlich vorhandenen Variabilität der Tettnanger Landsorte ist dies nicht zu realisieren. Daher muss versucht werden, dieses Ziel durch gezielte Kreuzung von Tettnanger mit vorselektierten männlichen Aromalinien, die breite Krankheitsresistenz und aufgrund ihrer Verwandtschaft gute agronomische Leistungen mitbringen, zu erreichen.

Ergebnisse

Seit Projektbeginn wurden über 730 weibliche Stämme aus 13 Kreuzungen, die der oben ausgeführten Zielsetzung entsprachen, in den Zuchtgarten Hüll für die 3-jährige Sämlingsprüfung ausgepflanzt. Zuvor hatten sich diese Sämlinge bereits hinsichtlich Krankheitsresistenz /-toleranz, Wüchsigkeit und Doldenansatz als verheißungsvoll gezeigt. Darüber hinaus werden gut 100 männliche Hopfen aus diesem Zuchtprogramm im Männer-Zuchtgarten in Freising begutachtet.

Tab. 1.1: Aktueller Stand der Sämlingsprüfung

Sämlingsgeneration	Zuchtrichtung	weibl. Sämlinge in Hüll	männl. Sämlinge in Freising
S 2011/ 24 + 25	Aroma + Resistenz	242	30
S 2012/ 25-27 + 29	Aroma + Resistenz	282	33
S 2012/ 28 + 30-31	Aroma + Flavor + Resistenz	61	19
S 2013/ 44	Aroma + Resistenz	2	1
S 2013/ 45-47	Aroma + Flavor + Resistenz	144	14
Gesamt		731	97

Sieben Sämlinge mit hopfig-feinen Aromabeurteilungen aus der ersten Generation (Kreuzung 2011/24 und 2011/25) wurden im Herbst 2013 beerntet und deren Doldeninhaltsstoffe chemisch analysiert (EBC 7.7).

Tab. 1.2: *Ernteergebnisse 2012 und 2013 im Überblick*

Eigenschaften	Tettnanger Ernte 2013 (2012)	Sämlinge (2011/24) Ernte 2012	Sämlinge (2011/24) Ernte 2013	Sämling (2011/25) Ernte 2013
Aroma- einschätzung	fein, hopfen- würzig	fein, hopfen- würzig	fein, hopfen- würzig	fein, hopfen- würzig
α -Säuren (%) ¹	1,9 (3,8)	4,3 - 5,8	2,0 - 3,7	2,9
β -Säuren (%) ¹	2,2 (4,0)	2,3 - 4,7	1,5 - 3,6	3,3
Cohumulon (%) ²	24 (23)	20 - 23	22 - 30	21
Xanthohumol (%) ¹	0,2 (0,4)	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,4

¹in % (w/w); ²relativ in % der Alphasäuren

Die chemischen Daten der ersten Sämlinge aus diesem Züchtungsprogramm geben ebenso wie die Ernteergebnisse 2012 einen ersten Anhaltspunkt, dass das Züchtungsziel erreicht werden kann. Bei den aktuellen Ergebnissen bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass 2013 aufgrund der extremen Witterungsbedingungen die Sämlinge bei den Inhaltsstoffgehalten und der Aromausprägung nicht das volle Potenzial zeigen konnten.

Im Sommer 2013 wurden fünf weitere Kreuzungen mit der Landsorte Tettnanger und vorselektierten männlichen Stämmen durchgeführt, wobei letztere Krankheitsresistenz, gute agronomische Eigenschaften und Potenzial für traditionelle bzw. fruchtige Aromausprägung („Flavor“) mitbringen.

Die Ausführungen zeigen, dass die Vorgaben des Projektplans mit 10 Kreuzungen und 50 bis 60 Sämlingen pro Kreuzung weit mehr als erfüllt wurden.

Mehltauisolate und ihr Einsatz in der Mehлтаuresistenzzüchtung bei Hopfen

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Projektleitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl S. Hasyn (EpiLogic)
Kooperation:	Dr. F. Felsenstein, EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising
Laufzeit:	01.01.2013 – 31.12.2014

Ziel

Die Mehлтаuresistenzzüchtung hat nach wie vor hohe Priorität. Seit dem Jahr 2000 werden für die Mehлтаuresistenzprüfung im Gewächshaus und Labor optimierte Prüfsysteme eingesetzt, bei denen Mehлтаuisolate mit charakterisierten Virulenzeigenschaften zum Einsatz kommen.

Ergebnisse

2013 wurden 11 charakterisierte Einzelspor-Isolate von *Podosphaera macularis*, dem Echten Mehltaupilz bei Hopfen, genutzt. Folgende Fragestellungen oder Untersuchungen wurden durchgeführt:

- **Mehлтаuisolate – Erhaltung und Charakterisierung:** Vor dem Start der Testungen wurden im Februar, wie jedes Jahr, die Virulenzeigenschaften aller Mehлтаuisolate überprüft. Dazu wurde ein Sortiment von elf Hopfensorten, die alle bisher bekannten Resistenzgene tragen, zur Differenzierung der Virulenzen eingesetzt. So wird sichergestellt, dass die zur Verfügung stehenden Isolate auch Jahre nach der Inkulturnahme keine ihrer Virulenzgene durch Mutation verloren haben. Außerdem wurden hierbei auch neu im Anbaugebiet bzw. im Gewächshaus auftretende Mehлтаupopulationen auf ihre Virulenzeigenschaften hin untersucht
- **Prüfung auf Mehлтаuresistenz im Gewächshaus:** Unter standardisierten Infektionsbedingungen wurden alle Sämlinge (ca. 100.000), die aus den 95 Kreuzungen des Vorjahres entstanden waren, im Gewächshaus künstlich mit drei Mehлтаuisolaten beimpft. Es kamen Mehлтаustämme zum Einsatz, die alle Virulenzen aufweisen, die in der Hallertau verbreitet vorkommen. Damit konnte eine große Zahl an Sämlingen geprüft werden und dabei geklärt werden, inwieweit sie Resistenzen aufweisen, die für den Anbau in der Hallertau dringend erforderlich sind. Nur Sämlinge, die als resistent eingestuft wurden, kamen zur weiteren Selektion in die Vegetationshalle.
- **Prüfung auf Mehлтаuresistenz im Labor mit dem Blatt-Testsystem:** Des Weiteren wurden 205 Zuchtstämme, 22 Sorten und ein Wildhopfen, die sich in den Vorjahren im Gewächshaus als resistent gezeigt hatten, im Labor bei EpiLogic unter Nutzung des Blatt-Testsystems nachgetestet. Zur Inokulation wurde ein englisches Mehлтаuisolat („R2-Resistenzbrecher“) und ein Hallertauer Isolat, das regionale Bedeutung hat, genommen. Nur Zuchtstämme und Sorten, die eine breite Widerstandsfähigkeit gegenüber Echtem Mehltau in beiden Prüfungen (Gewächshaus und Blatt-Test) beweisen, wurden für die weitere Selektion verwendet.
- **Beurteilung der Virulenzsituation im Anbaugebiet und Bewertung der Resistenzquellen mit dem Blatt-Testsystem:** Jedes Jahr werden die Virulenzgene der aktuellen Mehлтаupopulationen in den deutschen Hopfenanbaugebieten bestimmt. Dabei wurde auch 2013 die Reaktion von 11 Sorten und Wildhopfen, die alle bisher weltweit bekannten Resistenzgene tragen (= sog. Hopfen-Differenzialsortiment), gegenüber allen aktuell zur Verfügung stehenden Mehлтаuisolaten getestet. Dadurch war es möglich, zu beurteilen, ob bestehende Resistenzen in aktuellen Sorten noch voll wirksam sind (wie z. B. bei „Hallertauer Merkur“) bzw. ob sie nur noch regional begrenzt wirksam sind, wie beispielsweise bei „Herkules“.

Tab. 1.3: Überblick zur Mehлтаuresistenzzüchtung 2013 mit 11 charakterisierten Mehлтаuisolaten

2013	Testung im Gewächshaus		Blatt-Test im Labor	
	Pflanzen	Boniturdaten	Pflanzen	Boniturdaten
Sämlinge aus 95 Kreuzg.	ca. 100.000 bei Massenselektion		-	-
Zuchtstämme	205	461	191	1.439
Sorten	22	42	12	77
Wildhopfen	1	3	1	10
Virulenzen Mehлтаuisolate	-	-	11	462
Gesamt (Einzeltestungen)	228	506	215	1.988

Massenselektion in Pflanzschalen; Einzeltestung = Selektion als Einzelpflanze im Topf

Untersuchungen zu *Verticillium*-Infektionen in der Hallertau

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen und AG Hopfenbau/Produktionstechnik
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft (Wifö)
Projektleitung:	Dr. S. Seefelder
Bearbeitung:	K. Maurer , P. Hager, H. Schmid (bis 31.07.2013), E. Niedermeier (bis 30.06.2013)
Kooperation:	Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien Prof. B. Javornik, Universität Lublijana, Slowenien Prof. G. Berg, Karl-Franzens-Universität, Graz, Österreich Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a
Laufzeit:	01.03.2008 - 31.12.2013

Ziel

Das vermehrte Auftreten von Hopfenwelke auf vereinzelt Gebieten der Hallertau über das gesamte Sortenspektrum war der Beginn der Wiederaufnahme des *Verticillium*-Forschungsbereiches seit 1985. Über Teilprojekte wurden verschiedene Fragestellungen bearbeitet. Aufgrund der Tatsache, dass Welkeerscheinungen auch von weniger gefährlichen Ursachen hervorgerufen werden können, war der Aufbau eines sicheren Detektionssystems zur eindeutigen Diagnose der gefährlichen *Verticillium*-Welke das oberste Ziel dieser Arbeiten. Des Weiteren sollten Bioantagonisten, bakterielle Gegenspieler, auf ihre Wirksamkeit zum Schutz vor einem *Verticillium*-Befall untersucht werden. Fragen zur Genetik und Virulenz des *Verticillium*-Pilzes, dem Erreger der Hopfenwelke, konnten im Vorfeld über die molekulare AFLP-Methode schon beantwortet werden.

Methoden

- Klassische Anzuchttechniken zur Inkulturnahme des *Verticillium*-Pilzes aus Hopfenrebstücken zur Gewinnung von Einsporisolen
- DNA-Isolationen aus Pilzreinkulturen, Hopfenreben und Bodenproben
- Molekulare und mikroskopische Untersuchungen zur Differenzierung von *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae*
- Infektionstest zur Virulenzbestimmung
- Isolierung von *Verticillium*-Erbmaterial direkt aus der Rebe
- Prüfung spezieller Bioantagonisten als mögliche Maßnahmen zur Bekämpfung

Ergebnisse

Nach der erstmaligen Bestätigung der Differenzierung der Hallertauer *Verticillium*-Formen in milde und aggressive *Verticillium*-Stämme konnte im Zuge des bearbeiteten Forschungsprojektes ein molekularer in-planta Test entwickelt werden, mit dem ohne aufwändige Pilzanzucht und auch simultan auf *Verticillium-albo-atrum* und *Verticillium dahliae* hin untersucht werden kann. Mit Hilfe eines Homogenisators, unter Verwendung spezieller Glas/Keramik-Gemische und kommerzieller Pilzisolationskits konnte das Erbmaterial des *Verticillium*-Pilzes direkt aus Hopfenreben extrahiert werden. In der anschließenden Real-Time PCR kann nachfolgend eindeutig auf *Verticillium*-Welke diagnostiziert werden. Dieses neu entwickelte „*Verticillium*-Detektions-Tool“ wurde sogleich in der Praxis angewandt und zur Untersuchung von 325 Pflanzen eines Vermehrungsbetriebes auf latenten *Verticillium*-Befall hin zu untersuchen. In keiner der Proben konnte *Verticillium* nachgewiesen werden. In einem von 58 untersuchten Zuchtstämmen aus Hüll konnte *Verticillium albo-atrum* nachgewiesen werden. Im Zuge der Arbeiten mit Bioantagonisten, die sich bei anderen Kulturen zur Abwehr von Bodenpathogenen bereits bewährt haben, konnten die Besiedelungsstudien an Hopfenwurzeln erfolgreich abgeschlossen werden. Ob von diesen Bakterienstämmen jedoch ein wirksamer Bioantagonist gegen einen Befall mit diesem gefährlichen Bodenzpilz im Freiland auf *Verticillium* verseuchten Böden entwickelt werden kann, ist gegenwärtig noch ungewiss.

Ausblick

Der Aufbau eines praxistauglichen künstlichen *Verticillium*-Infektionssystems zur Selektion von toleranten Zuchtstämmen sollte als langfristiger Ausweg aus der Hopfenwelke mit höchster Priorität für die Hopfenzüchtung sein

Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, AG Pathogendiagnostik und Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Züchtungsforschung Hopfen
Finanzierung:	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München
Projektleitung:	Dr. L. Seigner, Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c); Dr. E. Seigner, A. Lutz (beide IPZ 5c)
Bearbeitung:	B. Hailer, C. Huber, L. Keckel, M. Kistler, D. Köhler, F. Nachtmann (alle IPS 2c); A. Lutz, J. Kneidl (IPZ 5c)
Kooperation:	Dr. K. Eastwell, Washington State University, Prosser, USA; Dr. S. Radišek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Slowenien; AG Hopfenbau und Produktionstechnik, IPZ 5a AG Pflanzenschutz im Hopfenbau, IPZ 5b Hopfenberater vor Ort Hopfenring e.V. Praxisbetriebe Vermehrungsbetrieb Eickelmann, Geisenfeld
Laufzeit:	März - Dezember 2013

Ziel

Seit Jahren wird von der LfL in deren Hopfenzuchtgärten wie auch in den Praxisbeständen aller deutschen Hopfenanbaugebiete ein Monitoring auf hopfentypische Viren und das Hopfenstaucheviroid (Hop stunt viroid) durchgeführt. Da diese Schaderreger bei Hopfen, insbesondere unter Stressbedingungen, zu deutlichen Ertrags- und Alphasäureneinbußen führen können, sollen diese Befallsherde möglichst frühzeitig detektiert und ausgelöscht werden. Insbesondere Erstbefallsherde des gefürchteten Hop stunt viroids (= HSVd) sollen so schnell identifiziert und eliminiert werden, um eine flächenmäßige Ausbreitung zu verhindern.

Methode

Blattproben von Hopfenpflanzen aus den Zuchtgärten der LfL, einem Vermehrungsbetrieb der GfH sowie von Praxisflächen aus der Hallertau, aus Tettngang und dem Elbe-Saale-Gebiet wurden im Pathogendiagnostiklabor von IPS 2c mit molekularen (RT-PCR = reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) und immunologischen (DAS-ELISA = Doppel-Antikörper-Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay) Methoden auf folgende Pathogene untersucht:

Viroid/Virus deutsche Bezeichnung	Viroid/Virus englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweis- methode
Latentes Amerikanisches Hopfen-Carlavirus	American hop latent carlavirus	AHpLV	RT-PCR
Apfelmosaik-Illarvirus	Apple mosaic ilarvirus	ApMV	DAS-ELISA
Arabis Mosaik- Nepovirus	Arabismosaic nepovirus	ArMV	DAS-ELISA
Hopfenmosaik- Carlavirus	Hop mosaic carlavirus	HpMV	DAS-ELISA
Hopfenstauche-Viroid	Hop stunt viroid	HpSVd	RT-PCR*
Zitrusviroid IV	Citrus viroid IV	CVd IV	RT-PCR#

* unter Nutzung der Primer von Eastwell und Nelson (2007) bzw. von Eastwell (pers. Mitteilung, 2009); # Primer publiziert von Ito et al. (2002)

Bei der RT-PCR wurde zusätzlich eine interne RT-PCR-Kontrolle auf Hopfen-mRNA (Seigner et al., 2008) mitgeführt, um das Funktionieren der RT-PCR zu überprüfen. Erstmals wurden 2013 einzelne Hopfenproben auch auf das Zitrusviroid untersucht.

Ergebnisse

Bei allen 275 im Jahr 2013 untersuchten Hopfenproben wurde kein einziges Mal das HpSVd detektiert. Einzelne Hopfenproben, die aus Betrieben mit langjähriger Kompostdüngung kamen, wurden auch auf das Zitrusviroid getestet, das in Slowenien über kompostierte Zitrusfrüchte in den Hopfenbau gelangt war und zu dramatischen Ertrags- und Qualitätsausfällen geführt hatte (Radišek et al., 2013). Doch in diesen Hopfenproben wurde das Zitrusviroid nicht nachgewiesen. Ein ganz anderes Bild ergibt sich bei Virusinfektionen. Der Befall mit den verschiedenen Viren ist sehr massiv, wobei allerdings zu beachten ist, dass die Befallshäufigkeit deutlich überschätzt wird, da ja aus den Praxisbetrieben bevorzugt Hopfenpflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild zur Untersuchung gebracht wurden.

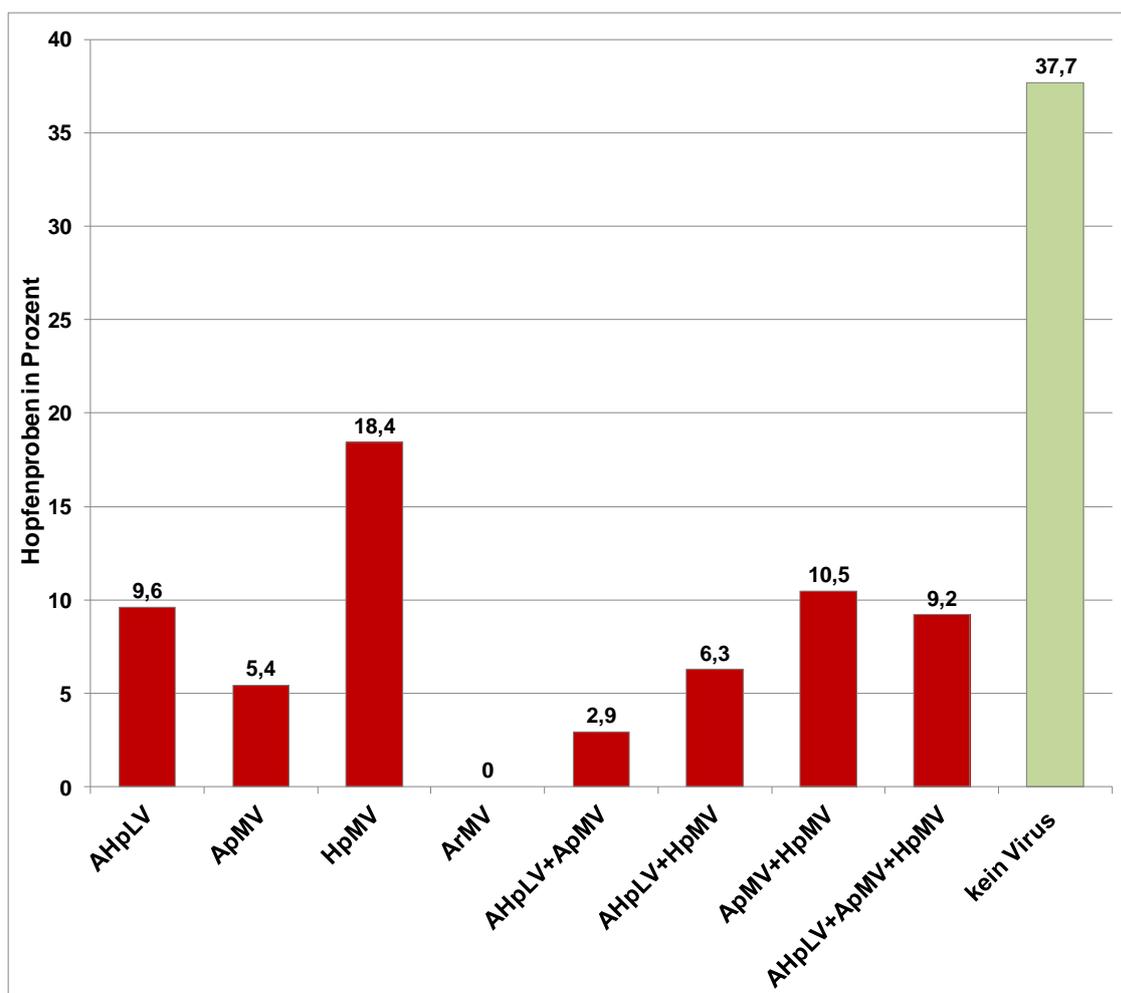


Abb. 1.2: Übersicht zu den 2013 festgestellten Virus- und Viroid-Infektionen; rot = Infektionen mit negativen Auswirkungen auf Ertrag und Alphasäurenertrag

Aufgrund der begrenzten finanziellen Mittel wurden 2013 keine RT-PCR-Untersuchungen auf das HpLV durchgeführt. Da dieses Virus alleine zu keinen sichtbaren Schäden führt, wird es ohnehin toleriert. Gravierende Auswirkungen auf Ertrag und Hopfeninhaltsstoffe sind hingegen bei ApMV- und HpMV-Infektionen zu erwarten und in besonders ausgeprägtem Maße, wenn sie kombiniert auftreten. Als neues Problem wurde das Amerikanische latente Hopfenvirus (AHpLV) erkannt, von dem bisher angenommen wurde, dass es ausschließlich in US-Hopfen vorkommt. Auch dieses Virus dürfte vor allem vergesellschaftet mit ApMV und /oder HMV zu deutlichen Schäden führen. Das gefürchtete ArMV, Verursacher der Nesselkopfkrankheit, wurde 2013 gar nicht gefunden. Da vor allem Mehrfachinfektionen als ertrags- und qualitätsrelevant einzuschätzen sind, wurde den Pflanzern empfohlen, Hopfen mit kombinierten Virusinfektionen zu roden. Wichtig ist es, abschließend noch einmal herauszustellen, dass der Vertragsvermehrer der Gesellschaft für Hopfenforschung die Untersuchungsergebnisse dazu nutzt, um alle positiv getesteten Mutterpflanzen sofort zu eliminieren. Somit werden über diese Bezugsquelle virusfreie, gesunde Fehser gewährleistet.

Eastwell, K.C. and Nelson, M.E., 2007: Occurrence of Viroids in Commercial Hop (*Humulus lupulus* L.) Production Areas of Washington State. Plant Management Network 1-8.

Ito, T.; Ieki, H.; Ozaki, K.; Iwanami, T.; Nakahara, K.; Hataya, T.; Ito, T.; Isaka, M.; Kano, T. (2002): Multiple citrus viroids in Citrus from Japan and their ability to produce Exocortis-like symptoms in citron. Phytopathology **92**(5). 542-547.

Radišek, S.; Oset, M.; Čerenak, A.; Jakše, J.; Knapič, V.; Matoušek, J.; Javornik, B. (2013): Research activities focused on hop viroid diseases in Slovenia. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Kiev, Ukraine, p. 58, ISSN 1814-2206, urn:nbn:de:101:1-201307295152,

Verbesserung der Aromacharakterisierung der Hüller „Special-Flavor-Hops“

Träger:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, AG Hopfenqualität und -analytik
Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft HVG e. G
Projektleitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, S. Weihrauch
Kooperation:	Dr. M. Coelhan und Team, Technische Universität München, WZW, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität
Laufzeit:	01.10.2012 - 31.10.2013

Ziel

Die in Hüll etablierte Aromaanalytik soll mit diesem Projekt verfeinert und verbessert werden, um eine solide Basis für weitere Züchtungen im Bereich Flavor-Hopfen zu schaffen. Folgendes Arbeitsprogramm wurde aufgestellt:

- Aufklärung und Identifizierung unbekannter Substanzen mit GC-MS
- Identifizierung aromaaktiver Substanzen mit GC-Sniffing
- Informative Untersuchungen über Schwefelverbindungen (flammenphotometrischer Detektor, Schwefelatome emittieren beim Verbrennen Licht mit der Wellenlänge 394 nm, dadurch ist eine hochempfindliche und selektive Messung möglich)

Ergebnisse

Bei der Sorte Mandarina Bavaria konnten die zwei neuen Substanzen alpha Curcumen und Zingiberen identifiziert werden. Die GC-Sniffing Versuche haben gezeigt, dass die aromaaktivsten Verbindungen Myrcen und Linalool sind. Auch einige Ester konnten sehr gut erkannt werden. Viele sensorische Wahrnehmungen können im Gaschromatogramm keinen bestimmten Peaks zugeordnet werden. Erste Untersuchungen zu Schwefelverbindungen haben eindeutige Sortenunterschiede gezeigt.

1.2 Forschungsschwerpunkte

1.2.1 Forschungsschwerpunkte Züchtung

Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Hopfen mit blumigen, zitrusartigen und fruchtigen Aromanoten

Leitung:	A. Lutz, Dr. E. Seigner
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl, E. Seigner, Team von IPZ 5c
Teil-Finanzierung:	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. (Okt. 2012 – Okt. 2013)
Kooperation:	Dr. K. Kammhuber, Team von IPZ 5d Technische Universität München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Getränke- und Brautechnologie nationale und internationale Braupartner Hopfenhandel Verband Deutscher Hopfenpflanzer und Hopfenpflanzer

Ziel

Nach der Markteinführung der ersten deutschen Special Flavor-Hopfensorten gehen die Anstrengungen weiter, neuartige Hopfensorten zu entwickeln, die mit ihren komplexen fruchtigen, zitrusartigen, exotischen und sogar gemüseartigen Aromausprägungen schier unendliche Aromavariationen in den Bieren ermöglichen.

Material und Methoden

Um dieses Zuchtziel zu realisieren, werden spezielle Kreuzungen durchgeführt. Anfangs wurde die von den Craft-Brauern bevorzugte US-Sorte Cascade mit männlichen Hüller Zuchtlinien gekreuzt, um fruchtige Aromanuancen mit Krankheitsresistenzen, guten agronomischen Leistungsmerkmalen und auch klassischen Aromanoten neu zu kombinieren. Im weiteren Züchtungsfortgang werden nun auch Hüller Zuchtstämme mit fruchtig-exotischen Aromausprägungen, die aus Kreuzungen mit Cascade und anderen US-Sorten entwickelt wurden, eingesetzt. Zusätzlich bringen auch Stämme aus früheren Hoch-Alpha-Züchtungsprogrammen neuartige Aromanoten in unser Zuchtmaterial. Zuchtstämme, die gesund und leistungsfähig sind und zugleich interessante Aromakombinationen aufweisen, werden Experten aus der Hopfen- und Brauwirtschaft zur Bonitur vorgelegt.

Ergebnisse

Aufgrund der extremen Witterungsbedingungen war die Aromausprägung bei allen Hopfen schwächer. So zeigten auch die Special Flavor-Sorten und –stämme zwar ihre typischen Aromanoten, aber weniger intensiv. Die ungünstigen Wachstumsbedingungen führten außerdem dazu, dass Junghopfen nicht beerntet werden konnten, weshalb insbesondere unsere Aussagen zu Neuzüchtungen deutlich eingeschränkt sind. Andererseits konnten erste vielversprechende Schritte für eine aussagekräftigere Aromastoffanalyse der neuen Special-Flavorhopfen in der Routine umgesetzt werden (siehe Details Punkt 7.3), die die organoleptische Aromabeurteilung unterstützen.

Das Jahr 2013 wurde auch dazu genutzt, gemeinsam mit unseren Kollegen von IPZ 5a und den Pflanzern die Erkenntnisse zu Anbau, Pflege und Ernte der neuen Special Flavor-Sorten für die Anbauberatung zu präzisieren.

Ungebrochen ist das große Interesse von Seiten der Brauer, mit den neuen Sorten und Zuchtstämmen aus diesem Züchtungsprogramm Brauversuche durchzuführen

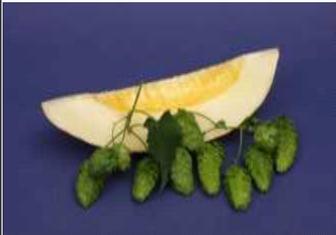
Mandarina Bavaria		
	Hopfen-Aroma : hopfig , fruchtig , frisch ,Mandarinen- und Zitrusnote	Aroma im Bier: hopfig , Mandarinen- und Orangenaroma
	Gesamtöle: 1,5 - 2,2 ml/100 g Alphasäuren: 7,0 - 10,0 % Polyphenole: 2,3 - 2,7 %	
Huell Melon		
	Hopfen-Aroma : fruchtig ,süß, Honig- melone , Aprikose und Erdbeere	Aroma im Bier: süßliche Aromen , Honigmelone , Aprikose
	Gesamtöle: 0,8 - 2,1 ml/100 g Alphasäuren: 7,0 - 8,0 % Polyphenole: 3,0 %	
Hallertau Blanc		
	Hopfen-Aroma : blumig-fruchtig , Mango, Maracuja, Grapefruit, Stachelbeere und Ananas	Aroma im Bier: grüne Früchte , Mango, Stachelbeere
	Gesamtöle: 1,5 - 1,8 ml/100 g Alphasäuren: 9,0 -11,0 % Polyphenole: 3,1 %	
Polaris		
	Hopfen-Aroma : würzig-fruchtig , Gletschereis- Bonbon-Note	Aroma im Bier: frisch ,fruchtig , Minznote , leichte Zitrusnuance
	Gesamtöle: 4,4 - 4,8 ml/100 g Alphasäuren: 18,0 -23,0 % Polyphenole: 2,6 - 2,7 %	

Abb. 1.3: Chemische Daten und Aromabeschreibungen der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen; chemische Analysen von IPZ 5d: Alphasäuren in % (w/w); Gesamtöl in ml/100 g getrocknete Dolden;

Referenz

Lutz, A., Kammhuber, K. and Seigner, E., 2012: New Trend in Hop Breeding at the Hop Research Center Huell. *BrewingScience* 65, 24-32.

Züchtung von Zwerghopfen für den Niedrigerüstanbau

Leitung:	Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung:	A. Lutz, J. Kneidl (beide IPZ 5c) Dr. K. Kammhuber, C. Petzina, B. Wyschkon, M. Hainzmaier und S. Weihrauch (alle IPZ 5d)
Kooperation:	Hopfenbaubetrieb M. Mauermeier Dr. F. Weihrauch, IPZ 5b

Ziel

Von 2007 bis 2011 wurde im Rahmen eines von der BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) finanzierten Forschungsvorhabens damit begonnen, Hopfensorten zu züchten, die wirtschaftlich erfolgreich und ökologisch nachhaltig auf Niedrigerüstanlagen angebaut werden können. Seit 2012 werden diese Arbeiten mit eigenen Finanzmitteln weitergeführt.

Ergebnisse

Die Selektion von Sämlingen, die besondere Eignung für den Anbau auf Niedrigerüstanlagen zeigen, wurde auf der 3-Meteranlage in Starzhausen fortgeführt. Inzwischen stehen insgesamt 64 Stämme gemeinsam mit den 8 Vergleichssorten (5 Hüller Hochgerüstanlagen und 3 englische Zwergsorten) im Prüfanbau.

In den letzten beiden Jahren wurden 14 neue kurzwüchsige, auf Hochgerüst vorselektierte Sämlinge mit jeweils 10 Pflanzen in der Niedrigerüstanlage zur Prüfung angebaut. 2013 wurde ein vielversprechender kurzwüchsiger Zuchtstamm auch im bifangweisen Anbau getestet. Die ersten Ernteergebnisse werden für 2014 erwartet.

	Versuchsjahre – BLE-Förderung					LfL		Gesamt
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Kreuzungen	29 Aroma-, 71 Hochalpha-Kreuzungen					3 A	4 A	107
Aufgelaufene Sämlinge	-	32.000	34.700	25.000	18.000	1.635	1.420	112.755
Vorselekt. Sämlinge (Vegetationshalle)	-	678	1.280	1.023	592	180	250	4.003
Hochgerüstanlage: Auspflanzung: - Weibl. Sämlinge - Männl. Sämlinge	280* 46*	482 46	844 93	1.207 90	267 39	107 32	138 10	280*+3.045 46*+310
Niedrigerüst: Vermehrung + Auspflanzung: - weibl. Sämlinge	-	9*	10*	4*+12	2*+13	8	8	25*+41

* kurzwüchsige Sämlinge aus anderen Züchtungsprogrammen; A = Aromakreuzung

2013 wurden 58 Zuchtstämme beerntet, die aus den gezielten Kreuzungen des BLE-Zwerghopfen-Projekts stammten. Besonders interessant zeigten sich einige Zuchtstämme, die durch ein angenehmes und sehr feines Hopfenaroma auffielen. Einige Zuchtstämme konnten auch durch Erträge überzeugen, die unseren bisherigen, auf Hochgerüst selektierten Aromasorten nahe kommen. Bei Bittersorten ist es schwierig, eine kurzwüchsige Sorte zu entwickeln, die Herkules mit einem Alphasäureertrag von rund 500-600 kg Alphasäuren/ha im Hochgerüstanbau nur annähernd gleichkommt.

Des Weiteren wurde in sieben Parzellen der Anbauvergleich zwischen „Non-cultivation“ und der herkömmlichen Anbauform mit Schneiden und Bodenbearbeitung fortgesetzt. In einer Parzelle wurde zusätzlich die Netzaufleitung gegenüber der sonst in der Anlage üblichen Einzeldrahtaufleitung untersucht.

In Kooperation mit Dr. Weihrauch (IPZ 5b) wurden, wie bereits 2011 und 2012, Raubmilben zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe eingesetzt. Wie in den Vorjahren wurde dabei auf jegliche Akarizidbehandlung verzichtet. Die rechtzeitige Ausbringung der Raubmilben und der für die Spinnmilbenentwicklung ungünstige Witterungsverlauf im Mai und Juni führten dazu, dass auf der gesamten Versuchsfläche keine Spinnmilbenprobleme auftraten.

Um weitere Erfahrung mit 3-m-Anlagen zu sammeln und auch als notwendige Referenzen, wurden wieder die drei englischen Zwergsorten sowie Zuchtstämme mit geringerer Wüchsigkeit aus anderen Züchtungsprogrammen und fünf traditionelle Hüller Hochgerüstsorten als Vergleich zu den neu gezüchteten Sämlingen in Starzhausen angebaut, beerntet und die Daten ausgewertet.

Ein im Anbau auf Niedrigergerüsten vielversprechender Stamm mit allen gewünschten Eigenschaften, der Arbeits- und Finanzeinsatz eines Brauversuches lohnt, konnte bis jetzt noch nicht selektiert werden. Aber die Bemühungen gehen weiter, um aus der Vielzahl an Sämlingen, die zwischen 2007 und 2011 geschaffen wurden, diejenigen Hopfen zu selektieren, die breite Resistenz, guten Ertrag und Niedrigergerüsttauglichkeit kombiniert mit Brauqualität aufweisen. Das Potenzial ist lange noch nicht ausgeschöpft. 2014 werden Sämlinge der letzten Sämlingsgeneration, die durch Kreuzungen im letzten Projektjahr (2011) geschaffen wurden, zum ersten Mal unter Niedrigergerüstbedingungen angepflanzt. 2016 liegen dann die ersten zuverlässigen Bonitur- und Erntedaten zu diesen Hopfen vor. Darüber hinaus wurden in den letzten beiden Jahren nochmals drei bzw. vier Kreuzungen durchgeführt, um Hopfen zu entwickeln, in denen neben den bekannten Projektzielen zusätzlich Schädlingsresistenz realisiert werden soll.

Meristemkulturen zur Eliminierung von Viren - Grundvoraussetzung für virusfreies Pflanzmaterial

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz
Bearbeitung: B. Haugg
Kooperation: Dr. L. Seigner, IPS 2c, und Team

Ziel

Seit Jahren ist virusfreies Pflanzmaterial als Teil der Qualitätsoffensive bei Hopfen von großer Bedeutung. Auch bei der Einführung der Special Flavor-Hopfen in der Praxis wurde auf Virusfreiheit größter Wert gelegt.

Methoden

Zur Erzeugung von virusfreien Hopfenpflanzen wird die oberste Wachstumszone (= Meristem), die sich am Ende der Sprossspitze befindet, nach einer Hitzebehandlung herauspräpariert. Nach der Hitzetherapie gelten diese 0,2-0,3 mm großen Zellbildungszentren der Sprossspitze als virusfrei. Auf speziellen Nährmedien wachsen diese Meristeme zu vollständigen Pflanzen heran. Zur Absicherung des virusfreien Zustandes der aus den Meristemen sich entwickelnden Hopfen werden deren Blätter mit der DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)-Technik bzw. mit der RT-PCR (Reverse Transkriptase Polymerasekettenreaktion) auf die verschiedenen hopfentypischen Viren von IPS 2c untersucht (siehe Details zur Virusuntersuchung 4.1.5) Grundsätzlich wurde die kostengünstigere Detektionsmethode mit ELISA zur Testung auf das Hopfenmosaikvirus (HpMV) und das Apfelmosaikvirus (ApMV) genutzt. Die molekulare Technik kam nur bei Untersuchungen auf das Amerikanische Latente Hopfenvirus (AHpLV), das Latente Hopfenvirus (HpLV) oder das Hop stunt Viroid (HpSVd) zum Einsatz oder wenn nur sehr wenig *in vitro*-Ausgangsmaterial für die Untersuchungen zur Verfügung stand.

Ergebnisse

Da die virusverseuchten Ausgangspflanzen bei der Testung als Hop stunt viroid- und als AHpLV-frei bestätigt wurden, entfiel die Untersuchung der regenerierten Hopfenpflanzen auf diese Pathogene.

Die Virusfreimachung funktionierte bei HpMV-infizierten Ausgangspflanzen sehr zuverlässig. Schwieriger war es, ApMV und auch HpLV zu eliminieren.



Abb. 1.4: Ein aus einem Meristem herangewachsener junger Spross auf Regenerationsmedium

Grundsätzlich wird die Effektivität der Methode ganz stark von den jahreszeitlich bedingten Schwankungen in der Wüchsigkeit und Vitalität des Ausgangsmaterials sowie durch die saisonalen Schwankungen der *in vitro*-Regenerationsfähigkeit des herauspräparierten Meristems beeinflusst. Auch bei dieser Gewebekulturmethode zeigt sich, dass bestimmte Genotypen effektiver von Viren kuriert werden können als andere, weil die herauspräparierten Meristeme besser regenerieren. Um das *in vitro*-Wachstum der Meristeme und der jungen Sprosse (siehe Abb. 1.4) positiv zu beeinflussen, wurde im Vergleich zum Standardmedium versucht, die Nährstoffverfügbarkeit zu steigern. Daher wurde zum Beispiel Caseinhydrolysat als Aminosäurequelle zugegeben oder verschiedene Eisenkomplexe (Reed and Aynalem, 2005) für eine bessere Eisenaufnahme angeboten. Auch Gelrite-Agar- und pH-Varianten (vgl. Reed and Hummer, 2012) wurden geprüft. Diese Studien werden 2014 fortgesetzt.

Die Erkenntnisse aus dem Virus- und Viroid-Monitoring der deutschen Hopfenbauregionen und der Hüller Zuchtgärten zeigen sehr augenfällig, wie wichtig die Meristemkultur für die Bereitstellung von virusfreiem Pflanzmaterial ist.

In den nächsten Jahren soll untersucht werden, inwieweit es die Meristemkultur mit vorgeschalteter Hitzetherapie bzw. Kältetherapie ermöglicht, auch aus Hop stunt viroid-infizierten Hopfen das Viroid zu eliminieren (Momma and Takahashi, 1983; Adams et al., 1996). Grundsätzlich sollte es mit dieser Technik ebenso möglich sein, Verticillium-Freiheit des Pflanzmaterials zu erreichen (Wang and Reed, 2003).

Referenzen

Momma, T., and Takahashi, T. (1983): Cytopathology of shoot apical meristem of hop plants infected with hop stunt viroid. *Phytopath. Z.*, 106, 272-280.

Adams, A. N., D. J. Barbara, A. Morton, and P. Darby (1996): The experimental transmission of Hop latent viroid and its elimination by low temperature treatment and meristem culture. *Annals of Applied Biology* 128, 37-44.

Reed, B.M. and Aynalem, H. (2005): Iron formulation affects *in vitro* cold storage of hops. *Acta Hort.* 668, ISHS 2005, 257-262.

Wang, N. and Reed, B.M. (2003): Development, Detection, and Elimination of *Verticillium dahliae* in Mint Shoot Cultures. *Hortscience* (1), 67-70.

Verbesserung des Sämlingstestsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) im Gewächshaus

Leitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz

Bearbeitung: B. Forster, M. Jawad-Fleischer

Kooperation: Prof. Dr. Th. Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Ziel

Breite Krankheitsresistenz ist eine der grundlegenden Eigenschaften bei der Entwicklung von Zuchtmaterial und Hopfensorten. Besonders der Falsche Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, wurde in den Jahren 2009 und 2010 in Hopfenbeständen, die durch Hagelschlag geschwächt waren, zu einem massiven Problem. Um die Züchtung von Peronospora-toleranteren Hopfen zu beschleunigen, wurde 2012 damit begonnen, die Sämlingsprüfung zur Testung auf Peronospora-Toleranz zu verbessern. Die Aussagen zur Reaktion von Hopfen gegenüber Peronospora sollen unter Nutzung eines Blatt-Testsystems noch ergänzt werden.

Methode

Die Sämlinge der zu testenden Hopfen wurden mit einer Peronospora-Zoosporangien-suspension besprüht und über Nacht in Plastiktüten eingehüllt. Vier Tage später wurden die Pflänzchen mit Wasser besprüht und für gut 20 Stunden mit Plastikfolien zugedeckt. 5-7 Tage nach der Peronospora-Inokulation wurden die Sämlinge auf Peronospora-Befall hin untersucht.

Ergebnisse und Ausblick

In Studien zum Sämlingsprüfsystem, die von einer Studentin (Studienarbeit von Jawad-Fleischer, 2013) in Zusammenarbeit mit der LfL, Arbeitsgruppe Züchtungsforschung, und Prof. Dr. Th. Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, durchgeführt wurden, konnten wesentliche Erkenntnisse gesammelt werden. Der Einsatz von Plastikfolien, die ein frühzeitiges Abtrocknen der Sämlinge nach der Inokulation mit der Zoosporangien-Suspension verhindern und somit den Infektionsprozess des Peronospora-Pilzes in Gang halten, führte zu vergleichbareren und damit zuverlässigeren Einschätzungen der Peronospora-Toleranz der Sämlinge untereinander.

Ab 2014 soll dieses verbesserte, wohl aber aufwendigere Prüfsystem im Folienhaus in Hüll beim routinemäßigen Screening der neuen Sämlinge eingesetzt werden.

Darüber hinaus wird an einem Testsystem mit abgeschnittenen Blättern gearbeitet. Aufbauend auf den Arbeiten mit Peronospora-Prüfsystemen in den USA, UK, CZ und besonders denen von Frau Dr. Kremheller in Hüll aus den 1970er und 80er Jahren wurden die verschiedenen Versuchs-Parameter überprüft. 2014 werden diese Studien fortgesetzt.

Referenz

Jawad-Fleischer, M. (2013): Optimierung eines Sämlingsprüfsystems im Gewächshaus zur Testung der Toleranz gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bei Hopfen. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.

1.2.2 Forschungsschwerpunkte Hopfenbau, Produktionstechnik

Evaluierung von spezifischem Wasserbedarf unterschiedlicher Hopfensorten bei saugspannungsabhängiger Bewässerung

Bearbeitung: T. Graf,

Kooperation: Dr. M. Beck (Hochschule Weihenstephan Triesdorf),
Prof. U. Schmidhalter (TU München, Weihenstephan)

Material und Methoden

An drei nebeneinander angebauten Hopfensorten (Herkules, Magnum und Perle) wurden über die Saison immer gleiche Wassermengen ausgebracht und der Verlauf der Bodenfeuchte an spezifischen Stellen jeder Sorte miteinander verglichen. Hierzu wurden wartungsfreie Watermark Sensoren verwendet und diese nach demselben Schema eingebaut wie 2012. Die unterschiedlich starke Entwicklung der Saugspannung gibt Aufschlüsse über unterschiedlichen Wasserverbrauch.

Ergebnisse

In Abb. 1.5 sind erhöhte Saugspannungswerte bei der Sorte Perle erkennbar. So steigen die Saugspannungswerte in 30 cm Tiefe der Sorte Perle (helle Linie) bei gleicher Bewässerungsmenge ab dem 10.08. deutlich schneller an als die der Sorten Herkules (graue Linie) und die der Sorte Magnum (dunkelgraue Linie). Auch in den unbewässerten Parzellen zeigten sich eindeutige Unterschiede der Saugspannungswerte bei den unterschiedlichen Sorten.

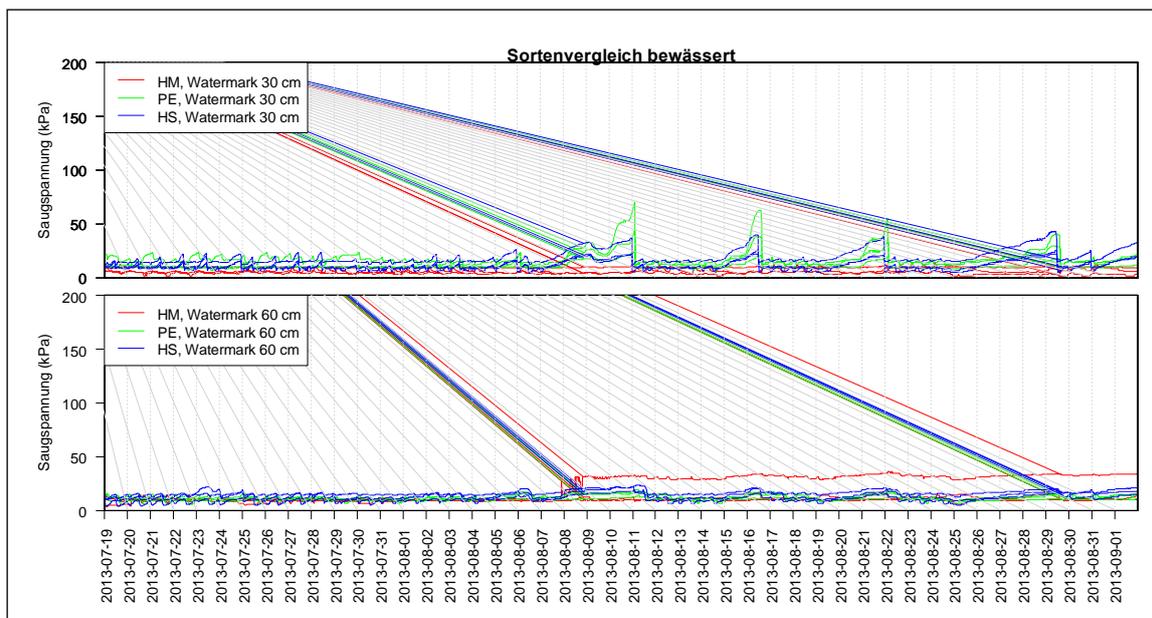


Abb. 1.5: Bodenfeuchteverlauf (Mittelwerte, $n=3$) bei verschiedenen Hopfensorten bei einheitlichen Bewässerungsmengen und Gaben in 30 cm (oben) und 60 cm (unten) Tiefe vom 19.07.- 02.09.12: In 30 cm Tiefe erreichten die Saugspannungswerte der Sorte Perle (helle Linie) ab Anfang August höhere Werte. In 60 cm Tiefe konnte dies von Anfang an verzeichnet werden. Die Werte der Sorten Magnum (dunkelgraue Linie) und Herkules (graue Werte) verliefen in beiden Tiefen unter denen von Perle und relativ identisch.

Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst

Projektleitung: J. Portner
Bearbeitung: J. Schätzl
Laufzeit: 2008-2013

Zur Vorhersage der Peronosporabefallswahrscheinlichkeit wird täglich an 5 Stationen in der Hallertau und jeweils an einem Standort in Spalt und Hersbruck die Anzahl der Zoosporangien mit Sporenfallen ermittelt. Bei Überschreitung der Schadschwelle und günstigen Witterungsbedingungen für den Schaderreger erfolgt ein regional- und sortendifferenzierter Spritzaufwurf.

In anderen Anbaugebieten (Elbe-Saale, Tschechien) wird die Warndienstvorhersage ohne Kenntnis des Infektionspotenzials lediglich mit Witterungsmodellen gemacht. Inwieweit das zeit- und arbeitsintensive Auszählen der Zoosporangien notwendig ist, sollte in einem 5 jährigen Versuch an den Peronosporastandorten ermittelt werden. Dazu wurde der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Kremheller-Modell verglichen, um einen vorläufigen Adcon-Schwellenwert für anfällige und tolerante Sorten zu bestimmen. In Exaktversuchen wurde überprüft, ob die unterschiedlich generierten Spritzaufwürfe ertrags- und qualitätsbeeinflussend waren.

Die Ergebnisse des Modellvergleichs sind in Kapitel 5 ausführlich beschrieben.

Optimierung der Hopfentrocknung beim Bandrockner

Bearbeitung: J. Münsterer

Das richtige Verhältnis der Trocknungsparameter aus Schütthöhe, Trocknungstemperatur und Luftgeschwindigkeit ist entscheidend für beste Qualitätserhaltung und maximale Trocknungsleistungen. Deshalb wird bei Bandrocknern in Praxisbetrieben und in Kleintrocknungsversuchen erforscht, bei welchen Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten beste Trocknungsergebnisse erzielt werden. Zudem sollen, ähnlich wie bei Hordendarren, Steuer- und Regelungssysteme geprüft und entwickelt werden, welche die Trocknungsabläufe einfacher und kontrollierbar machen.

Einfluss verschiedener Trocknungstemperaturen auf die Hopfenqualität bei Flavor-Hopfen

Bearbeitung: J. Münsterer, T. Presl, K. Kammhuber

Im Rahmen einer Bachelor-Arbeit wird in Kleintrocknungsversuchen untersucht, ob durch unterschiedliche Trocknungstemperaturen Auswirkungen auf die qualitative und quantitative Hopfenqualität bei Flavor-Hopfen entstehen. Dabei wird ein Temperaturbereich von 60-70°C geprüft. Um den Einfluss der Trocknungstemperatur zu überprüfen, werden bei allen Proben der Alterungsindex HSI, der Gehalt der α - und β -Säuren, der Xanthohumolgehalt sowie der Gesamtölgehalt und die Einzelsubstanzen Myrcen, Linalool, β -Caryophyllen, Humulen und Geraniol bestimmt.

Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe (6 m)

Bearbeitung: S. Fuß

Aufgrund verheerender Sturmereignisse in den letzten Jahren, die in der Hallertau zum Einsturz von Hopfengerüstanlagen vor der Ernte geführt haben, soll untersucht werden, ob die Höhe der Gerüstanlagen bei gleichbleibenden Erträgen auf 6 m reduziert werden kann. Nach ersten Berechnungen würden sich dadurch die statischen Belastungen der Hallertauer Gerüstanlage um ca. 15-20 % verringern und sich die Standfestigkeit bei extremen Windgeschwindigkeiten stark verbessern. Zudem könnten die Gerüstkosten durch die Verwendung von kürzeren und schwächeren Mittelmasten verringert werden, ohne dabei die Statik negativ zu beeinflussen. Desweiteren könnten sich Vorteile beim Pflanzenschutz durch die Nähe zur Zielfläche im Gipfelbereich ergeben, da diese besser mit Pflanzenschutzmitteln benetzt werden könnte. In einem bereits abgeschlossenen Projekt wurde in mehreren Praxisingärten (Ertragsanlagen verschiedener Hopfensorten) das 7 m hohe Hopfengerüst im Bereich der Versuchspartellen auf 6 m reduziert. Ziel war es, die Reaktion verschiedener Sorten hinsichtlich Pflanzenentwicklung, Krankheits- und Schädlingsbefall, Ertrag und Qualität bei niedrigerer Gerüsthöhe zu untersuchen. Bei den Aromasorten wurden die Versuche mit den Sorten Perle und Hallertauer Tradition, bei den Bittersorten mit Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus und Herkules durchgeführt.

Eine allgemeine Empfehlung für die Praxis zur Reduzierung der Gerüsthöhe lässt sich aus den Versuchen aus statistischen Gründen noch nicht ableiten, da je Sorte nur ein Standort geprüft wurde.

Dieses Projekt wird nun in einem Praxisgarten, der aufgrund seiner sehr homogenen Bodenbeschaffenheit sehr gut geeignet ist, mit der Sorte Hallertauer Tradition weitergeführt. Im Jahr 2014 soll dieser Versuch letztmalig beerntet und über die Jahre ausgewertet werden.

Zusätzlich wurde 2012 im neuen Zuchtgarten am Standort Stadelhof eine Versuchsfläche mit den Gerüsthöhen von 7 bzw. 6 m angelegt. Diese Versuchsfläche wurde mit den Hopfensorten Perle, Herkules und Polaris in mehrfacher Wiederholung bepflanzt. Durch diese Versuchsanordnung können die Reaktionen der Hopfensorten auf die unterschiedlichen Gerüsthöhen gut beobachtet und verglichen werden. Leider wurde der Versuchsstandort am 20. Juni 2013 durch ein Hagelereignis stark geschädigt. Da bei ca. 80% Kopfabschlägen keine aussagekräftige Ertragsermittlung durchgeführt werden kann, wurde auf eine Versuchsernte verzichtet. Die Pflanzen haben sich allerdings gut erholt, damit sind Folgeschäden ausgeschlossen. Ab dem Jahr 2014 können mit diesen Versuchen weitere Ergebnisse gewonnen und Empfehlungen für die Praxis erarbeitet werden.

Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen

Bearbeitung: J. Portner

Laufzeit: 2012-2015

Die Einsaat von Zwischenfrüchten zwischen die Hopfenreihen dient dem Schutz vor Wassererosion und reduziert die Nitratverlagerung und -auswaschung nach der Ernte. Bisher wurden die Zwischenfrüchte überwiegend im Frühsommer nach dem Ackern eingesät mit der Folge, dass erosive Niederschlagsereignisse zum Zeitpunkt der Saat bis zur ausreichenden Entwicklung der Zwischenfrucht lokal große Erosionsereignisse verursacht haben.

Zur Optimierung des Anbausystems wurden auf einem Erosionsstandort 7 verschiedene Varianten des Zwischenfruchtanbaus mit unterschiedlichen Einsaatzeitpunkten (keine Einsaat, Sommer- und Herbstesaat) und unterschiedlichen Einarbeitungsterminen (Umbruch im April bis Mulchen Anfang Juni ohne Umbruch) angelegt. Durch Ertragsfeststellungen, bodenphysikalische Messungen und qualitative Beobachtungen der Bodenerosion sollen Hinweise für eine Optimierung des Verfahrens erarbeitet werden.

1.2.3 Forschungsschwerpunkte Hopfenqualität und Analytik

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
Laufzeit:	Daueraufgabe

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.

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

Leitung:	Dr. K. Kammhuber
Bearbeitung:	E. Neuhof-Buckl, B. Wyschkon, 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 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 Wassergehaltsbestimmung gearbeitet. Als Screening Methode für die Hopfenzüchtung ist NIRS geeignet und spart sehr viel Arbeitszeit und Kosten für Chemikalien.

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 zur Geschmacksstabilität und Drinkability 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. Die letzten Ringversuche mit internationaler Beteiligung zeigten so hohe Variationskoeffizienten vkR , dass diese Methoden noch nicht als offizielle Methoden frei gegeben wurden. In Zukunft soll der Fokus mehr auf spezifischere HPLC-Methoden gerichtet sein.

1.2.4 Forschungsschwerpunkte Pflanzenschutz im Hopfen

Überprüfung von zwei Prognosemodellen zur Bekämpfung des Echten Mehltaus im Hopfen und Einführung einer Prognose zur Bekämpfung der Krankheit in der Praxis

Leitung:	W. Sichelstiel
Bearbeitung:	J. Schwarz, G. Meyr

Ziel

Über mehrere Jahre wurden in Freilandversuchen zwei Prognosemodelle auf ihre Praxis-tauglichkeit überprüft. Das vorläufige Prognosemodell wurde von B. Engelhard auf der Basis von empirischen Daten erarbeitet und leitet die Bekämpfungsempfehlungen aus Witterungsparametern ab. Im Rahmen einer Dissertation entwickelte Dr. S. Schlagenhauer ein anhand wissenschaftlicher Daten verfeinertes witterungsgestütztes Prognosemodell. Um endgültige Aussagen zur Treffsicherheit der Prognosesysteme machen zu können, war der Mehltau-Infektionsdruck in der Zeit der Modellentwicklung an mehreren Standorten allerdings zu gering. Daher wurden Versuche zur Abklärung der Prognosesicherheit beider Modelle angelegt, um die Voraussetzung für die Einführung in die Praxis zu schaffen.

Ergebnisse

An vier Standorten wurden in drei Sorten drei Varianten geprüft:

Hemhausen	-	HM, HT
Reitersberg	-	TU
Einthal	-	HM
Eichelberg	-	TU

An allen Standorten und in allen Sorten waren Parzellen, die nach den Spritzaufrufen des vorläufigen bzw. des witterungsgestützten Prognosemodells behandelt wurden, angelegt und mit einer unbehandelten Kontrolle verglichen. Die Parzellengröße betrug je ca. 500 m².

Wie in den Vorjahren war auch 2013 der Befallsdruck mit Echtem Mehltau gering. Beide Modelle lösten lediglich einen Spritzaufruf am 24. Juni bzw. 26. Juni aus. Zur Ernte war auch wieder in den unbehandelten Parzellen ein viel zu geringer Befall zu verzeichnen, um aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen.

Bei der Abschlussbonitur Ende August wurde weder in der unbehandelten Kontrolle noch in den behandelten Parzellen relevanter Befall beobachtet. Auf eine Doldenbonitur wurde daher verzichtet.

Die Evaluierung der beiden Mehltauproggnosemodelle wird in den Folgejahren als Daueraufgabe im gleichen Umfang weitergeführt.

Prüfung von Pflanzenschutzmitteln 2013 für die Zulassung bzw. Genehmigung und für Beratungsunterlagen

Leitung: W. Sichelstiel

Bearbeitung: J. Schwarz, G. Meyr, J. Weiher, O. Ehrenstraßer, M. Felsl

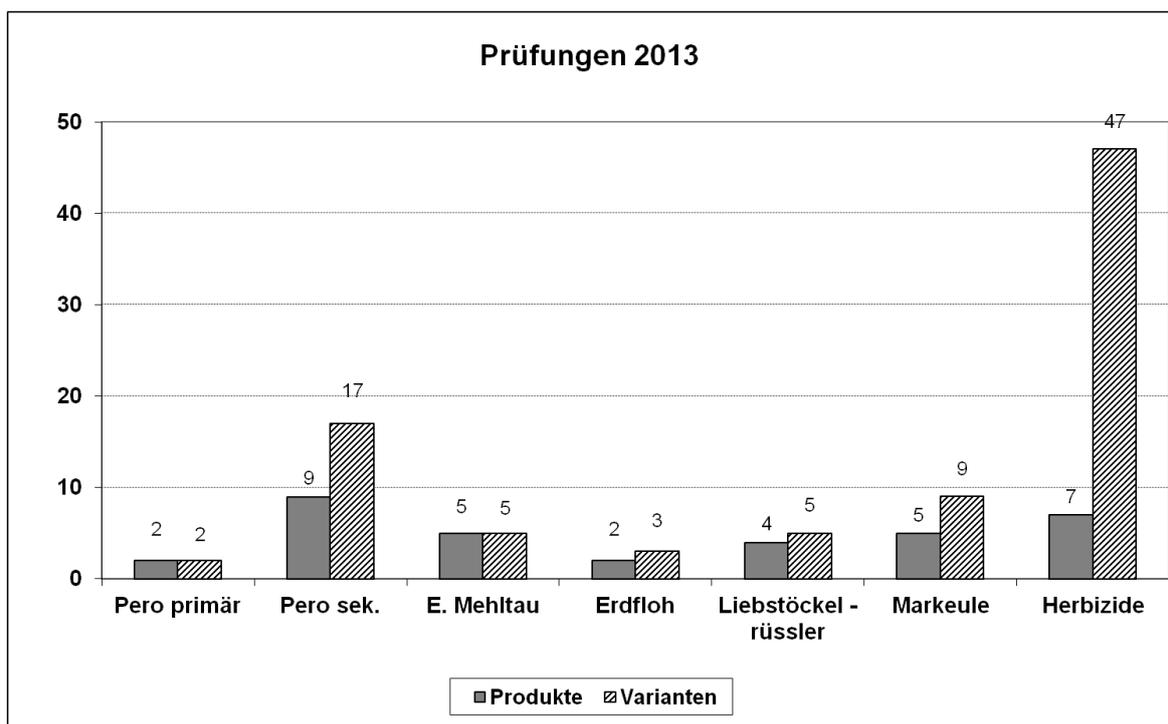


Abb. 1.6: Prüfung von Pflanzenschutzmitteln 2013

2 Witterung und Wachstumsverlauf 2013 - Auswirkungen auf produktionstechnische Maßnahmen in der Hallertau

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

Das Anbaujahr 2013 bleibt als Jahr der Wetterextreme in Erinnerung. Nach einem sehr späten Vegetationsbeginn gab es nur enge Zeitfenster zur Durchführung der Frühjahrsarbeiten. Das Ausputzen und Anleiten konnte erst in der ersten Maihälfte erledigt werden. Kälte und hohe Regenmengen im Mai und im Juni führten zu Wachstumsverzögerungen, vernässten Böden und Überschwemmungen in Tallagen. Eine erste Hitzeperiode im Juni endete mit einem verbreiteten Hagelschlag in der nördlichen Hallertau. Trotz der hochsommerlichen Hitze und Trockenheit im Juli und August konnten die Bestände den Vegetationsrückstand nicht aufholen. Die Ernte wurde im September bei feucht-kühlen Bedingungen eingebracht. Die Erträge und Alphasäuregehalte enttäuschten besonders bei frühen und mittelfrühen Sorten. Spätere Sorten erreichten in günstigen Fällen mittlere Werte.

Besondere Witterungsauffälligkeiten und deren Auswirkungen:

- Lang anhaltende winterliche Witterung und sehr lange Vegetationsruhe

Der Winter 2012/2013 war wechselhaft mit sehr wenig Sonnenscheinstunden. Dezember und Januar waren wieder zu warm und zu nass. So betrug die Abweichung der Durchschnittstemperatur am Standort Hüll +0,3 bzw. +0,6°C und es fielen 38 % bzw. 10 % mehr Niederschläge im Vergleich zum Mittel der letzten zehn Jahre. Nach einer Frostperiode im Januar stellte sich im Februar eine winterliche Wetterlage mit einer lang anhaltenden Schneedecke ein. Der Frost drang aber nicht zur Bildung einer Frostgare in den Boden ein. Das spätwinterliche Wetter zog sich über den ganzen März hin. Mit durchschnittlich 1,0°C war er um 2,9°C kälter im Vergleich zum 10-Jahres-Mittel. Bei leicht unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen herrschte über den Monat hinweg noch Vegetationsruhe.

- Später Vegetationsbeginn im April

Auch das erste Aprildrittel war noch spätwinterlich. Erst ab der Monatsmitte stiegen die Temperaturen auf frühlingshafte Werte an. Die Hopfenstöcke trieben etwa zwei Wochen verspätet aus. Mit 8,6°C war der Monat zwar 1,2°C wärmer als das langjährige Mittel, gegenüber dem Schnitt der letzten zehn Jahre war er um 1°C kälter. An elf Tagen im April regnete es. Wegen Kälte und nasser Bodenverhältnisse verschoben sich die Frühjahrsarbeiten auf Anfang bis Mitte April. Mit dem Auskreiseln der Hopfenstöcke konnte erst Ende April begonnen werden, ebenso wie mit dem flachen Einarbeiten der Zwischenfrüchte. Je nach Schneidezeitpunkt entwickelten sich die Pflanzen unterschiedlich. Erst nach dem 29. April wurde auf den ersten, leicht erwärmbaren Böden mit dem Ausputzen und Anleiten begonnen. Drahtwurmschäden im Junghopfen und Liebstockelrüssler in leicht erwärmbaren Lagen wurden ab Mitte April beobachtet. Der Erdfloh trat ab Ende April auf. Peronospora-Primärbefall und Stockfäule beschränkten sich auf Einzelfälle.

- Nasser, kühler Mai endet mit überfluteten Hopfengärten

Mit 145 mm Niederschlag an 21 Regentagen fiel der Mai ausgesprochen nass aus. Dies sind 169 % einer mittleren Regenmenge im Mai. Lokale Hagelschauer fielen um die Monatsmitte. Besonders ergiebiger Dauerregen zum Monatsende führte zur Wassersättigung der Böden. Gebietsweise waren die Hopfengärten durch Hochwasser überflutet mit im Einzelfall massiven Schäden. Da die Durchschnittstemperatur mit 11,7°C unter dem langjährigen Mittelwert lag, blieb der Hopfen in der Entwicklung hinterher. Die Kulturmaßnahmen wurden erheblich erschwert und verzögerten sich.

Peronospora-Primärbefall trat vereinzelt auf, bevorzugt in Gärten mit stärkerem Befall in den Vorjahren. Sekundärinfektionen konnten sich noch nicht aufbauen. Weder für Peronospora noch für Mehltau lösten Warndienst und Prognosemodelle Spritzaufrufe aus. Blattlauszuflug war noch nicht zu beobachten. Auch hinderte die nass-kühle Witterung die Gemeine Spinnmilbe an der Zuwanderung. Sehr früh konnten dagegen Schäden durch Markeulenlarven beobachtet werden. Besonders betroffen waren Flächen, die schon im Vorjahr befallen waren. Hier wurden bereits ab der ersten Maiwoche in den Trieben mütterliche Raupen gefunden.

- Juni zwischen Nässe und erster Hitzewelle mit Hagel

Der Juni schloss sich zunächst nahtlos an den nasskalten Mai an. Eine Wetterbesserung zur Monatsmitte brachte die erste Hitzewelle des Jahres, die am 20. Juni mit heftigen Gewittern und Hagelschlag endete. Der Schwerpunkt der ca. 5.000 ha großen Schadensfläche lag in der nördlichen Hallertau. Es kam zu Blattverlusten, Rebenverletzungen und Kopfabschlag. Bis zum Ende des Monats folgte wieder feucht kühles Wetter. Insgesamt war der Monat zu kühl (1,6°C unter dem Mittel der letzten zehn Jahre) und zu nass (60 % über dem langjährigen Durchschnitt). Die Hopfenbestände konnten im Juni die zwei Wochen Entwicklungsrückstand nicht aufholen. Bis zum Monatsende hatten nicht alle Bestände die Gerüsthöhe erreicht. Selbst bei frühen Sorten waren noch keine Infloreszenzknospen sichtbar. Mit steigenden Temperaturen zur Monatsmitte stiegen die Sporenzahlen bei Peronospora sehr stark an. Es erfolgten zwei Spritzaufrufe am 10. und am 18. Juni für alle Sorten. Die Prognosemodelle für Echten Mehltau zeigten ab 24. Juni eine erhöhte Infektionsgefahr, worauf hin eine Behandlung für alle Sorten empfohlen wurde. Während der Blattlauszuflug und -befall auf äußerst niedrigem Niveau blieb, baute sich in einzelnen Gärten ein bekämpfungswürdiger Befall mit der Gemeinen Spinnmilbe auf.

- Ein heißer Juli fast ohne Regen

Mit nur 10,7 mm Regen am Standort Hüll, das sind 90 % weniger im Vergleich zum langjährigen Mittel ging der Juli 2013 in die Annalen ein. In durchschnittlichen Jahren ist der Juli der niederschlagsreichste Monat! Bei gleichzeitig 25 % mehr Sonnenstunden und einer um 3,1°C höherer Durchschnittstemperatur drehten sich die Wachstumsbedingungen für den Hopfen schnell von einem Extrem in das andere. Die Seitenarmbildung blieb mäßig bis schwach. Gelbverfärbungen an Blättern und Reduktionen von Blättern und Blüten waren auf verdichteten Böden und auf leichten Standorten ohne Bewässerung zu beobachten. Die Blüte setzte bei den frühen Sorten um bis zu zwei Wochen verzögert ab Mitte Juli ein. Bei späteren Sorten war der Blühbeginn zeitlich normal bis leicht verzögert. Die Sporenzahlen des Peronospora Warndienstes gingen im Juli ständig zurück. Daher und wegen der trocken-heißen Witterung war im ganzen Monat kein Spritzaufruf notwendig. Auch bei Mehltau wurde kein Warnaufruf durch die Prognosemodelle ausgelöst. In vielen Gärten konnte auf eine Blattlausbekämpfung verzichtet werden, da der Blattlausbefall sehr niedrig blieb. In einigen Hopfengärten war Befall mit Gemeiner Spinnmilbe zu beobachten.

- Wenig Regen und viel Sonnenschein zur Doldenausbildung

Auch der Monat August blieb anfangs dem trockenen und warmen Charakter der 2. Jahreshälfte 2013 treu. Das Wasserdefizit verschärfte sich auf unbewässerten Flächen weiter und führte zu schlechter Ausdoldung und zu einer schwachen Ausbildung der Inhaltsstoffe. Mit 58 mm Regen fiel in Hüll nur die Hälfte des Durchschnitts der letzten 10 Jahre. Der Erntebeginn verschob sich auf die letzten Augusttage bzw. auf Anfang September. Besonders frühe Aromasorten brachten deutlich unterdurchschnittliche Erntemengen und Alphasäuregehalte. Später abreifende Hochalphasorten konnten die Niederschläge ab der zweiten Augushälfte noch in Ertrag und Inhaltsstoffe umsetzen. Die äußere Qualität war wegen des sehr niedrigen Krankheits- und Schädlingsdruckes vergleichsweise gut.

Witterungsdaten vom Standort Hüll (Monatsmittelwerte bzw. Monatssummen) 2013 im Vergleich zu den 10- und 50-jährigen Mittelwerten

Monat		Temperatur in 2 m Höhe			Relat. Luftf. (%)	Niederschlag (mm)	Tage m. N'schlag >0,2 mm	Sonnenschein (Std.)
		Mittel (°C)	Min.Ø (°C)	Max.Ø (°C)				
Januar	2013	-0,2	-3,1	2,0	89,8	66,0	19,0	24,0
	Ø 10-j.	-0,8	-4,3	2,9	88,3	59,9	13,0	67,6
	50-j.	-2,4	-5,1	1,0	85,7	51,7	13,7	44,5
Februar	2013	-1,9	-5,4	0,9	88,9	82,3	19,0	17,0
	Ø 10-j.	-0,8	-5,2	4,3	85,1	37,6	11,6	95,9
	50-j.	-1,2	-5,1	2,9	82,8	48,4	12,8	68,7
März	2013	1,0	-2,8	5,7	80,8	47,9	16,0	129,0
	Ø 10-j.	3,9	-1,4	10,1	80,0	55,9	11,7	151,9
	50-j.	2,7	-2,3	8,2	78,8	43,5	11,3	134,4
April	2013	8,6	3,8	13,9	78,4	45,8	11,0	131,0
	Ø 10-j.	9,6	2,9	16,4	72,1	60,6	10,5	213,3
	50-j.	7,4	1,8	13,3	75,9	55,9	12,4	165,0
Mai	2013	11,7	7,0	16,5	81,8	145,2	21,0	130,0
	Ø 10-j.	13,7	7,3	20,2	73,4	97,3	14,6	222,5
	50-j.	11,9	5,7	17,8	75,1	86,1	14,0	207,4
Juni	2013	15,7	10,5	21,2	79,3	171,4	15,0	193,0
	Ø 10-j.	17,3	10,9	23,9	74,6	97,4	14,9	229,2
	50-j.	15,3	8,9	21,2	75,6	106,1	14,2	220,0
Juli	2013	20,0	11,9	27,6	66,9	10,7	5,0	301,0
	Ø 10-j.	18,3	12,1	25,3	75,8	115,5	15,3	242,1
	50-j.	16,9	10,6	23,1	76,3	108,4	13,9	240,3
August	2013	17,9	11,1	25,3	75,5	58,1	8,0	244,0
	Ø 10-j.	17,6	11,5	24,7	79,4	115,1	13,7	219,9
	50-j.	16,0	10,2	22,5	79,4	94,9	13,3	218,4
September	2013	13,1	8,3	18,4	83,9	116,9	14,0	126,0
	Ø 10-j.	13,6	7,9	20,5	82,9	55,1	10,4	179,1
	50-j.	12,8	7,4	19,4	81,5	65,9	11,4	174,5
Oktober	2013	9,5	5,0	14,6	86,7	57,8	10,0	98,0
	Ø 10-j.	8,5	3,8	14,4	87,2	52,4	10,1	122,4
	50-j.	7,5	2,8	13,0	84,8	60,0	10,4	112,9
November	2013	3,9	1,1	6,5	90,0	61,6	16,0	36,0
	Ø 10-j.	3,8	0,4	7,8	91,4	52,5	11,3	65,6
	50-j.	3,2	-0,2	6,4	87,5	58,8	12,6	42,8
Dezember	2013	1,3	-1,4	4,9	91,1	9,6	8,0	52,0
	Ø 10-j.	0,1	-3,0	3,3	90,8	63,9	14,6	53,9
	50-j.	-0,9	-4,4	1,6	88,1	49,1	13,3	34,3
Ø Jahr 2013		8,4	3,8	13,1	82,8	873,3	162,0	1481,0
10 – jähriges Mittel		8,7	3,6	14,5	81,7	863,1	151,7	1863,3
50 – jähriges Mittel		7,4	2,5	12,5	81,0	828,8	153,3	1663,2

Das 50-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1927 bis einschließlich 1976, das 10-jährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 2003 bis einschließlich 2012.

3 Statistische Daten zur Hopfenproduktion

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

3.1 Anbaudaten

3.1.1 Struktur des Hopfenbaus

Tab. 3.1: Zahl der Hopfenbaubetriebe und deren Hopfenfläche in Deutschland

Jahr	Zahl der Betriebe	Hopfenfläche je Betrieb in ha	Jahr	Zahl der Betriebe	Hopfenfläche je Betrieb in ha
1974	8.120	2,48	1994	3.282	6,69
1975	7.654	2,64	1995	3.122	7,01
1976	7.063	2,79	1996	2.950	7,39
1977	6.617	2,90	1997	2.790	7,66
1978	5.979	2,94	1998	2.547	7,73
1979	5.772	2,99	1999	2.324	7,87
1980	5.716	3,14	2000	2.197	8,47
1981	5.649	3,40	2001	2.126	8,95
1982	5.580	3,58	2002	1.943	9,45
1983	5.408	3,66	2003	1.788	9,82
1984	5.206	3,77	2004	1.698	10,29
1985	5.044	3,89	2005	1.611	10,66
1986	4.847	4,05	2006	1.555	11,04
1987	4.613	4,18	2007	1.511	11,70
1988	4.488	4,41	2008	1.497	12,49
1989	4.298	4,64	2009	1.473	12,54
1990	4.183	5,35	2010	1.435	12,81
1991	3.957	5,70	2011	1.377	13,24
1992	3.796	6,05	2012	1.295	13,23
1993	3.616	6,37	2013	1.231	13,69

Tab. 3.2: Anbaufläche, Zahl der Hopfenbaubetriebe und durchschnittliche Hopfenfläche je Betrieb in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Hopfenanbauflächen				Hopfenbaubetriebe				Hopfenfläche je Betrieb in ha	
	in ha		Zunahme + / Abnahme - 2013 zu 2012		2012	2013	Zunahme + / Abnahme - 2013 zu 2012		2012	2013
	2012	2013	ha	%			Betriebe	%		
Hallertau	14.258	14.086	- 172	- 1,2	1.046	989	- 57	- 5,4	13,63	14,24
Spalt	351	350	- 1	- 0,4	65	62	- 3	- 4,6	5,41	5,65
Tettmang	1.215	1.208	- 7	- 0,6	153	149	- 4	- 2,6	7,94	8,11
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	20	± 0	± 0	2	2	± 0	± 0	10,00	10,00
Elbe-Saale	1.284	1.186	- 98	- 7,7	29	29	± 0	± 0	44,28	40,89
Deutschland	17.128	16.849	- 279	- 6,1	1.295	1.231	- 64	- 4,9	13,23	13,69

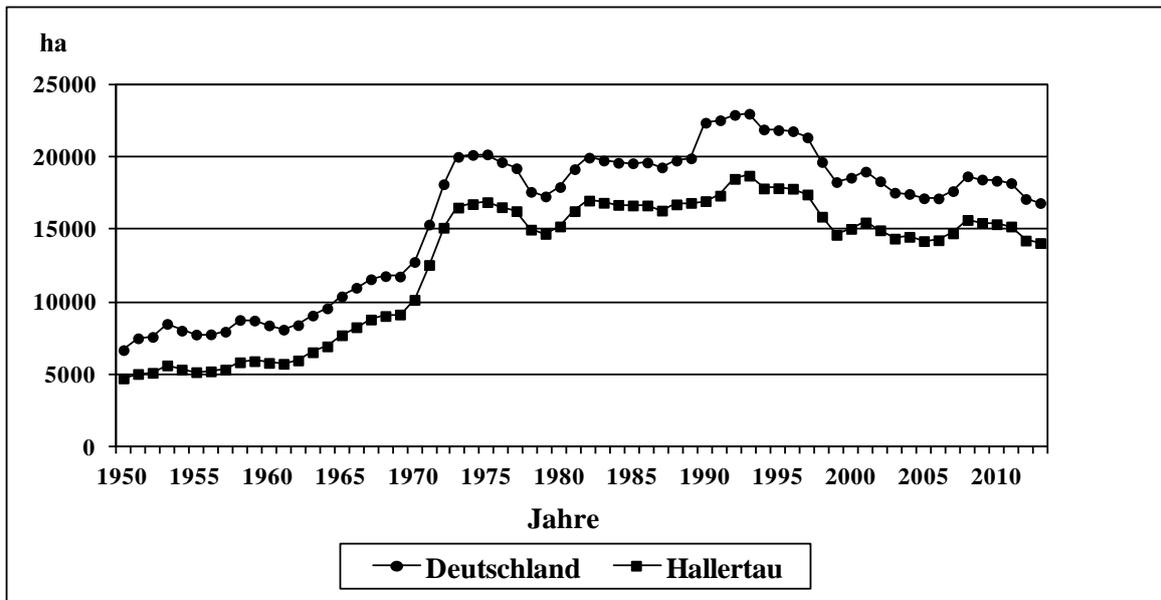


Abb. 3.1: Hopfenanbauflächen in Deutschland und in der Hallertau

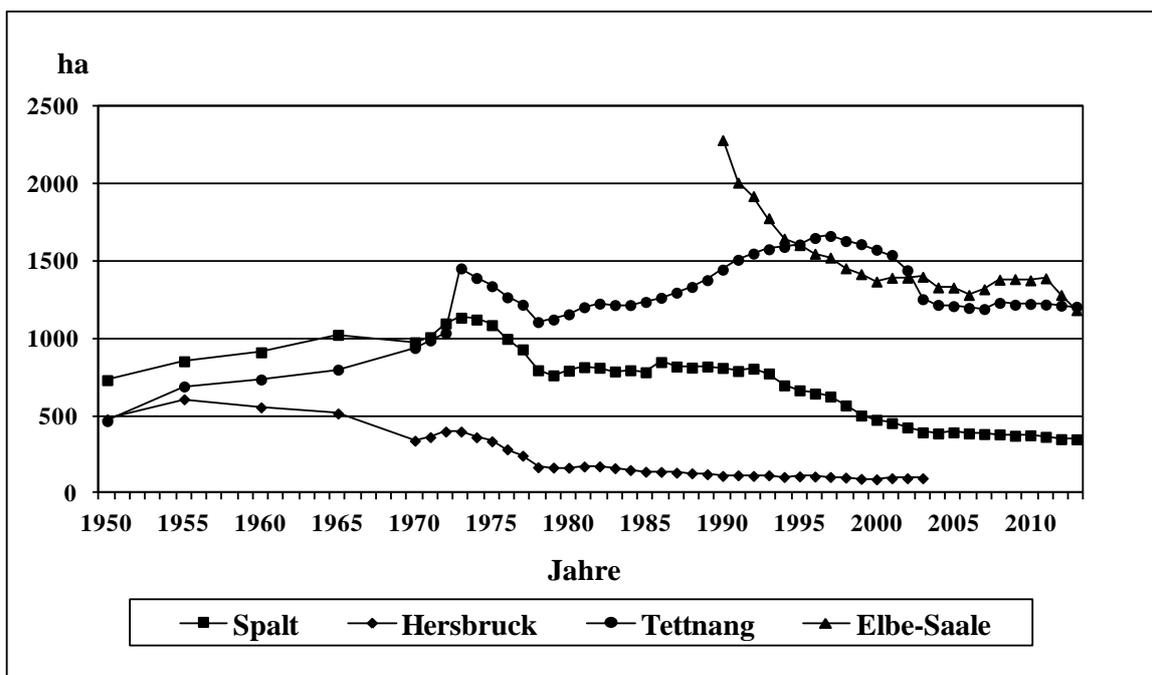


Abb. 3.2: Hopfenanbauflächen in den Gebieten Spalt, Hersbruck, Tett nang und Elbe-Saale

Das Anbauggebiet Hersbruck gehört seit 2004 zur Hallertau.

Hopfsorten

Der deutliche Flächenrückgang von über 1.000 ha in 2012 hat sich verlangsamt, so dass 2013 lediglich 279 ha Hopfen weniger angebaut wurden und die Gesamtfläche in Deutschland 16.849 ha beträgt. Bei den Aromasorten gab es mit insgesamt 248 ha spürbare Rüdungen bei den Hauptsorten Perle und Hallertauer Tradition, während die Sorten Saphir (plus 72 ha) und Hersbrucker Spät (plus 62 ha) wieder gefragter waren und an Fläche zulegen konnten. Bei den Bitter- und Hochalphasorten gab es mit Ausnahme von Herkules bei allen Sorten Flächeneinbußen von insgesamt 144 ha. Hallertauer Magnum wurde dabei auf über 400 ha durch Herkules ersetzt.

Der neuartige Trend zum vermehrten Anbau von sogenannten Special Flavor- oder Dual-Hopfen hat sich verstärkt, so dass der Anbau ab diesem Jahr in einer extra Tabelle aufgeschlüsselt ist. Insgesamt wurden 2013 lt. Statistik 114 ha der neuer Hüller Zuchtsorten Hallertau Blanc, Huell Melon, Mandarinina Bavaria und Polaris sowie der alten US-Sorte Cascade (insg. 0,7 %) angebaut. Da weitere Flächen im Sommer bepflanzt wurden, dürfte die Anbaufläche ca. 150 ha betragen. Eine Zunahme dieser Spezialsorten, die sich insbesondere durch spezielle fruchtige und blumige Aromanoten auszeichnen, wird in 2014 erwartet, zumal die Craft-Brewer-Szene weiter wächst und Hopfen mit neuartigen Geschmacksausprägungen und speziellen Aromen zunehmend Beachtung finden.

Eine genaue Aufteilung der Sorten nach Anbaugebieten ist aus den Tab. 3.3 bis Tab. 3.5 zu ersehen.

Tab. 3.3: Hopfsorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2013

Aromasorten

Anbaugebiet	Anbaufläche gesamt	HA	SP	TE	HE	PE	SE	HT	SR	OL	SD	Sonst	Aromasorten	
													ha	%
Hallertau	14.086	687			843	2.813	408	2.537	308	25	27	5	7.653	54,3
Spalt	350	48	112		4	24	82	31	6	1	1		309	88,4
Tettngang	1.208	189		787		67	4	53	11	1	13		1.125	93,2
Baden, Bitburg u. Rheinpfalz	20	1				8	2	5					16	80,4
Elbe-Saale	1.186					136		34				8	178	15,0
Deutschland	16.849	925	112	787	847	3.048	496	2.661	324	28	41	13	9.281	55,1
Sortenanteil (in %)		5,5	0,7	4,7	5,0	18,1	2,9	15,8	1,9	0,2	0,2	0,1		

Sortenveränderung in Deutschland

2012 (in ha)	17.128	1.012	106	790	785	3.203	538	2.748	253	33	43	20	9.530	54,3
2013 (in ha)	16.849	925	112	787	847	3.048	496	2.661	324	28	41	13	9.281	55,1
Veränderung (in ha)	-279	-87	7	-3	62	-155	-42	-87	72	-5	-3	-7	-248	0,8

Tab. 3.4: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2013

Bitter- und Hochalphasorten

Anbaugebiet	NB	BG	NU	TA	HM	TU	MR	HS	CM	Sonst.	Bittersorten	
											ha	%
Hallertau	184	19	156	1	2360	682	31	2869	3	29	6.335	45,0
Spalt					2		4	32		1	39	11,2
Tettngang						5		69		0	74	6,2
Baden, Bit- burg u. Rheinpfalz					3			1			4	19,6
Elbe-Saale	96		28		737	22	2	115		2	1.002	84,5
Deutschland	281	19	184	1	3.102	709	38	3.086	3	31	7.454	44,2
Sortenanteil (in %)	1,7	0,1	1,1	0,0	18,4	4,2	0,2	18,3	0,0	0,2		

Sortenveränderung in Deutschland

2012 (in ha)	296	22	207	2	3.509	821	49	2.642	0	49	7.598	45,7
2013 (in ha)	281	19	184	1	3.102	709	38	3.086	3	31	7.454	44,2
Veränderung (in ha)	-16	-3	-23	-1	-407	-112	-12	444	3	-18	-144	-1,5

Tab. 3.5: Hopfensorten in den deutschen Anbaugebieten in ha im Jahre 2013

Spezial Flavor- und Dual-Sorten

Anbaugebiet	CA	HC	HN	MB	PA	Flavorsorten	
						ha	%
Hallertau	10	11	14	28	35	98	0,7
Spalt	1	1				1	0,4
Tettngang				4	4	8	0,7
Baden, Bit- burg u. Rheinpfalz						0	0,0
Elbe-Saale				2	4	6	0,5
Deutschland	10	12	14	35	43	114	0,7
Sortenanteil (in %)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3		

Sortenveränderung in Deutschland

2012 (in ha)	0	0	0	0	0	0	0,0
2013 (in ha)	10	12	14	35	43	114	0,7
Veränderung (in ha)	10	12	14	35	43	114	0,7

3.2 Ertragssituation im Jahr 2013

Die Hopfenernte 2013 in Deutschland beträgt 27.554.140 kg (= 551.083 Ztr.) gegenüber 34.475.210 kg (= 689.504 Ztr.) im Jahre 2012. Die Erntemenge liegt damit um 6.921.070 kg (= 138.421 Ztr.) unter dem Vorjahresergebnis; dies bedeutet eine Verminderung um 20,1 %. Zu dem schlechten Ernteergebnis hat auch der großräumige Hagelschlag von 20. Juni 2013 in der nördlichen Hallertau beigetragen, der Ertragseinbußen in Höhe von schätzungsweise 2.250.000 kg verursachte.

Mit 1.635 kg Hektarertrag bezogen auf die Gesamtfläche fällt die Erntemenge unterdurchschnittlich aus. Die Alphagehalte weisen 2013 ebenfalls unterdurchschnittliche Werte auf. Insbesondere die frühreifen Aromasorten hatten unter den ungünstigen Witterungsbedingungen stärker gelitten.

Tab. 3.6: Hektarerträge und Relativzahlen in Deutschland

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ertrag kg/ha bzw. (Ztr./ha)	2.122 kg (42,4 Ztr.)	1.697 kg (33,9 Ztr.) (große Hagelschäden)	1.862 kg (37,2 Ztr.) (Hagelschäden)	2.091 kg (41,8 Ztr.) (Hagelschäden)	2.013 kg (40,3 Ztr.)	1.635 kg (32,7 Ztr.) (Hagelschäden)
Anbaufläche in ha	18.695	18.473	18.386	18.228	17.124	16.849
Gesamternte in kg bzw. Ztr.	39.676.470 kg = 793.529 Ztr.	31.343.670 kg = 626.873 Ztr.	34.233.810 kg = 684.676 Ztr.	38.110.620 kg = 762.212 Ztr.	34.475.210 kg = 689.504 Ztr.	27.554.140 kg = 551.083 Ztr.

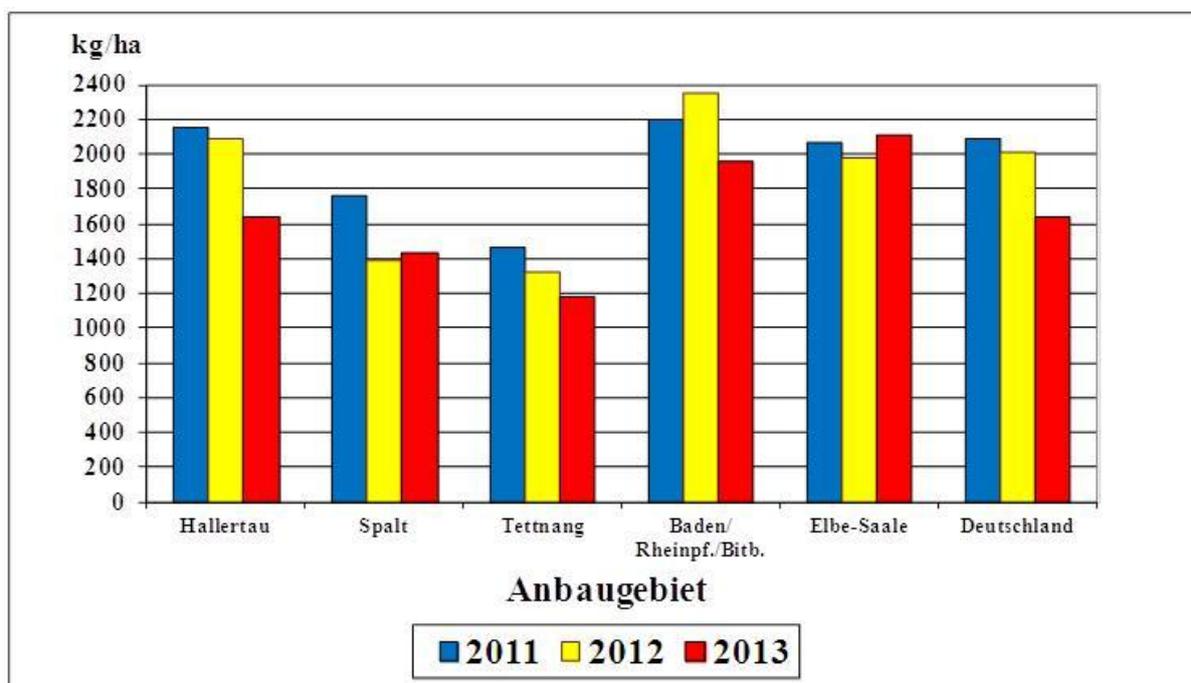


Abb. 3.3: Durchschnittserträge der einzelnen Anbauggebiete in kg/ha

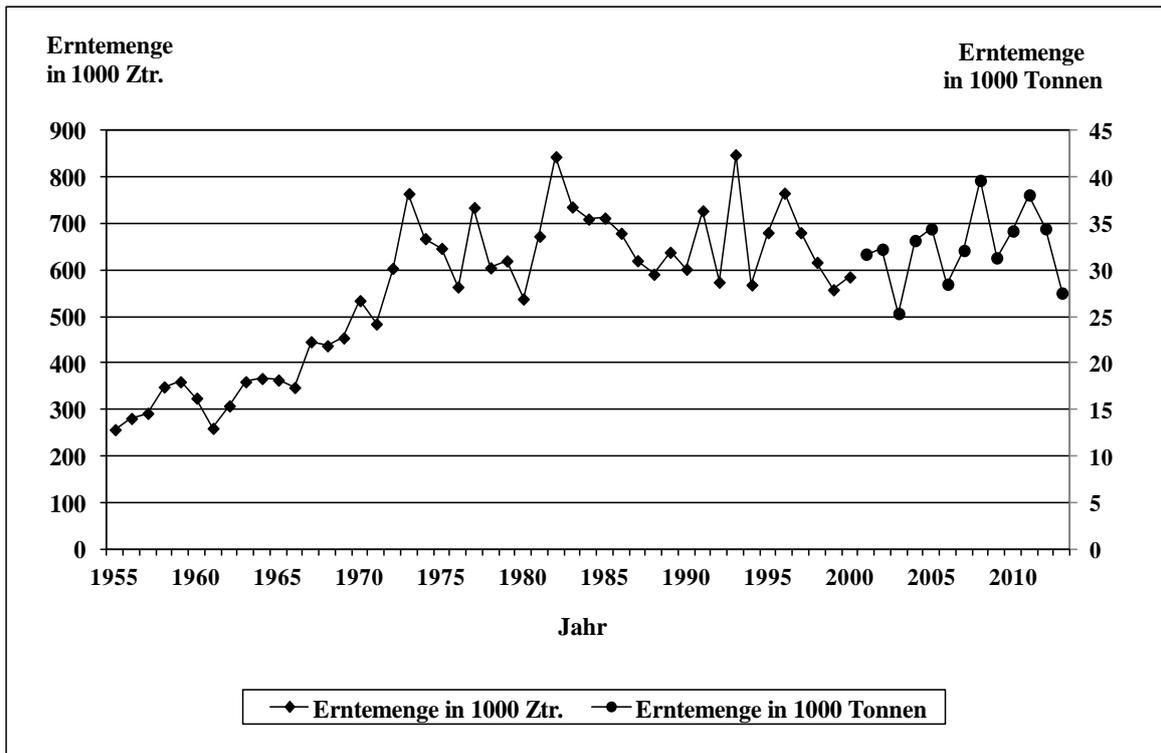


Abb. 3.4: Erntemenge in Deutschland

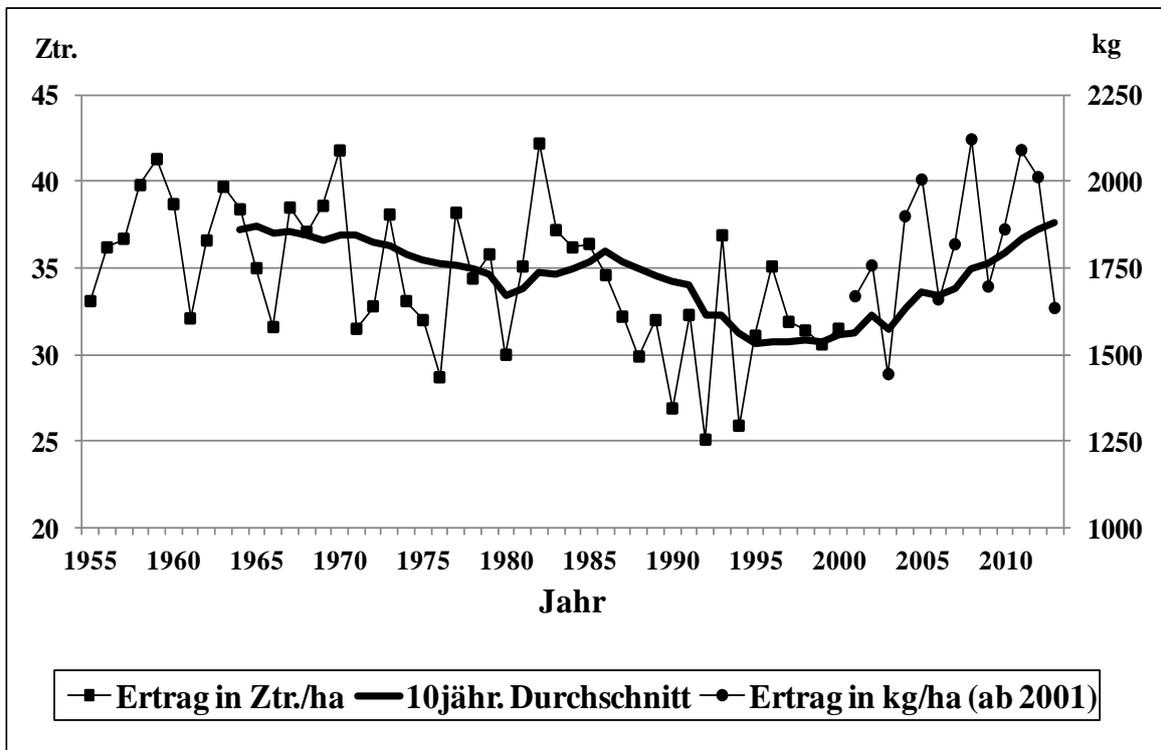


Abb. 3.5: Durchschnittsertrag (Ztr. bzw. kg/ha) in Deutschland

Tab. 3.7: Hektar-Erträge in den deutschen Anbaugebieten

Anbaugebiet	Erträge in kg/ha Gesamtfläche								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hallertau	2.084	1.701	1.844	2.190	1.706	1.893	2.151	2.090	1.638
Spalt	1.518	1.300	1.532	1.680	1.691	1.625	1.759	1.383	1.428
Tett nang	1.405	1.187	1.353	1.489	1.320	1.315	1.460	1.323	1.184
Bad. Rheinpf./ Bitburg	1.881	1.818	2.029	1.988	1.937	1.839	2.202	2.353	1.953
Elbe-Saale	1.867	1.754	2.043	2.046	1.920	1.931	2.071	1.983	21.16
Ø Ertrag je ha Deutschland	2.006 kg	1.660 kg	1.819 kg	2.122 kg	1.697 kg	1.862 kg	2.091 kg	2.013 kg	1.635 kg
Gesamternte Deutschland (t bzw. Ztr.)	34.467 t 689.335	28.508 t 570.165	32.139 t 642.777	39.676 t 793.529	31.344 t 626.873	34.234 t 684.676	38.111 t 762.212	34.475 t 698.504	27.554 t 551.083
Anbaufläche Deutschland	17.179	17.170	17.671	18.695	18.473	18.386	18.228	17.124	16 849

Tab. 3.8: Alpha-Säurenwerte der einzelnen Hopfensorten

Anbaugebiet/Sorte	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Ø 5	Ø 10
											Jahre	Jahre
Hallertau Hallertauer	4,3	4,4	2,4	3,9	4,4	4,2	3,8	5,0	4,6	3,3	4,2	4,0
Hallertau Hersbrucker	3,0	3,5	2,2	2,6	2,9	3,4	3,5	4,5	3,0	1,9	3,3	3,1
Hallertau Hall. Saphir	3,4	4,1	3,2	4,6	5,1	4,5	4,5	5,3	4,4	2,6	4,3	4,2
Hallertau Perle	6,4	7,8	6,2	7,9	8,5	9,2	7,5	9,6	8,1	5,4	8,0	7,7
Hallertau Spalter Select	4,9	5,2	4,3	4,7	5,4	5,7	5,7	6,4	5,1	3,3	5,2	5,1
Hallertau Hall. Tradition	6,3	6,3	4,8	6,0	7,5	6,8	6,5	7,1	6,7	5,0	6,4	6,3
Hallertau North. Brewer	9,8	9,8	6,4	9,1	10,5	10,4	9,7	10,9	9,9	6,6	9,5	9,3
Hallertau Hall. Magnum	14,8	13,8	12,8	12,6	15,7	14,6	13,3	14,9	14,3	12,6	13,9	13,9
Hallertau Nugget	10,6	11,3	10,2	10,7	12,0	12,8	11,5	13,0	12,2	9,3	11,8	11,4
Hallertau Hall. Taurus	16,5	16,2	15,1	16,1	17,9	17,1	16,3	17,4	17,0	15,9	16,7	16,6
Hallertau Herkules				16,1	17,3	17,3	16,1	17,2	17,1	16,5	16,8	
Tett nang Tett nanger	4,7	4,5	2,2	4,0	4,2	4,2	4,0	5,1	4,3	2,6	4,0	4,0
Tett nang Hallertauer	5,0	4,8	2,6	4,3	4,7	4,5	4,2	5,1	4,7	3,3	4,4	4,3
Spalt Spalter	4,4	4,3	2,8	4,6	4,1	4,4	3,7	4,8	4,1	2,8	4,0	4,0
Elbe-S. Hall. Magnum	14,0	14,4	12,4	13,3	12,2	13,7	13,1	13,7	14,1	12,6	13,4	13,4

Quelle: Arbeitsgruppe Hopfenanalyse (AHA)

4 Züchtungsforschung Hopfen

RDin Dr. Elisabeth Seigner, Dipl.-Biol.

Mit der Entwicklung neuer Hopfensorten versucht die Hopfenzüchtung, immer am Puls der Zeit zu sein. Züchterisch bearbeitet wird in Hüll die gesamte Bandbreite von feinsten Aromahopfen bis zu Super-Hochalphasorten und neuerdings auch sog. Special Flavor-Hopfen, die mit ihren fruchtigen, zitrusartigen und exotischen Aromanoten insbesondere kreative Brauer begeistern. Neben Brauqualität und guten agronomischen Leistungsmerkmalen ist die Verbesserung der Resistenzen gegenüber den wichtigsten Krankheiten und Schädlingen Basis für die Selektion neuer Sämlinge, um Qualitätshopfen umweltschonend und kostengünstig produzieren zu können. Die klassische Züchtung wird seit Jahren durch biotechnologische Methoden unterstützt. Beispielsweise gelingt es nur über die Meristemkultur, virusfreies Pflanzmaterial zur Verfügung zu stellen. Des Weiteren werden molekulare Techniken eingesetzt, um das Erbmaterial des Hopfens zu erforschen und Hopfenpathogene zu identifizieren.

4.1 Klassische Züchtung

4.1.1 Kreuzungen 2013

2013 wurden insgesamt 99 Kreuzungen durchgeführt. Die Anzahl der Kreuzungen zu den jeweiligen Zuchtzielen ist in Tab. 4.1 zusammengestellt.

Tab. 4.1: Zuchtziele der Kreuzungen 2013

Zuchtrichtung kombiniert mit Resistenz / Toleranz gegenüber versch. Hopfenkrankheiten	Weitere Anforderungen	Anzahl der Kreuzungen
Aromatyp	traditionelle Aromaausprägung	37
	spezielle Aromaausprägung	19
	hoher Betasäuregehalt	2
	Verticillium-Toleranz	1
	Schädlingsresistenz	1
	Schädlingsresistenz + Niedrigerüsteignung	3
Hoch-Alpha-säuren-Typ	spezielle Aromaausprägung	9
	hoher Betasäuregehalt	4
	verbesserte Mehltau-resistenz	21
	Verticillium-Toleranz	1
	Schädlingsresistenz	1

4.1.2 Neuer Trend in der Hopfenzüchtung – Die Hüller Special Flavor-Hopfen mit zitrusartigen, fruchtigen und blumigen Aromanoten

Ziel

Mit der Entwicklung von Hopfensorten mit speziellen, für Hopfen eher atypischen zitrusartigen, fruchtigen, exotischen und blumigen Aromausprägungen als Ergänzung zum traditionellen Züchtungsprogramm sollte vor allem die Wettbewerbsfähigkeit von deutschem Hopfen auf dem Weltmarkt entscheidend verbessert werden. Die US-„Craft“-Brauer-Szene, die Auslöser für diese Programmierung war, zeigt sich nach wie vor als Wachstumsmotor der Braubranche in den USA. Die Zahl der Brauereien (über 2.720 Ende 2013) steigt ebenso wie der Hopfenbedarf für die gehaltvollen, stark gehopften und daher charaktervollen Biere. Bislang profitierten vor allem die US-Hopfensortenpflanzler, die auch ihre Produktion an den stetig steigenden Bedarf der Craft-Brauer nach Hopfen mit besonderen Aromausprägungen angepasst haben (Abb. 4.1).

Mittlerweile hat sich diese Begeisterung für Spezialbiere mit außergewöhnlichen Aroma- und Geschmacksnoten von den USA ausgehend, über Kanada auch nach Europa ausgebreitet und hat jetzt auch Deutschland erfasst. Mit den neu gezüchteten Hüller Special Flavor-Sorten können die deutschen Pflanzler auch diesen boomenden Markt bedienen.

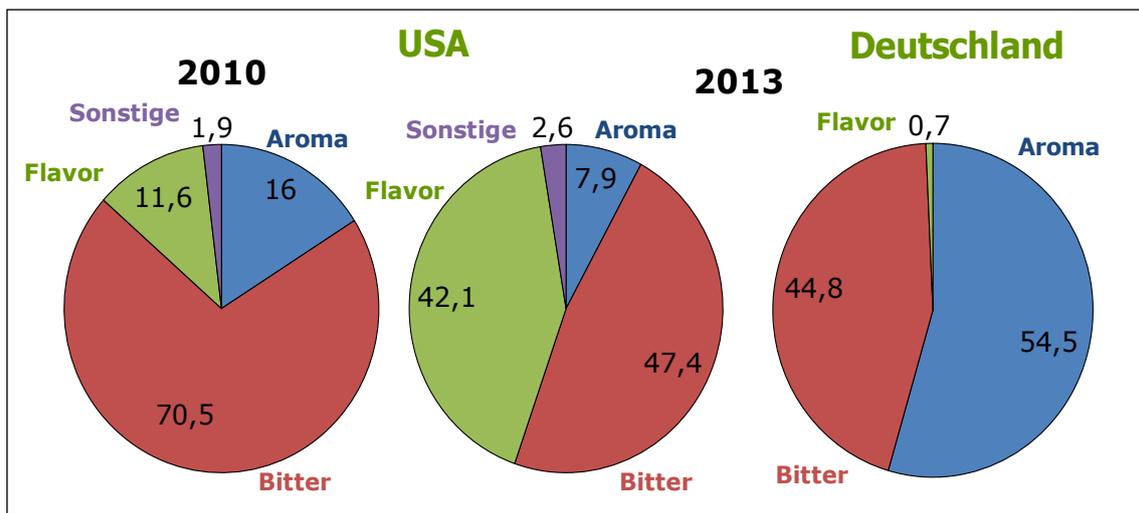


Abb. 4.1: Veränderungen in den Anbauflächen von Aroma-, Bitter- und Flavor-Hopfen in den USA zwischen 2010 und 2013 und Anbausituation in Deutschland im Jahr 2013. In den USA ist die Sortenvielfalt deutlich größer. Während in Deutschland fünf Sorten 80 % der Hopfenfläche beherrschen, werden in den USA auf dem gleichen Flächenanteil 26 verschiedene Sorten angebaut.

Material und Methoden

Spezielle Kreuzungen zur Realisierung dieses Zuchtziels basierten zuerst auf der US Sorte Cascade, mit der fruchtige Aromaelemente ins Hüller Zuchtmaterial eingebracht wurden. Im weiteren Züchtungsfortgang werden nun auch schon Hüller Zuchtstämme mit fruchtig-exotischen Aromausprägungen, die aus Kreuzungen mit Cascade und anderem US-Material entwickelt wurden, eingesetzt. So wird versucht, fruchtige, exotische und einzigartige Aromanuancen mit Krankheitsresistenzen, guten agronomischen Leistungsmerkmalen und auch klassischen Aromanoten neu zu kombinieren.

Zuchtstämme, die gesund und leistungsfähig sind und zugleich interessante Aromakombinationen aufweisen, wurden Experten aus der Hopfen- und Brauwirtschaft zur Bonitur vorgelegt und in zahlreichen Brauversuchen getestet.

Dabei werden die organoleptischen Aromabeschreibungen der Zuchtstämme und Sorten durch die chemischen Analysedaten (von IPZ 5d) hinsichtlich Bitterstoffgehalten, ätherischen ÖlkompONENTEN und Polyphenolgehalt ergänzt.

Ergebnisse

Zahlreiche neue Zuchtstämme sind aus diesem Züchtungsprogramm entstanden. Aktuell ist nicht mit der Einführung einer weiteren Hüller Special Flavor-Sorte zu rechnen, aber die Anstrengungen gehen weiter. Bei dreizehn Neuzüchtungen mit vielfältigen fruchtigen, zitrusartigen, außergewöhnlichen und auch klassischen Aromaelementen gab das neu installierte Hopfenberatungsgremium der GfH, das sich aus 15 Aroma-Experten der Hopfenhandelshäuser, Hopfenpflanzer, Brauer und nahestehender Verbände unter Leitung von unserem Züchter zusammensetzt, seine Aromabeurteilungen ab. Obwohl die Aromausprägung der Erntemuster der Saison 2013 wegen der ungünstigen Witterungsbedingungen nicht optimal war und auch die zur Beurteilung vorgelegten Hopfenmuster Ende Januar nicht mehr erntefrisch waren, kamen die Mitglieder dieser Kommission doch zu aussagekräftigen Beurteilungen der 13 Zuchtstämme. Auf der Basis von Aroma, Inhaltsstoffen (Alpha-, Beta-Säuregehalt, Cohumulon und Xanthohumol), Krankheitsresistenzen und agronomischen Leistungsmerkmalen erarbeitete dieses Gremium ein Ranking für die vorgestellten Zuchtstämme, das der Vorstandschaft der GfH zur Entscheidung übermittelt wurde. Die GfH wird anhand dieser fachlichen Daten unter Einbeziehung wirtschaftlicher und strategischer Erwägungen die Entscheidung treffen, welche Stämme vermehrt und auf größeren Anbauflächen geprüft werden. Damit stehen dann zugleich ausreichende Hopfenmengen für Sudversuche allen Interessierten zur Verfügung. Aufgrund einzigartiger Aromasignaturen kombiniert mit deutlich fruchtigen Noten schafften es zwei Stämme, im Ranking ganz nach oben zu kommen.

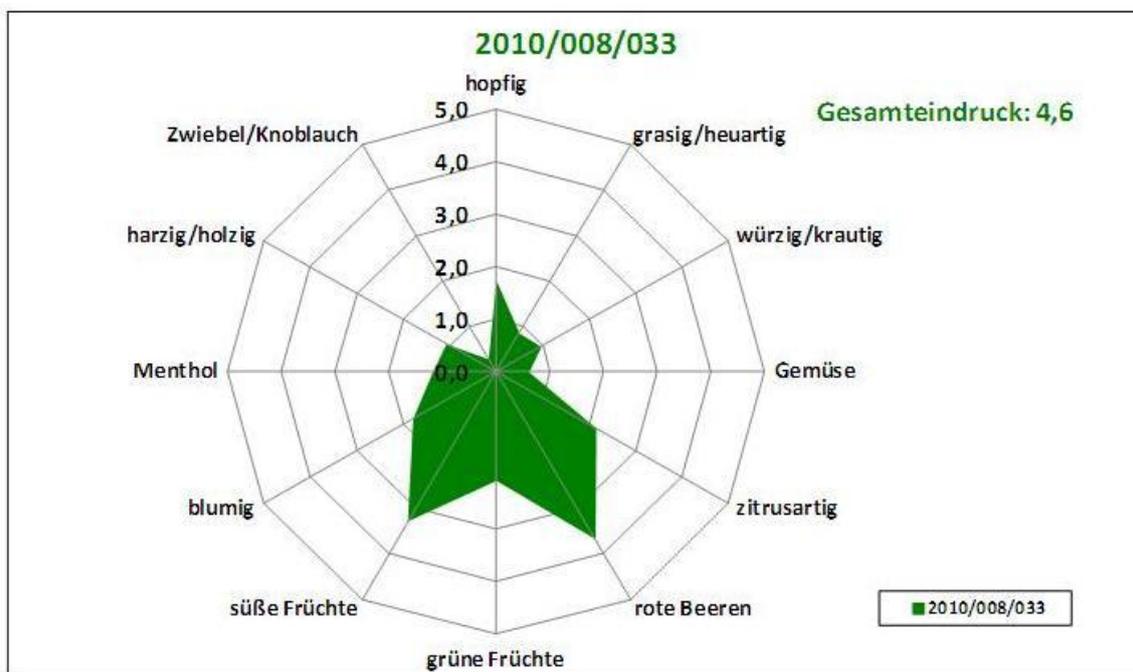


Abb. 4.2: Aromausprägung des Zuchtstammes 2010/008/033, so wie sie vom neu installierten Beratungsgremium wahrgenommen wurde. Auf einer Boniturskala von 0-5, die den Bereich von nicht wahrnehmbar bis hin zu starker Intensität der jeweiligen Aromanote umfasst, erfolgte die Einschätzung des Aromas eines Zuchtstammes. Mit einem Gesamteindruck von 4,6 auf einer Skala von 0 bis 5 als Maximalwert (= Durchschnittswert des Gesamteindruckes aller Aromaexperten) überzeugte vor allem dieser neue Stamm.

4.1.3 Verbesserung des Sämlingstestsystems zur Beurteilung der Toleranz von Hopfen gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) im Gewächshaus

Ziel

Falscher Mehltau, verursacht durch den Pilz *Pseudoperonospora humuli*, stellt die Pflanze immer wieder vor große Herausforderungen. Auch wenn 2013 kaum Peronospora-Infektionen auftraten, so bleiben die Jahre 2009 und 2010 mit ihren extremen Primär- und Sekundärinfektionen in den durch Hagel geschwächten Hopfenbeständen im Gedächtnis. Ein wichtiger Beitrag zur Lösung des Peronospora-Problems ist die Züchtung von Hopfen mit einer deutlich verbesserten Toleranz gegenüber diesem Pilz. Um frühzeitig eine große Zahl an Sämlingen auf Peronospora-Toleranz prüfen zu können, werden im Folienhaus 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 Wasserbenetzung, kein Abtrocknen und damit Stoppen der Peronospora-Infektionen in den Randbereichen der Pflanzpaletten, etc.). 2013 wurde daher damit begonnen, im Rahmen einer Studienarbeit dieses Sämlingsprüfsystem im Gewächshaus zu optimieren. 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.

Methode

Die zu testenden acht bis zwölf Wochen alten Sämlinge aus vier Kreuzungen mit unterschiedlichem genetischen Hintergrund wuchsen in Pflanzschalen mit 35 Einzeltöpfchen heran und wiesen zu Versuchsbeginn zu meist fünf und mehr Blattetagen auf. Die Blätter wurden mit einer Peronospora-Zoosporangiensuspension besprüht bis die Blätter vollständig mit Pilzsuspension benetzt waren. Nach dem Besprühen wurden sofort transparente Plastiktüten über die Sämlinge gestülpt. Nach 20 Stunden mit sehr hoher Luftfeuchtigkeit wurden die Plastikhüllen entfernt. Vier Tage später wurden die Pflänzchen mit Wasser besprüht und nochmals mit Plastiktüten eingehüllt. 5-7 Tage nach der ersten Inokulation wurden die Sämlinge bonitiert und auf Peronospora-Befall hin untersucht.

Ergebnisse

Die Erkenntnisse mit diesem verbesserten Sämlingsprüfsystem wurden in einer Studienarbeit (Jawad-Fleischer, 2013) in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Th. Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, zusammengetragen. Insbesondere der Einsatz von Plastikfolien, die ein frühzeitiges Abtrocknen der Sämlinge nach der Inokulation mit der Zoosporangien-Suspension verhindern und somit den Infektionsprozess des Peronospora-Pilzes in Gang halten, führte zu vergleichbareren und damit zuverlässigeren Einschätzungen der Peronospora-Toleranz der Sämlinge untereinander. So konnten gleichmäßige Selektionsbedingungen zwischen randständigen, vom raschen Abtrocknen betroffenen Pflanzen und den in der Mitte der Pflanzschale stehenden Hopfen erreicht werden. Ab 2014 soll dieses verbesserte, wohl aber aufwendigere Prüfsystem im Folienhaus in Hüll beim routinemäßigen Screening der neuen Sämlinge eingesetzt werden. Außerdem sollen mit dieser neuen Methode fundierte Aussagen zur Peronospora-Toleranz einzelner Sämlinge möglich sein:

Bei anfälligen Sämlingen waren bereits 5 Tage nach der Inokulation sog. Ölflecken auf der Blattoberseite zu sehen und zugleich auf der Blattunterseite ein schwarz-grauer Sporenbelag erkennbar, der sich wenige Tage später in die für *Peronospora* typischen schokoladenbraunen Flecken (Nekrosen) weiter entwickelte. Je nach Grad der Toleranz bzw. Anfälligkeit eines Sämlings waren zwischen 10 bis weit über 50 % der Fläche eines Blattes betroffen. Innerhalb einer Kreuzungsnachkommenschaft zeigten sich auch Unterschiede in der Anzahl der betroffenen Blattetagen sowie in der Schnelligkeit, mit der sich Läsionen bildeten.



Abb. 4.3: Sämlingstestsystem auf *Peronospora*-Toleranz im Gewächshaus

4.1.4 Etablierung eines Blatt-Testsystems (detached leaf assay) im Labor

Zielsetzung

Unsere Zielsetzung war 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.

Ergebnisse

An der Etablierung und Optimierung eines Blatt-Testsystems wird seit 2012 gearbeitet. Aufbauend auf den Arbeiten in den USA, UK, CZ und besonders denen von Frau Dr. Kremheller in Hüll in den 1970er und 1980er Jahren wurden die verschiedenen Versuchs-Parameter überprüft. Detaillierte Informationen zu den Erkenntnissen aus diesen Arbeiten werden in einer Bachelorarbeit aktuell zusammengestellt (Jawad-Fleischer, in Vorbereitung) bzw. sind in einem Poster bereits festgehalten (Forster et al., 2013).

2014 sollen einzelne Parameter nochmals überprüft und dann die Vergleichbarkeit der *Peronospora*-Toleranz-Einschätzungen der Testsysteme mit den Praxisdaten aus dem Feld abgeklärt werden. Außerdem wird, nicht in der Routine, wohl aber für spezielle Fragestellungen, die Einschätzung der Widerstandsfähigkeit bzw. der Anfälligkeit eines Hopfens noch präzisiert durch Nutzung der Auswertungssoftware der bei IPZ neu installierten „Moving field“ LemnaTec-Anlage.

Unser Dank geht an Dr. Wouter Vahl, IPZ 2a, für seine Unterstützung bei dieser Software.

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.
- Jawad-Fleischer, M. (2013): Optimierung eines Sämlingsprüfsystems im Gewächshaus zur Testung der Toleranz gegenüber Falschem Mehltau (*Pseudoperonospora humuli*) bei Hopfen. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft.
- Kremheller, Th. (1979): Dissertation, Tech. Univ. München
- 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.
- 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>.

4.1.5 Monitoring von gefährlichen Viroid- und Virus-Infektionen an Hopfen in Deutschland

Ziel

Auch 2013 wurde das breitangelegte Monitoring auf gefährliche Viroid- und Virus-Infektionen im deutschen Hopfenbau fortgesetzt. Dabei sollten vor allem primäre Befallsherde aufgedeckt werden und zugleich die Verbreitung dieser Pathogene abgeklärt werden. Viren wie auch Viroide, allen voran das gefürchtete Hopfenstauche-Viroid (Hop stunt viroid, HSpVd), können mechanisch sehr leicht und schnell innerhalb eines Bestandes sowie von Bestand zu Bestand verbreitet werden. Da oftmals keine Symptome an den infizierten Hopfen zu sehen sind, bleiben diese Erkrankungen oftmals über Jahre unerkannt und erst bei stressauslösenden Witterungsbedingungen zeigen sich die wirtschaftlichen Schäden im Ertrag und den Alphasäuregehalten. Da keine Pflanzenschutzmittel und auch keine resistenten Hopfensorten zur Verfügung stehen, greifen nur Vorbeugemaßnahmen, um wirtschaftliche Verluste einzudämmen bzw. zu verhindern. Zu diesen zählt auch dieses Viren- und Viroid-Monitoring.

Methoden

Die Auswahl der Monitoring-Standorte, die Organisation und die Probenahme erfolgte durch IPZ 5c und 5a. Die Hopfenproben stammten von Praxisflächen aus den verschiedenen Anbauregionen Deutschlands, einem Vermehrungsbetrieb der Gesellschaft für Hopfenforschung sowie von den Züchtungsgärten und der Internationalen Hopfensammlung des Hopfenforschungszentrums Hüll. Bevorzugt wurden Pflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild ausgewählt, so dass es sich um ein „gezieltes“ und kein zufälliges Monitoring handelte. Des Weiteren wurden ausländische Hopfen getestet, die für die Registerprüfung des EU-Sortenamtes auf Flächen des Hopfenforschungszentrums vorgesehen sind und in einem Quarantänegewächshaus in Freising standen, bis ihr HpSpVd-freier Status durch diese Tests bestätigt werden konnte.

Die Untersuchungen der Monitoringproben auf HpMV, ApMV und ArMV erfolgten über DAS-ELISA unter Nutzung kommerziell erhältlicher polyklonaler Antisera. Die RT-PCR kam bei den Tests auf Hop stunt viroid zum Einsatz; die Primerinformationen stammten von Eastwell und Nelson (2007). Darüber hinaus wurde die RT-PCR für die Untersuchungen auf AHpLV genutzt, weil hierfür keine Antisera kommerziell angeboten werden. Die Primersequenzen für die HpSVd-Detektion wurden dankenswerterweise von Dr. Ken Eastwell (persönliche Mitteilungen an Dr. L. Seigner, IPS 2c, 2009) zur Verfügung gestellt. Für den Nachweis des CVd IV wurden die Primer von Ito et al. (2002) eingesetzt. Zur Verifizierung einzelner Ergebnisse wurden PCR-Banden auch zur Sequenzierung gegeben. Alle Untersuchungen wurden im Pathogendiagnoselabor, IPS 2c, in Freising durchgeführt.

Tab. 4.2: Übersicht zu den untersuchten Viren (alphabetisch) bzw. zum Viroid und den verwendeten Nachweismethoden

Viroid/Virus deutsche Bezeichnung	Viroid/Virus englische Bezeichnung	Abkürzung	Nachweismethode
Latentes Amerikanisches Hopfen-Carlavirus	American hop latent carlavirus	AHpLV	RT-PCR
Apfelmosaik-Illarvirus	Apple mosaic ilarvirus	ApMV	DAS-ELISA
Arabis Mosaik-Nepovirus	Arabismosaic nepovirus	ArMV	DAS-ELISA
Hopfenmosaik-Carlavirus	Hop mosaic carlavirus	HpMV	DAS-ELISA
Hopfenstauche-Viroid	Hop stunt viroid	HpSVd	RT-PCR
Zitrusviroid IV	Citrus viroid IV	CVd IV	RT-PCR

Ergebnisse

2013 wurden 275 Hopfenproben aus den verschiedenen Bereichen (siehe Tab. 4.3) im Rahmen dieses Virus- und Viroidmonitorings untersucht. Auch dieses Mal wurde das Hop stunt viroid nicht detektiert. Selbst bei Hopfen, die im Umfeld des 2010 entdeckten und damals sofort mit Glyphosat eliminierten Befallsherds mit neun HpSVd-Hopfen aus der Welthopfenkollektion stehen, wurde seither keine einzige Infektion mit diesem gefürchteten Pathogen mehr gefunden. Neben der Testung aller Proben auf HpSVd wurden 2013 einzelne Hopfenproben, die aus Betrieben mit langjähriger Kompostdüngung kamen, auch auf das Zitrusviroid CVd IV getestet. Da in Slowenien festgestellt worden war, dass über kompostierte Zitrusfrüchte dieses Viroid in den Hopfenbau gelangt war. Vergesellschaftet mit Hop stunt viroid führte dieses für Hopfen ganz neue Viroid in Slowenien zu dramatischen Ertrags- und Qualitätsausfällen (Radisek et al., 2013). Doch in diesen Hopfenproben wurde weder HpSVd noch Zitrusviroid nachgewiesen.

Ein ganz anderes Bild ergibt sich bei den Virusinfektionen. Der Befall mit den verschiedenen Viren ist sehr massiv, wobei allerdings zu beachten ist, dass die Befallshäufigkeit deutlich überschätzt wird, da ja aus den Praxisbetrieben bevorzugt Hopfenpflanzen mit verdächtigem Erscheinungsbild zur Untersuchung gebracht wurden.

Wegen der begrenzten finanziellen Ausstattung des Projektes wurde 2013 nicht auf HpLV getestet. Zum einen führt dieses Virus zu keinen offensichtlichen Schäden und außerdem – wie die Untersuchungen 2011 und 2012 gezeigt hatten – ist das Virus schon sehr weit in Deutschland verbreitet, so dass eine Eliminierung dieses Pathogens als nicht mehr durchführbar erscheint. Daher werden Infektionen mit HpLV einfach toleriert.

Tab. 4.3: Überblick zu den Untersuchungen auf Viren und Viroide im Jahr 2013

Herkunft und Art des Probenmaterials 2013	Probenzahl	RT-PCR			DAS-ELISA		
		HpSVd positiv	CVd* positiv	AHpLV positiv	HpMV positiv	ApMV positiv	ArMV positiv
Zuchtgarten Hüll: Mutterpflanzen	19	0	k.T.	6 (32%)	8 + (1) (47%)	8 (42%)	0
Zuchtgarten Hüll: Stammesprüfung	7	0	k.T.	2 (29%)	0	0	0
Zuchtgarten Hüll: Sortengarten	76	0	k.T.	43 (57%)	46 + (2) (63%)	33 (43%)	0
Zuchtgarten Hüll: EU-Sortenregister	29	0	k.T.	10 (34%)	16 (55%)	4 (14%)	0
Vermehrungsbetrieb GfH Hallertau: Mutterpflanzen	44	0	k.T.	5 (11%)	3 (7%)	2 +(1) (7%)	0
Praxisbetriebe Elbe-Saale: Sorten	4 + 10*	0	0 von 10*	0	2 (50%)	1 (25%)	0
Praxisbetriebe Hallertau: Sorten	34 + 2*	0	0 von 2*	1 (3%)	15 (44%)	8 (24%)	0
Tettnang Versuchsgut u. Praxisbetriebe: Sorten	10	0	k.T.	0	5 (50%)	4 (40%)	0
Sorten aus dem Ausland	40	0	k.T.	k.T.	k.T.	k.T.	k.T.
Gesamt	275	0	0 von 12	67 (29 %)	95 +(3) (42 %)	60 +(1) (26 %)	0

Infektionen mit HpMV und ApMV werden hingegen nicht geduldet. Sie gelten als ertrags- und qualitätsrelevant, besonders wenn zwei oder mehrere Viren kombiniert auftreten. Nachdem in der Testsaison 2013 nicht auf das latente Hopfenvirus untersucht wurde und wie bereits erwähnt, dieses Virus weit verbreitet ist, dürfte die Zahl der Mehrfachinfektionen noch deutlich höher liegen. Den Hopfenpflanzern wurde die Empfehlung gegeben, Pflanzen mit ApMV und HpMV zu roden. Bei unseren Hüller Gärten wird trotz der sehr hohen Infektionsrate mit ApMV, HpMV und auch AHpLV anders verfahren. Aus wissenschaftlicher Sicht, um die genetische Vielfalt nicht zu reduzieren, werden selbst mehrfach mit Viren infizierte Hopfensorten und –stämme nicht gerodet. Ein ähnlich hoher Infektionsstatus wurde in der Hopfenkollektion des Hopfenforschungsinstitutes Žatec festgestellt (Svoboda and Nesvadba, 2011).

Bei der Weitergabe von Mutterpflanzen an den Vertragsvermehrter und auch bei der Anlage von Stammes-, Haupt- und Praxisprüfungen hingegen wird streng darauf geachtet, dass nur virusfreies Material weitervermehrt und eingesetzt wird. Das gefürchtete ArMV, Verursacher der Nesselkopfkrankheit, wurde 2013 gar nicht gefunden.

Wichtig ist es, abschließend noch einmal herauszustellen, dass der Vertragsvermehrter der Gesellschaft für Hopfenforschung die Untersuchungsergebnisse dazu nutzt, um alle Virus-positiv getesteten Mutterpflanzen sofort zu eliminieren. Somit werden über diese Bezugsquelle virus- und viroidfreie, gesunde Fehser gewährleistet, bei denen zudem durch die entsprechenden Untersuchungen von Dr. Seefelder *Verticillium*-Freiheit bestätigt wurde.

Referenzen

Eastwell, K.C. and Nelson, M.E., 2007: Occurrence of Viroids in Commercial Hop (*Humulus lupulus* L.) Production Areas of Washington State. Plant Management Network 1-8.

Eastwell, C., Druffel, L., 2012: Complete genome organization of American hop latent virus and its relationship to carlaviruses. Arch. Virol. 157, 1403–1406.

Eastwell, K.C. and Barbara, D.J., 2010: Virus and Viroid Diseases. In: Field Guide for Integrated Pest Management in Hops, 2.edition, 28-33.

Ito, T.; Ieki, H.; Ozaki, K.; Iwanami, T.; Nakahara, K.; Hataya, T.; Ito, T.; Isaka, M.; Kano, T. (2002): Multiple citrus viroids in Citrus from Japan and their ability to produce Exocortis-like symptoms in citron. Phytopathology 92(5). 542-547.

Radišek, S.; Oset, M.; Čerenak, A.; Jakše, J.; Knapič, V.; Matoušek, J.; Javornik, B. (2013): Research activities focused on hop viroid diseases in Slovenia. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers` Convention, Kiev, Ukraine, p. 58, ISSN 1814-2206, urn:nbn:de:101:1-201307295152,

Seigner, L., Kappen, M., Huber, C., Kistler, M., Köhler, D., 2008: First trials for transmission of *Potato spindle tuber viroid* from ornamental *Solanaceae* to tomato using RT-PCR and an mRNA based internal positive control for detection. Journal of Plant Diseases and Protection, 115 (3), 97–101.

Svoboda, P. and Nesvadba, V., 2011: Evaluation of heath status in hop varieties. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers Convention, Lublin, 110-113. ISSN 1814-2206. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/sc_2011__proceedings.pdf

Dank

Wir danken Dr. Ken Eastwell, USA, und Dr. Sebastjan Radisek, Slowenien, für ihre Unterstützung bei diesen Arbeiten.

4.1.6 Forschungstätigkeiten zum vermehrten Auftreten von *Verticillium*-Infektionen

Zielsetzung

Die Hopfenwelke, verursacht durch die Bodenpilze *Verticillium albo-atrum* und seltener *Verticillium dahliae* stellt gegenwärtig eine große Herausforderung sowohl für Hopfenpflanzer als auch die Hopfenforschung dar. Nach dem eindeutigen Nachweis des Vorkommens neuer, aggressiverer *Verticillium*-Rassen in vereinzelt Gebieten der Hallertau (Seefelder et al. 2009), war es ein weiteres Ziel der *Verticillium*-Arbeiten bei Hopfen, einen molekularen Test zu entwickeln, bei dem auf eine langwierige Pilzanzucht verzichtet werden kann. *V. albo-atrum* und *V. dahliae* sind als gefährliche Schadorganismen gelistet (Richtlinie 2000/29/29/EG) und zählen zudem weltweit zu den „high risk pathogens“. Die Untersuchung von Pflanzenmaterial auf *Verticillium*-Befall vor weiteren Vermehrungsschritten hat zukünftig für das Hopfenforschungszentrum Hüll hohe Priorität. Aufgrund der Tatsache, dass es für alle Kulturarten, auch den Hopfen, weltweit keine kurativen Bekämpfungsmaßnahmen zur *Verticillium*-Welke gibt, war es auch eine Intention der Forschungsarbeiten, verschiedene Bioantagonisten auf ihre präventive Eignung zum Schutz von Hopfenfechsern vor *Verticillium* zu testen. Mikroorganismen, als biologische Gegenspieler zu Bodenpilzen, sind bislang gut beschrieben (Berg et al. 2013).

Methoden

Molekularer Nachweis von *Verticillium*

Mit dem kürzlich etablierten molekularen in-planta Test (Maurer et al. 2013a) wurden Rebenstrünke von 325 Mutterpflanzen aus 23 Sorten von einem Vermehrungsbetrieb und 58 Zuchtstämme des Hopfenforschungszentrums in Hüll vor weiteren Vermehrungsschritten auf latenten *Verticillium*-Befall hin untersucht. Mit dem im Zuge des Forschungsprojektes entwickelten multiplex Real-Time PCR Assay besteht auch die Möglichkeit, *Verticillium albo-atrum* und *Verticillium dahliae* simultan zu detektieren. Der PCR vorgelegt ist eine DNA-Isolierung (Hopfen-DNA+ Pilz-DNA) direkt aus Rebenstrünken mit dem Invisorb Spin Plant Mini Kit (Invitex) und einem Homogenisator (MP Biomedicals).

Test von Bioantagonisten

Vier Bakterienstämme aus der Stammsammlung antagonistischer Mikroorganismen der Technischen Universität Graz wurden aufgrund ihrer beschriebenen Eigenschaften zur Pathogenabwehr nun bei Hopfen getestet. Es waren dies *Burkholderia terricola* ZR2-12, *Pseudomonas poae* RE*1-1-14, *Serratia plymuthica* 3Re4-18 und *Stenotrophomonas rhizophila* DSM14405^T. Dafür wurden Wurzeln von Pflanzen der Sorte Hallertauer Tradition in eine Bakterien-Suspension eingetaucht und die Besiedelung nach vier Wochen mittels Ausplattierung/Reisolierung und mikroskopischer Untersuchungen (Confocal Laser Scanning Microscopy = CLSM) beobachtet.

Ergebnisse

Die Untersuchung der Rebenstrünke von Mutterpflanzen aus einem Vermehrungsbetrieb ergab in allen untersuchten Proben über Real-Time PCR einen Negativ-Befund. Kein *Verticillium* war nachweisbar. Diese Untersuchung bestätigt das parallel hierzu noch durchgeführte Verfahren des Auflegens der Rebenstücke auf Selektivmedien, bei dem ebenso kein *Verticillium* nachgewiesen werden konnte. Bei der Untersuchung von 58 Zuchtstämmen des Hopfenforschungszentrum Hüll wurde in einer Pflanze *Verticillium* latent nachgewiesen. Generell wurden alle Muster doppelt beprobt und somit zweimal untersucht. Bei jeder Real-Time PCR wurde Positivkontrolle I (*Verticillium*-DNA) und Positivkontrolle II (in-planta DNA einer infizierten Hopfenrebe) mit analysiert, siehe Abb. 4.4.

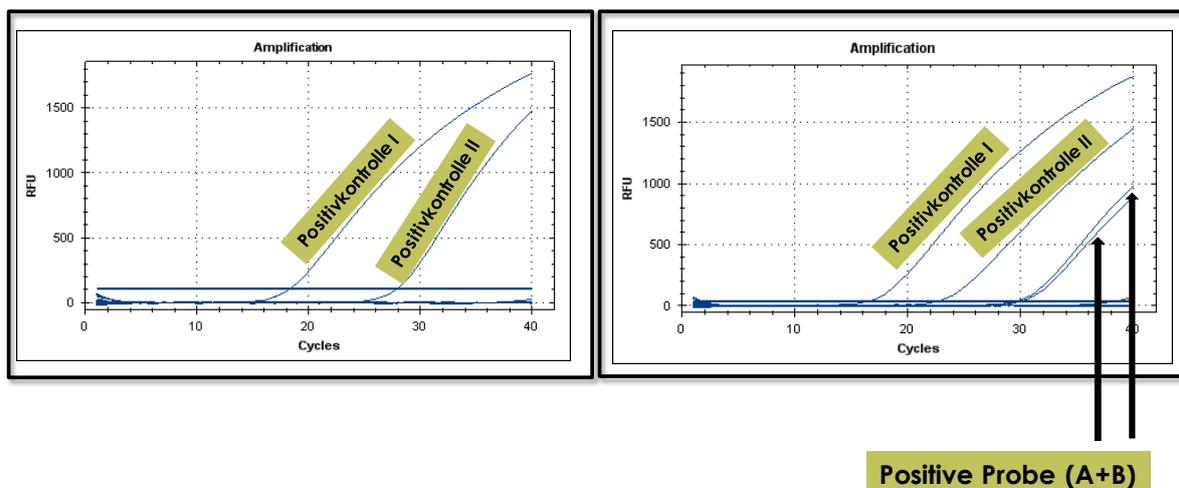


Abb. 4.4: Darstellung einer Real-Time PCR mit Negativbefund (links) und Positivbefund (rechts): Von 385 Proben waren 384 negativ und von einer Probe wurde Teilprobe A und B positiv getestet.

Die Kolonisierungsstudien (Abb. 4.5) der Bakterienstämme konnten im Zuge des Forschungsprojektes abgeschlossen und auch publiziert (Maurer et al. 2013b) werden. Eine erfolgreiche Besiedelung der Bakterien ist die Grundvoraussetzung der Chance, einen *Verticillium*-Befall im Freiland als „Biological Control Agent“ zu reduzieren. Hierzu werden gegenwärtig in den Sorten Hallertauer Tradition und Hersbrucker Pure mit jeweils 450 Pflanzen erste Versuche durchgeführt.

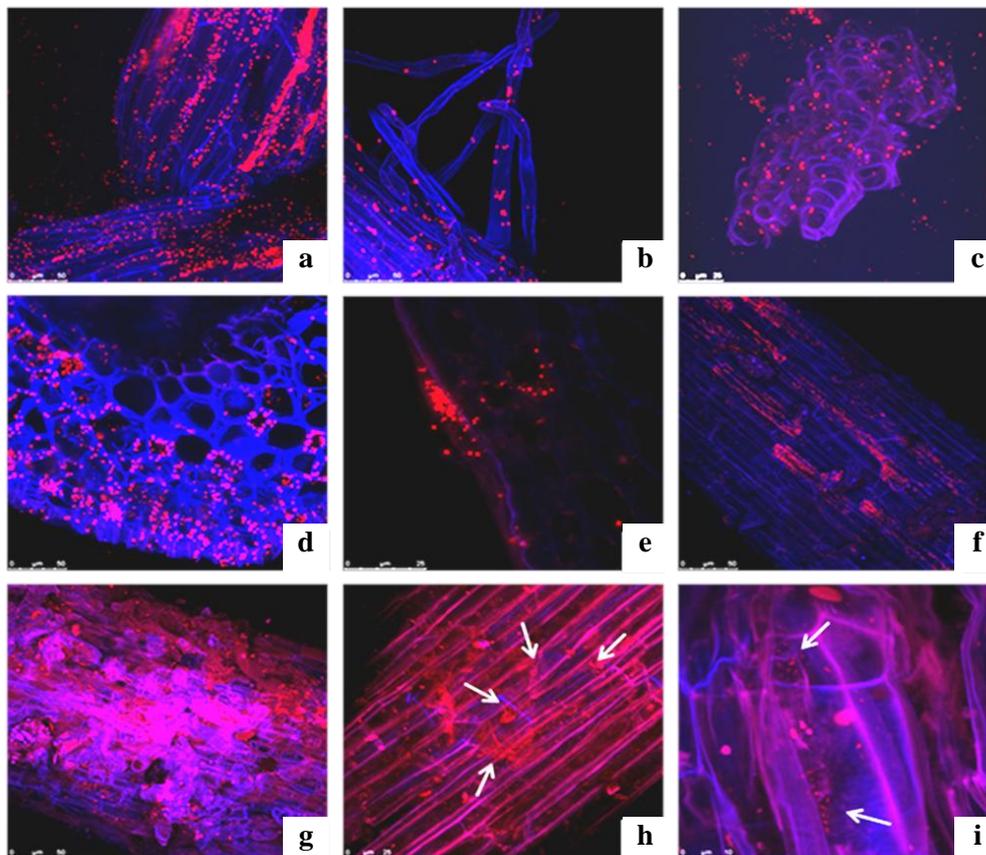


Abb. 4.5: Kolonisierung von Hopfenwurzeln 6-7 Tage nach der Beimpfung mit verschiedenen DsRed- markierten Bakterienstämmen (rot fluoreszierend). (a) *B. terricola* ZR2-12 zeigt eine hohe Besiedelungsdichte auf der Wurzeloberfläche, (b) auf Wurzelhaaren und (c) auf den Wurzelspitzen. (d) *B. terricola* ZR2-12 besiedelt auch die Endorhiza und (e) bildet eine große Anzahl Kolonien auf der Sproßachsenoberfläche. (f) *P. poae* RE*1-1-14 besiedelt Wurzelzellen und (g) zeigt eine lockere Anordnung auf der Wurzelhaaroberfläche. (h-i) Auch *S. plymuthica* 3Re4-18 besiedelte Wurzelzellen in Form von kleinen Kolonien (siehe Pfeile) aus Maurer et al. 2013b.

Ausblick

Auch wenn 2013 aufgrund der extrem heißen Witterung nur sehr wenig Hopfenbestände mit Welkesymptomen in der Hallertau zu verzeichnen waren, sollte man sich die Historie der *Verticillium*- Welke sowohl in den Hopfenbauländern England und Slowenien, als auch in Deutschland (1952 - ca. 1985) vor Augen führen. Vor einer frühzeitigen Entwarnung vor dieser gefährlichen Krankheit im Hopfenbau muss daher abgeraten werden. Der wichtigste Beitrag zu einer langfristigen Lösung der *Verticillium*-Vorkommen ist die Züchtung von Hopfensorten mit deutlich verbesserter Toleranz gegenüber diesem gefährlichen Bodenpilz. Die Selektion von Welke-toleranten Zuchtstämmen in Hopfengärten erweist sich aufgrund der für ein optimales *Verticillium*-Wachstum optimalen Temperaturen von 20°C in Jahren mit langen Hitzeperioden als sehr schwierig.

Daher wäre es empfehlenswert wieder auf ein Selektionssystem zu setzen, wie dies am Hopfenforschungszentrum Hüll bis 1985 praktiziert wurde. Hierbei werden Zuchtstämme nach einer künstlichen Infektion mit *Verticillium*-Isolaten bekannter Virulenz in Töpfen nach mehreren Wochen Inkubation auf beschatteten, eingezäunten Arealen auf ihre *Verticillium*-Toleranz hin bonitiert. Im europäischen Ausland wird diese Methode seit Jahren erfolgreich eingesetzt.

Berg G, Zachow C, Müller H, Phillips J, Tilcher R. (2013) Next-generation bio-products sowing the seeds of success for sustainable agriculture. *Agronomy* 3: 648-656.

Katja A. Maurer, Gabriele Berg, Sebastjan Radišek and Stefan Seefelder (2013a) Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and comparison with a standard PCR method. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120: 105-114

Katja A. Maurer, Christin Zachow, Gabriele Berg, Stefan Seefelder (2013b) Initial steps towards biocontrol in hops: Successful colonization and plant growth promotion by four bacterial biocontrol agents. *Agronomy*, 3: 583-594

Seefelder S, Seigner E, Niedermeier E, Radišek S, Javornik B (2009) Genotyping of *Verticillium* pathotypes in the Hallertau: Basic findings to assess the risk of *Verticillium* infections. *Int. Hop Grow. Conv. Sci. Comm.* pp 74-76

5 Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Johann Portner, Dipl.-Ing. agr.

5.1 N_{\min} -Untersuchung 2013

Die Stickstoffdüngung nach DSN (N_{\min}) ist ein fester Bestandteil der Düngeplanung in den Hopfenbaubetrieben. 2013 beteiligten sich in den bayerischen Anbaugebieten Hallertau und Spalt 527 Betriebe oder 50 % an der DSN-Untersuchung. Dabei wurden 2.853 Hopfengärten auf den N_{\min} -Gehalt untersucht und eine Düngeempfehlung erstellt.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Entwicklung der Zahl der Proben zur N_{\min} -Untersuchung zusammengestellt. Der durchschnittliche N_{\min} -Gehalt in den bayerischen Hopfengärten war 2013 mit 52 kg N/ha (Vorjahr: 74 kg) der niedrigste Wert, der in den 30 Jahren seit Bestehen der N_{\min} -Untersuchung gemessen wurde. Die davon abgeleitete durchschnittliche Düngeempfehlung lag bei 167 kg N/ha und damit 10 kg N höher als im Vorjahr.

Wie jedes Jahr waren auch wieder größere Schwankungen zwischen den Betrieben und innerhalb der Betriebe zwischen den einzelnen Hopfengärten und Sorten festzustellen. Zur Bestimmung des betrieblichen Düngeoptimums ist daher eine individuelle Untersuchung nach wie vor sinnvoll.

Tab. 5.1: N_{\min} -Untersuchungen, N_{\min} -Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten in Bayern im Verlauf der Jahre

Jahr	Anzahl der Proben	N_{\min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
1983	66	131	
1984	86	151	
1985	281	275	
1986	602	152	
1987	620	93	
1988	1.031	95	
1989	2.523	119	
1990	3.000	102	
1991	2.633	121	
1992	3.166	141	130
1993	3.149	124	146
1994	4.532	88	171
1995	4.403	148	127
1996	4.682	139	123
1997	4.624	104	147
1998	4.728	148	119
1999	4.056	62	167
2000	3.954	73	158
2001	4.082	59	163
2002	3.993	70	169
2003	3.809	52	171
2004	4.029	127	122
2005	3.904	100	139
2006	3.619	84	151
2007	3.668	94	140
2008	3.507	76	153
2009	3.338	85	148
2010	3.610	86	148

Jahr	Anzahl der Proben	N _{min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
2011	3.396	76	154
2012	3.023	74	157
2013	2.853	52	167

In der nächsten Tabelle sind für die bayerischen Anbauggebiete auf der Basis der Landkreise die Zahl der untersuchten Hopfengärten, der durchschnittliche N_{min}-Wert sowie die daraus errechnete durchschnittliche Stickstoffdüngempfehlung zusammengestellt. Die Aufstellung zeigt, dass die höchsten N_{min}-Werte im Anbauggebiet Spalt, um Kinding und dem ehemaligen Anbauggebiet Jura zu finden sind. In der Hallertau südlich der Donau liegen die N_{min}-Werte einheitlich um die 50 kg N/ha.

Tab. 5.2: Zahl, durchschnittliche N_{min}-Gehalte und Düngeempfehlungen der Hopfengärten nach Landkreisen bzw. Regionen in Bayern 2013

Landkreis bzw. Region	Probenzahl	N _{min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Eichstätt (mit Kinding)	203	76	158
SB Spalt (ohne Kinding)	76	75	137
SB Hersbruck	50	67	151
Kelheim	1.080	50	169
Landshut	141	50	166
Pfaffenhofen	1.014	49	169
Freising	289	48	170
Bayern	2.853	52	167

In der folgenden Tabelle sind die Werte nach Sorten aufgelistet und nach Höhe der Düngempfehlung sortiert.

Tab. 5.3: Zahl, durchschnittliche N_{min}-Gehalte und Düngeempfehlung bei verschiedenen Hopfensorten in Bayern 2013

Sorte	Probenzahl	N _{min} kg N/ha	Düngeempfehlung kg N/ha
Herkules	503	50	183
Nugget	28	46	171
Hall. Magnum	436	48	169
Hall. Taurus	178	49	168
Hall. Tradition	529	53	165
Perle	535	53	164
Saphir	49	53	164
Spalter Select	106	60	162
Hersbrucker Spät	169	61	161
Hallertauer Mfr.	208	50	153
Northern Brewer	45	63	153
Spalter	39	66	139
Sonstige	28	66	156
Bayern	2.853	52	167

5.2 Morphologische und anatomische Untersuchungen an *Humulus lupulus* cv. Herkules

Zielsetzung

Anlässlich des DBU-Projektes „Optimierung des Bewässerungsmanagements im Hopfenbau“ wird der Wasserhaushalt der Kulturpflanze Hopfen näher untersucht. Da eine allgemeingültige Aussage in einem Zeitrahmen von drei Jahren sehr schwierig ist und Feldversuche unkontrollierbaren Wettergeschehnissen ausgesetzt sind, wurden weitere Strategien verfolgt, um die Wasseraufnahme, welche stark mit der Nährstoffaufnahme verknüpft ist, zu untersuchen. Ausgehend von morphologischen Untersuchungen des Wurzelwerks von Hopfen kann die Wasserverfügbarkeit einzelner Pflanzen besser abgeschätzt werden. Dieses Verständnis untermauert die Ergebnisse, die in Feldversuchen evaluiert wurden. Darüber hinaus ist es für die Durchführung einer objektiven Steuerung, wie sie zum Beispiel über das „Geisenheimer Modell“ geplant ist, von großer Bedeutung.

Anatomische Untersuchungen geben überdies Aufschluss über Transportwege, den Anteil von Leitungsbahnen im Gesamtsystem und der Verteilung von photosynthetisch aktivem Gewebe. Auch die Ausbreitung von Wirkstoffen basiert auf Grundlagen der Leitungsbahnen. In Kombination mit Gaswechsellmessungen lassen sich Assimilations- und Transpirationswerte besser nachvollziehen.

Material und Methoden

Die morphologische Beschreibung des Wurzelwerkes von Hopfen (cv. Herkules) wurde auf einem Sandboden durchgeführt. Dieser Sandbodenstandort liegt in der Nähe von Neustadt a. d. Donau und zeichnet sich in den Tiefen 0,3-0,6 m durch folgende Zusammensetzung aus:

Ton (< 0,002mm):	3,22 %	(± 1,38 %)
Schluff (0,002 - 0,063 mm):	4,23 %	(± 1,6 %)
Sand (0,063 - 2,0 mm):	92,55 %	(± 2,72 %)

Der A-Horizont bis ca. 40 cm Tiefe weist einen hohen Humusanteil auf.

Die Wurzelgrabung erfolgte zu Beginn des generativen Wachstums (BBCH 65) am 23.07.2013. Dazu wurde mittels eines Minibaggers ein Graben mit den Ausmaßen 3,2 x 3,2 m und einer Tiefe von ca. 1,6 m um eine durchschnittliche, bewässerte Hopfenpflanze gegraben und die Wurzel, von der Nordseite nähernd, vorsichtig freigelegt und mit Fotos dokumentiert. Anhand von Fotos und Ausmessungen vor Ort wurde eine morphologische Zeichnung angefertigt. Die ermittelten Daten dienten der Berechnung von durchwurzeltem Bodenvolumen. Hierzu musste der gemeinsam durchwurzelte Raum von Nachbarpflanzen berücksichtigt und die Ergebnisse dementsprechend korrigiert werden.

Zur anatomischen Untersuchung wurden am 02.08.2013 verschiedene Strukturen einer unbewässerten Pflanze gesammelt, mittels einer Rasierklinge vorpräpariert und nach gängigen Methoden (Fixierung in Formaldehyd, Entwässerungsreihen, Einbetten in Historesin, Aufblocken und 8µm dicke Schnitte mittels Mikrotom) zur mikroskopischen Untersuchung vorbereitet. Angefärbt wurde mit ACN, Toluidinblau und Lugol'scher Lösung je nach Fragestellung bzw. Kenntlichmachung bestimmter Stoffe oder Strukturen.

Ergebnisse

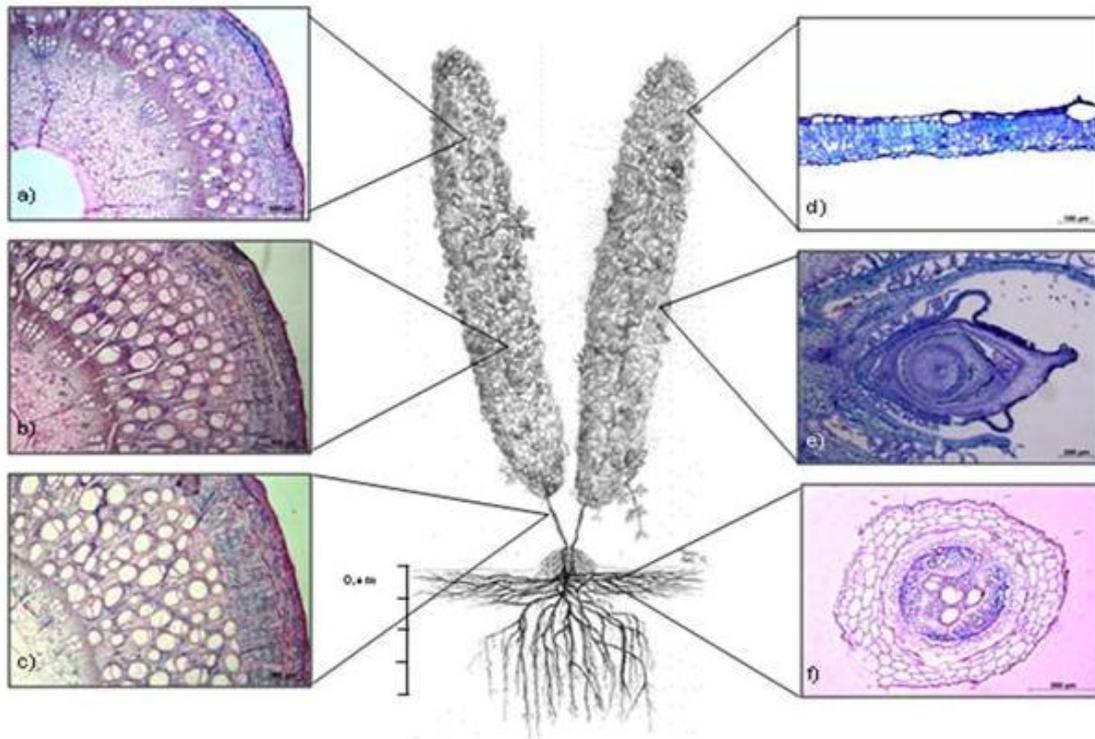


Abb. 5.1: *Humulus lupulus* (cv. *Herkules*) im 6. Standjahr; Querschnitt durch das Wurzelprofil mit Maßstab von einem bewässerten Sandboden sowie repräsentative histologische Schnitte mit (8 μ m Dicke) den Strukturen: a) Sproßquerschnittoben b) Sproßquerschnitt-Mitte c) Sproßquerschnittunten d) Blattquerschnittoben e) Fruchtknotenquerschnitt mit angeschnittenen Lupulindrüsen (= Trichome) f) Feinwurzelschnitt. (Färbemethoden: Toluidin-blau: d) und e), restl. ACN).

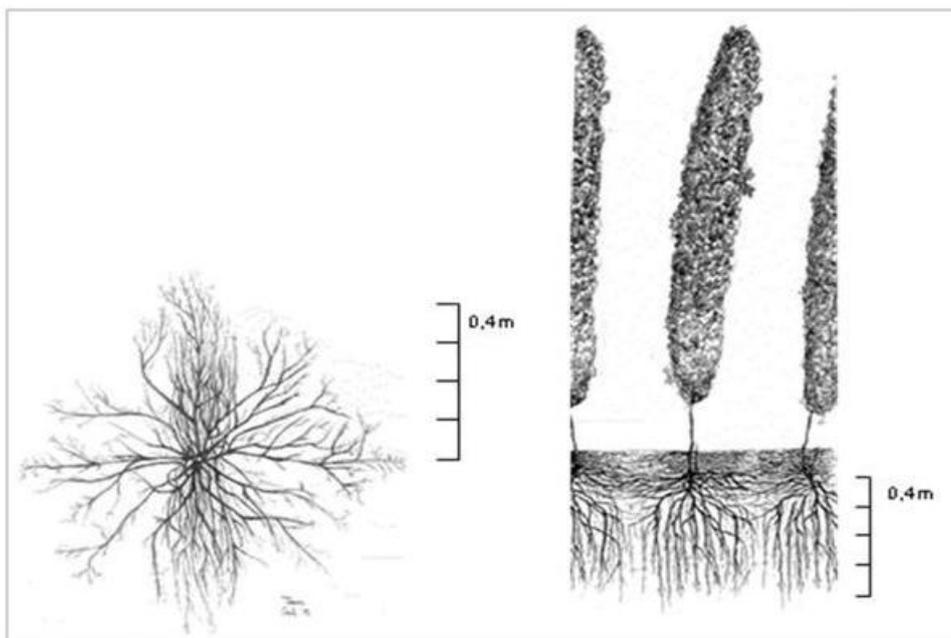


Abb. 5.2: *Humulus lupulus* (cv. *Herkules*) im 6. Standjahr; Perspektiven: Aufsicht und seitlicher Querschnitt durch das Wurzelprofil in Reihenbetrachtung mit Maßstab.

Die Wurzel gliedert sich in drei Teile. Den Bifangbereich, einen Wurzelteller um den Stock sowie ein nach unten gerichteter Wurzelquader. Die beiden letztgenannten Bereiche sind durchzogen von mehr- und einjährigen Wurzeln, während der Bifang nur einjährige Wurzeln beinhaltet, die eine direkte Verbindung zur Sprossachse herstellen. Das durchwurzelte Bodenvolumen beträgt auf dem untersuchten Standort $4,59 \text{ m}^3$. Die histologischen Schnitte verdeutlichen ein sehr hohes Aufkommen von Xylemgefäßen mit Tracheendurchmessern von bis zu $300 \text{ }\mu\text{m}$. Die Blätter weisen einen sehr engen Interzellularraum auf. Diese Eigenschaft besitzen die Blätter der gesamten Pflanze unabhängig von der Ordnung oder der Höhenstufe.

Folgerung und Ausblick

Das Potenzial der Pflanze Wasser aus dem Boden aufzunehmen und in der Pflanze zu verteilen ist sehr hoch. Gewisse Strukturen, insbesondere die Interzellularen in den Blättern, sollten im direkten Vergleich von bewässerten und unbewässerten Hopfen betrachtet werden, um Adaptationen der Pflanze auf Wasserstress detektieren zu können. Des Weiteren soll die Beschreibung des Wurzelraumes auf weitere Bodenarten und auch Hopfensorten erweitert werden, um eine genauere Vorstellung über die Wasser- und Nährstoffaufnahme zu erhalten.

5.3 Qualitätserhaltung durch Optimierung der Luftgeschwindigkeit beim Bandtrockner

Ausgangssituation und Zielsetzung

Bei den Versuchen zur Optimierung der Hopfentrocknung konnte aufgezeigt werden, dass auch beim Bandtrockner die richtige Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Schütthöhe und Trocknungstemperatur den größten Einfluss auf die Trocknungsleistung in kg Trockenhopfen pro m^2 Trocknungsfläche und Stunde Trocknungszeit hat.

Entnimmt man während eines Erntetages in bestimmten zeitlichen Abständen am Ende der Bandtrocknung Hopfenproben, so stellt man oftmals fest, dass trotz optimal eingestellter Luftgeschwindigkeit in Bezug auf Trocknungsleistung große Unterschiede in der äußeren Qualität des frisch getrockneten Hopfens bestehen. Der Grund dafür ist das sich ständig ändernde Trocknungsverhalten des Grünhopfens in Abhängigkeit von Witterung, Reifezeit, Wachstumsbedingungen und Feuchtegehalt auf dem oberen Trocknungsband. Innerhalb kürzester Zeit kann es zu Qualitätsminderungen kommen. Optisch sind diese bereits am Ende der Trocknung am fehlenden Glanz und an der Veränderung der typischen Doldenfarbe bis ins bräunliche erkennbar. In der Praxis spricht man von „angegangenen Dolden“ oder Farbveränderungen. Dies ist ein Hinweis, dass während der Trocknung das freigesetzte Wasser über die Trocknungsluft nicht ausreichend von der Doldenoberfläche abtransportiert wurde.

Deshalb sollte in Kleintrocknungsversuchen untersucht werden, bei welchen Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten die äußere Qualität am besten erhalten werden kann.



Abb. 5.3: Kleintrocknungsversuchsanlage (links) und Wiegevorrichtung (rechts) zur Ermittlung des Wasserentzuges während der Trocknung

Methode

Von der Firma Hans Binder, Maschinenbau GmbH wurde dankenswerter Weise eine spezielle Kleintrocknungsanlage für die Trocknungsversuche zur Verfügung gestellt. In einem Behälter mit einem Lochblech als Boden, wodurch die Trocknungsluft strömte, wurde der Grünhopfen getrocknet. In Abhängigkeit von der jeweiligen Versuchsfrage konnten Temperaturbereiche von 50-85°C und Luftgeschwindigkeiten von 0,1-1,1m/s stufenlos eingestellt werden. Somit waren sämtliche Verhältnisse der Trocknungsparameter aus Schütthöhe, Trocknungstemperatur und Luftgeschwindigkeit, wie sie beim Bandtrockner in der Praxis auf dem oberen Trocknungsband vorkommen, einstellbar.

Während der Trocknung wurde die Temperatur in °C, die relative Feuchte in % und die absolute Feuchte in g/kg der Trocknungsluft und der Abluft gemessen und in Echtzeit graphisch aufbereitet.

Die absolute Feuchte gibt die Sättigung der Luft mit Wasser(-dampf) an. Der Wasserentzug aus dem zu trocknenden Hopfen und der angestrebte Wassergehalt wurde durch Wiegen ermittelt.

Die Trocknungsvarianten unterschieden sich bei gleichem Einwaagegewicht durch unterschiedliche Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten in den ersten 40 Minuten der Trocknungszeit. Anschließend wurden die Versuchsproben unter einheitlichen Bedingungen in weiteren Kleintrocknungsanlagen bei 65°C und einer Luftgeschwindigkeit von 0,35 m/s auf ein gleiches Endgewicht fertig getrocknet.

Ergebnisse

Über die absolute Feuchte der Trocknungsabluft in g/kg konnte der Wasserentzug aus den Dolden sehr gut beurteilt werden. In den ersten 10-15 Minuten Trocknungszeit wurde das meiste Wasser freigesetzt. Bei diesem Versuch konnten unter den gegebenen Trocknungsbedingungen bereits ab einer absoluten Feuchte von 18 g/kg Trocknungsabluft Qualitätsminderungen festgestellt werden. Je höher die Beladung der Abluft mit Wasserdampf war, bzw. umso länger diese hohe Beladung zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe dauerte, desto schlechter wurde die äußere Qualität bonitiert. Da sich mit zunehmenden Temperaturen die Wasseraufnahmefähigkeit der Luft erhöht, kann die Trocknungstemperatur folglich nicht beliebig erhöht werden. Eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit in diesem Trocknungsabschnitt brachte in allen Temperaturbereichen deutliche Qualitätsverbesserungen. Zusätzlich konnte die Trocknungsleistung gesteigert werden.

In den unterschiedlichen Versuchsvarianten konnte aufgezeigt werden, dass der Farbverlust und die „angegangenen Dolden“ überwiegend in den ersten 10-15 Minuten der Trocknung verursacht wurden. Die Ursache war eine der Trocknungstemperatur entsprechend zu geringe Luftgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der höchsten Wasserabgabe des Hopfens. Die besten Qualitäten wurden bei Trocknungstemperaturen von 62-65°C erzielt, wenn die Luftgeschwindigkeit soweit erhöht werden konnte, dass die Beladung der Trocknungsabluft mit Wasserdampf eine absolute Feuchte von 18 g/kg möglichst nicht überstieg. Dazu waren im Versuch Luftgeschwindigkeiten von 0,5-0,8 m/s erforderlich.

Die Regelung der Luftgeschwindigkeit über die absolute Feuchte in g/kg der Trocknungsabluft ist eine neue Regelungsmöglichkeit. Diese Erkenntnis soll während der Ernte 2014 in zusätzlichen Versuchen in Kleintrocknungsanlagen bestätigt und in Praxisbetrieben bei der Optimierung der Bandtrocknung umgesetzt werden.

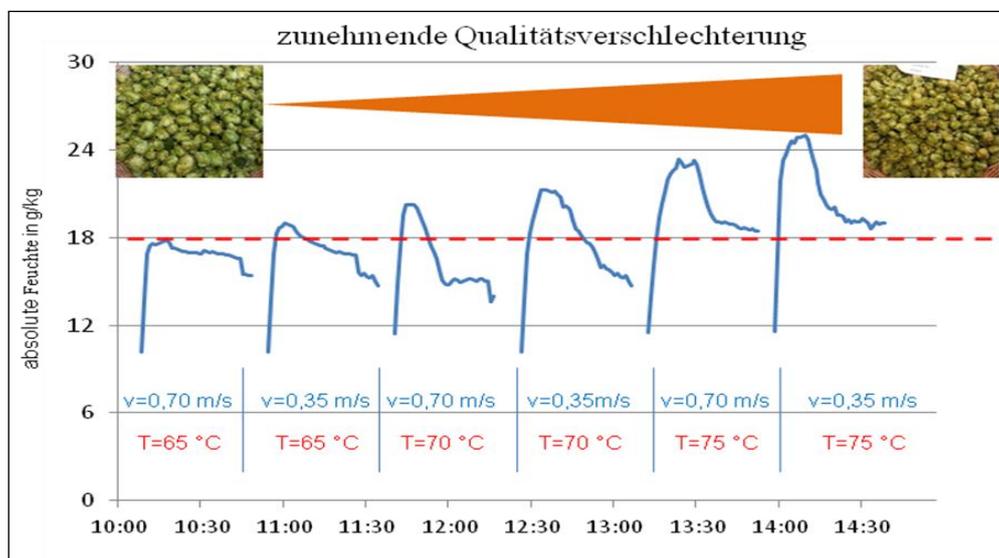


Abb. 5.4: Absolute Feuchte in g/kg Trocknungsabluft in den ersten 40 Minuten Trocknungszeit bei unterschiedlichen Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten

5.4 LfL-Projekte im Rahmen der Produktions- und Qualitätsinitiative

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ließ in den Jahren 2009 bis 2013 im Rahmen einer Produktions- und Qualitätsoffensive für die Landwirtschaft in Bayern, repräsentative Ertrags- und Qualitätsdaten ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturen erheben, erfassen und auswerten. Für den IPZ-Arbeitsbereich Hopfen führte diese Tätigkeiten der Verbundpartner Hopfenring e.V. durch. Nachfolgend werden die Zielsetzung der Hopfenprojekte kurz beschrieben, die Ergebnisse zusammengefasst und eine Bewertung vorgenommen.

5.4.1 Jährliche Erhebung, Untersuchung und Auswertung von Qualitätsdaten von Hopfen nach der Ernte

„Alpha-Express“

Während der Hopfenernte wurden jeweils ca. 600 erntefrische Hopfenmuster noch am selben Tag auf den Alphagehalt untersucht. Die täglich aktuellen Ergebnisse lieferten wertvolle Hinweise auf das Niveau der Alphagehalte des jeweiligen Jahrgangs und auf die Erntereife des Hopfens. Diese Informationen wurden bei den Beratungsaussagen berücksichtigt.

In einem Folgeprojekt sollen die bisher zufälligen Alphasäurenbestimmungen in ein gezieltes Monitoring mit ausgewählten Standorten und regelmäßigen Untersuchungen überführt werden. Aus den Ergebnissen der wöchentlichen Trockensubstanz- und Alphagehaltsbestimmungen können dann Rückschlüsse auf die Erntereife der wichtigsten Hopfensorten gezogen und Beratungshinweise zum optimalen Erntezeitpunkt gegeben werden. Unter Einbeziehung von standort- und produktionsbezogenen Daten können regionale Unterschiede besser erklärt werden.

Ergebnisse der Neutralen Qualitätsfeststellung (NQF)

Die im Rahmen der Neutralen Qualitätsfeststellung erhobenen Qualitätsdaten liefern wertvolle Aussagen über die Hopfenqualität des jeweiligen Jahrgangs und geben Hinweise auf Krankheits- und Schädlingsbefall, produktionstechnische Fehler oder eine falsche Behandlung des geernteten Hopfens.

In Zukunft sollen die Daten der Neutralen Qualitätsfeststellung von je 150 Partien wichtiger Sorten mit den dazugehörigen Alphasäuregehalten und ausgewählten standort- und produktionstechnische Daten ergänzt werden. Von der Auswertung standortspezifischer Parameter und produktionstechnischer Maßnahmen mit den Qualitätsdaten verspricht man sich wertvolle Erkenntnisse für die Beratung.

5.4.2 Jährliche Erhebung und Untersuchung des Schädlingsbefalls in repräsentativen Hopfengärten in Bayern

Zur Einschätzung des Krankheits- und Schädlingsbefalls für die Festlegung von Beratungsaussagen und Bekämpfungsstrategien sind repräsentative, zeitnahe und exakte Bonituren bzw. Untersuchungen hinsichtlich des Befalls notwendig. Ergebnisse dazu liefert der Hopfenring im Rahmen eines Monitorings zur Erhebung des Blattlaus-, Spinnmilben- und Virusbefalls.

Das Blattlaus- und Spinnmilbenmonitoring war zur Einschätzung des Befalls und der epidemiologischen Entwicklung der Erreger sehr hilfreich und soll auf jeden Fall weitergeführt werden. Zur Abrundung des Befallsgeschehens kommen 2 weitere Boniturtermine dazu. Dadurch können Befallsbeginn und -ende besser abgeschätzt werden.

Virusbefall:

Seit drei Jahren führt das Institut für Pflanzenschutz (IPS 2c) in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsbereich Hopfen des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) ein Viroid- und Virusmonitoring im Hopfen durch. Hier werden ebenfalls auffällige Praxisflächen auf Virusbefall untersucht, so dass auch diese Ergebnisse für eine Befallseinschätzung der Hopfengärten genutzt werden können. Eine Verlängerung des bisherigen Virusmonitorings in Zusammenarbeit mit dem Hopfenring wird daher als nicht mehr notwendig erachtet.

5.4.3 Betreuung von Adcon-Wetterstationen für die Peronospora-Prognose im Hopfenbau

Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist der Peronospora-Warndienst im Hopfenbau unverzichtbar. Zur sicheren Diagnose der Befallswahrscheinlichkeit sind meteorologische und biologische Daten von verschiedenen Standorten erforderlich. Zur Prognose der Befallswahrscheinlichkeit wird seit 30 Jahren das sogenannte „Kremheller-Modell“ angewandt, das sowohl biologische Daten (Anzahl der Zoosporangien) als auch Witterungsparameter (Blattbenetzung) berücksichtigt. Daneben gibt es seit Jahren ausschließlich witterungsbasierte Modelle wie z. B. Adcon, die einen Index für die Befallswahrscheinlichkeit errechnen. Ziel des Projektes war, es an ausgewählten Prognosestandorten beide Modelle zu vergleichen und geeignete Schwellenwerte zur Generierung von Spritzaufrufen für anfällige und tolerante Sorten beim Adcon-Modell zu erarbeiten.

Aufgabe des Hopfenrings in diesem Projekt war das Aufstellen, Warten und Betreiben von Adcon-Wetterstationen an den 7 Peronospora-Prognosestandorten in der Hallertau (5), Spalt (1) und Hersbruck (1). Hierbei mussten die Witterungsdaten täglich ausgewertet und ein Index für die Peronosporabefallswahrscheinlichkeit errechnet werden. Der übermittelte Index war für die LfL notwendig, um an den 3 Exaktversuchsstandorten einen Vergleich der Bekämpfung der Peronospora-Sekundärinfektion nach dem bisherigen Warndienstmodell und dem Adcon-Witterungsmodell durchführen zu können.

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus dem Modellvergleich sind in dem nachfolgenden Bericht ausführlich beschrieben.

5.5 Erprobung eines Witterungsmodells Adcon für den Peronospora-Warndienst

Ausgangssituation und Zielsetzung

Zur Vorhersage der Peronosporabefallswahrscheinlichkeit wird von Mai bis August täglich an 5 Stationen in der Hallertau und jeweils an einem Standort in Spalt und Hersbruck die Anzahl der Zoosporangien mit Sporenfallen ermittelt. Bei Überschreitung gewisser Schwellenwerte und günstigen Witterungsbedingungen für den Schaderreger erfolgt ein regional- und sortendifferenzierter Spritzaufruf. In anderen Hopfenanbaugebieten, wie z.B. Elbe-Saale und Tschechien wird die Warndienstvorhersage ohne Kenntnis des Infektionspotenzials lediglich mit Witterungsmodellen errechnet.

Inwieweit das zeit- und arbeitsintensive Auszählen der Zoosporangien notwendig ist, sollte in einem 6 jährigen Versuch an Sporenfallenstandorten ermittelt werden. Dazu wurde der von den Adcon-Wetterstationen errechnete Index mit den Aufrufen nach dem Kremheller-Modell verglichen, um geeignete Schwellenwerte für das Adcon-Witterungsmodell in der Hallertau zu erarbeiten. In Exaktversuchen sollten dazu anfällige und tolerante Hopfensorten entsprechend den generierten Spritzaufrufen beider Modelle behandelt und das Erntegut auf Befall untersucht werden.

Methode

Das von Frau Dr. Kremheller in Hüll erarbeitete Prognosemodell (1979) arbeitet auf der Basis der 4-Tagessumme der ausgezählten Zoosporangien. Bei Überschreitung bestimmter Schwellenwerte für tolerante und anfällige Sorten und gleichzeitiger Regenbenetzung am Tage von mindestens 4 Stunden erfolgt ein Spritzaufruf. Dr. Kraus (Hüll, 1983) verfeinerte dieses Modell unter Berücksichtigung der effektiven Lebensdauer der Zoosporangien in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur und der effektiven Regenbenetzung (eZs). Für beide Modelle ist die Erarbeitung der Prognosedaten zeitaufwendig. Pro Station und Tag sind ca. drei Arbeitsstunden notwendig. Reine Witterungsmodelle dagegen sind weitgehend automatisierbar und wenig arbeitsintensiv. Das im Versuch 6jährig getestete Adcon-Modell basiert ausschließlich auf den Witterungsparametern und errechnet unter Berücksichtigung der Regenbenetzung am Tage und der Temperatur täglich einen Indexwert. Betrieben wurden die Adcon- Wetterstationen im Rahmen des Projekts vom Hopfenring, der täglich die Witterungsdaten und Indexwerte für die verschiedenen Peronosporastationen zur Verfügung stellte. Zu Beginn des Versuchs (2008-2009) wurde eine vorläufige Indexschwelle von 0,2 für tolerante und 0,16 für anfällige Sorten festgelegt, bei der ein Spritzaufruf erfolgte. Im Monat Mai wurden für die Bekämpfungsentscheidung zusätzlich die Zahl der Zoosporangien und der Befallsdruck mit Peronospora- Primärinfektion berücksichtigt. Ein Folgeaufruf erfolgte frühestens am 7. oder 8. Tag nach der vorhergehenden Behandlung. Aufgrund der Erfahrungen mit dem Adcon Prognosemodell aus den ersten beiden Jahren wurde der vorläufige Index-Schwellenwert für einen Peronospora Aufruf angepasst. Ab 2010 erfolgte eine Aufgliederung des Index-Schwellenwertes in „vor der Blüte“ und „ab der Blüte“. Der Schwellenwert ist nunmehr überschritten, wenn folgende Indexwerte erreicht werden: Vor der Blüte 0,20 für anfällige und 0,25 für tolerante Sorten. Ab Beginn der Blüte wurde der Index abgesenkt auf 0,18 für anfällige sowie auf 0,22 für tolerante Sorten. Diese Absenkung der Schwelle zwischen „vor“ und „ab der Blüte“ erfolgt vegetationsabhängig in der Regel zwischen Anfang und Mitte Juli.

Indexbeschreibung beim Adcon - Modell

$$I = -0,275 + 0,044 \text{ RWD} + 0,012 \text{ T}$$

Legende zum Index :

- | | |
|-----|---|
| I | Index |
| RWD | Rain Wetness Duration (entspricht der Blattfeuchte, allerdings ausgelöst durch ein Niederschlagsereignis) in der Zeit zwischen 04:00 und 17:00Uhr |
| T | Zeit in Stunden, in der die Temperatur zwischen 15 und 22° C liegt. |

Weitere Parameter die bei der Kalkulation des Indexes zu berücksichtigen sind:

- Der Index wird jeden Tag neu berechnet
- Die Berechnungsperiode läuft immer von 17:00 – 17:00 Uhr des Folgetages
- Die durchschnittliche Lufttemperatur in der Berechnungsperiode (24h) darf nicht unter 8 °C und nicht über 29 °C liegen.
- Sobald die RWD (Blattnässe – ausgelöst durch ein Niederschlagsereignis) unterbrochen wird, wird eine nachfolgend auftretende Blattfeuchte (welche nicht durch ein Niederschlagsereignis ausgelöst) nicht mehr berücksichtigt.

Der Grenzwert für den Index liegt lt. Algorithmus bei 0,2.

Der Index kann Werte zwischen -0,2 und 1 annehmen, wobei negative Werte kein Risiko und 1 ein sehr hohes Infektionsrisiko bedeuten.

Versuchsplan

In den Versuchsjahren wurden an 3 Prognosestandorten auf Praxisflächen Exaktversuche angelegt und getrennt nach den Aufrufen der beiden Modelle behandelt. Die Versuchspartzellen waren jeweils 6 Bifänge breit. Die Versuche befanden sich in unmittelbarer Nähe zur jeweiligen Sporenfalle, wodurch die „LfL-Parzellen“ exakt nach den Warndienstaufrufen behandelt werden konnten.

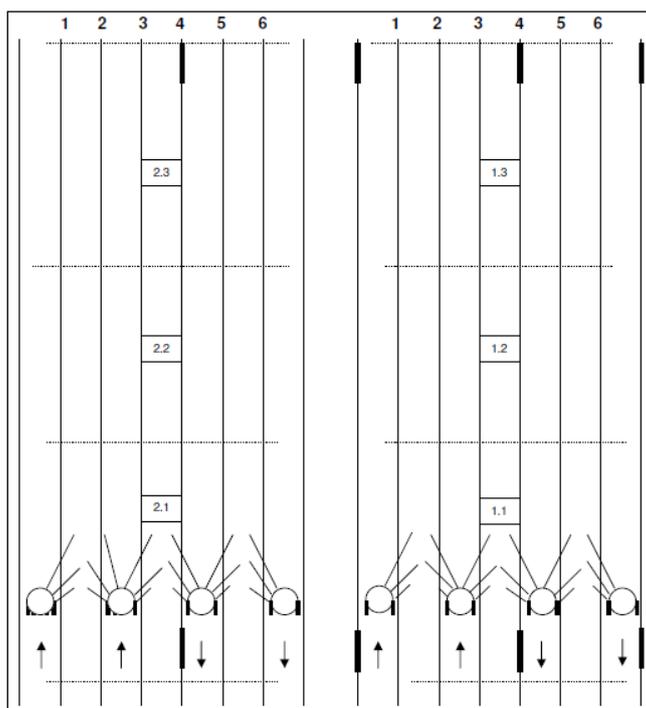


Abb. 5.5: Versuchsplanskizze mit Anordnung der Versuchsglieder bei Adcon- (2.1-2.3) und LfL-Parzellen (1.1-1.3) und Darstellung der Fahrtrichtung bei den Peronosporabehandlungen

Versuchsstandorte und Sorten:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| Eschenhart 2009 – 2012: | Hallertauer Magnum (HM) |
| Aiglsbach 2008 – 2013: | Hallertauer Tradition (HT), Hersbrucker Spät (HE) |
| Speikern (Hersbruck) 2008 – 2013: | Spalter Select (SE); |
| | 2008 – 2009: Brewers Gold (BG); |
| | 2010 – 2013: Hersbrucker Spät (HE) |

Eine Bonitur auf Blüten- bzw. Doldenbefall erfolgte in der Regel je nach Witterungsverlauf und Entwicklungsstadium Anfang August und kurz vor Erntebeginn gegen Ende August. Bonitiert wurden jeweils die innersten 5 Aufleitungen mit 3facher Wiederholung. Je Versuchsparzelle wurden somit nach Vorgabe der amtlichen Mittelprüfung bewertet, wobei jeweils zwei Personen den oberen und zwei Personen den mittleren Rebenbereich kontrollierten. Von diesen bonitierten 30 Reben aus den 3 Wiederholungen wurden bei der Pflücke Erntemuster gezogen, getrocknet und auf Doldenbefall bonitiert. Bei einem Doldenmuster bestehend aus jeweils 500 Dolden werden kranke Dolden nach schwach, mittel und starken Peronosporabefall eingestuft und nach einem von der Mittelprüfung vorgegebenen Schlüssel das gewogene Mittel errechnet.

Ergebnisse

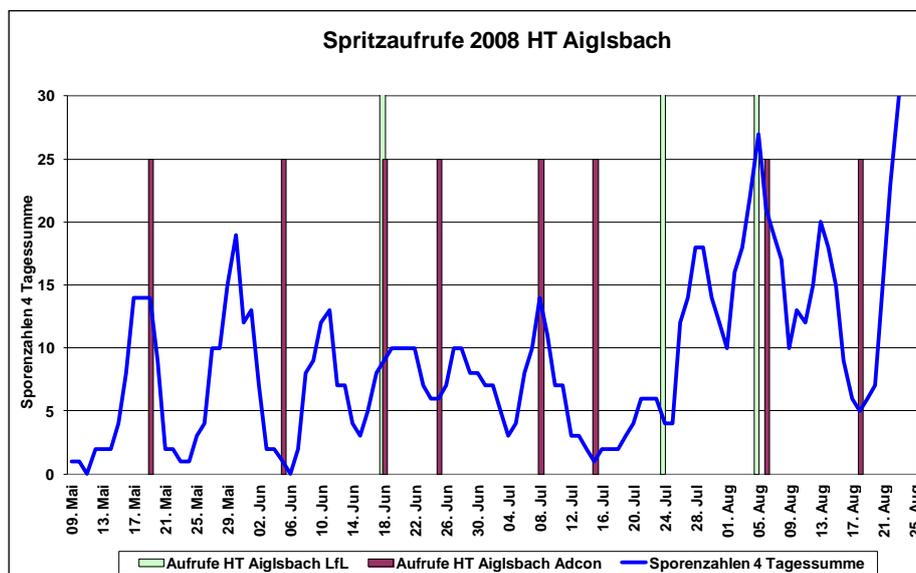


Abb. 5.6: Peronosporaspritzaufrufe am Standort Aiglsbach im Jahr 2008 bei der Sorte Hallertauer Tradition

Trotz der 8 Spritzungen im Jahr 2008 in der Adcon Parzelle gegenüber zur LfL Parzelle mit insgesamt nur 3 Spritzungen war sowohl in der Hauptbestandsbonitur als auch im Doldenhopfen kein Befall festzustellen. Im Versuchsjahr 2009 wurden in der Adcon-Parzelle mit insgesamt 8 Anwendungen 3 Mehrbehandlungen gegenüber der LfL-Parzelle mit 5 Spritzungen ausgebracht, wobei auch hier im Ergebnis keine Unterschiede sichtbar waren. An den anderen Versuchsstandorten, wie in Eschenhart und in Speikern, waren beim Adcon-Modell ebenfalls erheblich mehr Spritzungen notwendig als beim Warndienst nach LfL sowohl bei den toleranten als auch bei den anfälligen Sorten.

Aufgrund dieser Erfahrungen mit dem Adcon-Prognosemodell während der Jahre 2008 und 2009 wurde der vorläufige Index-Schwellenwert für einen Spritzaufruf angehoben, ab dem Versuchsjahr 2010 auf 0,20 für anfällige Sorten und 0,25 für tolerante Sorten „vor der Blüte“ und „ab der Blüte“ auf 0,18 für anfällige und 0,22 für tolerante Sorten.

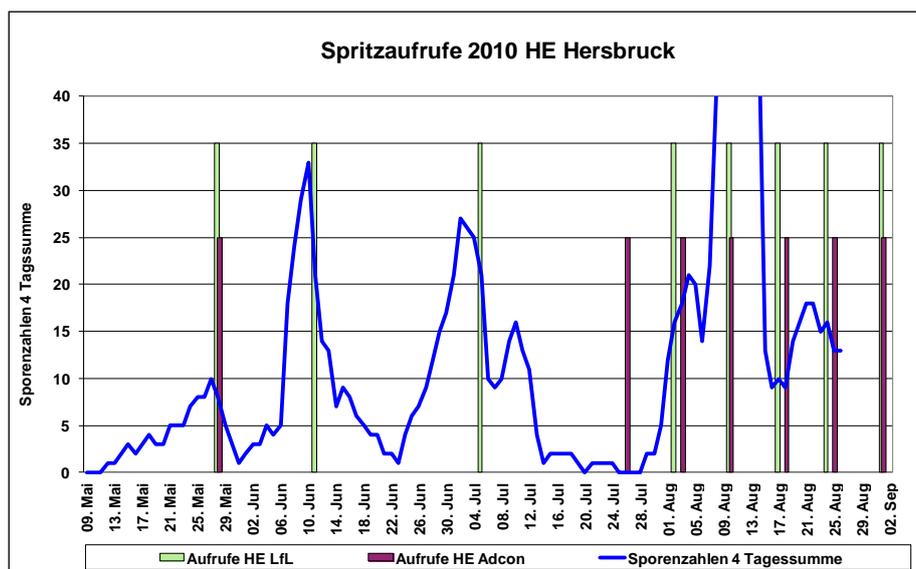


Abb. 5.7: Peronospritzaufrufe am Standort Speikern (Hersbruck) im Jahr 2010 bei der Sorte Hersbrucker Spät

Vom 6.-10. Juni 2010 wurde am Standort Speikern trotz täglich mehrstündiger Blattbenetzung und Regenereignissen an 2 Tagen kein Aufruf nach Adcon ausgelöst. Um den 4. Juli 2010 wurde zwar eine Blattbenetzung von mehreren Stunden gemessen, aufgrund zu geringer Niederschlagsmenge der Schwellenwert jedoch nicht erreicht. In beiden Fällen war die Bekämpfungsschwelle bei den Zoosporangien (Abb. 5.7) weit überschritten. Dagegen hat das Adcon-Modell am 24. Juli einen Aufruf generiert (Indexwert 0,19), obwohl zu diesem Zeitpunkt der Sporenflug nahezu bei 0 lag.

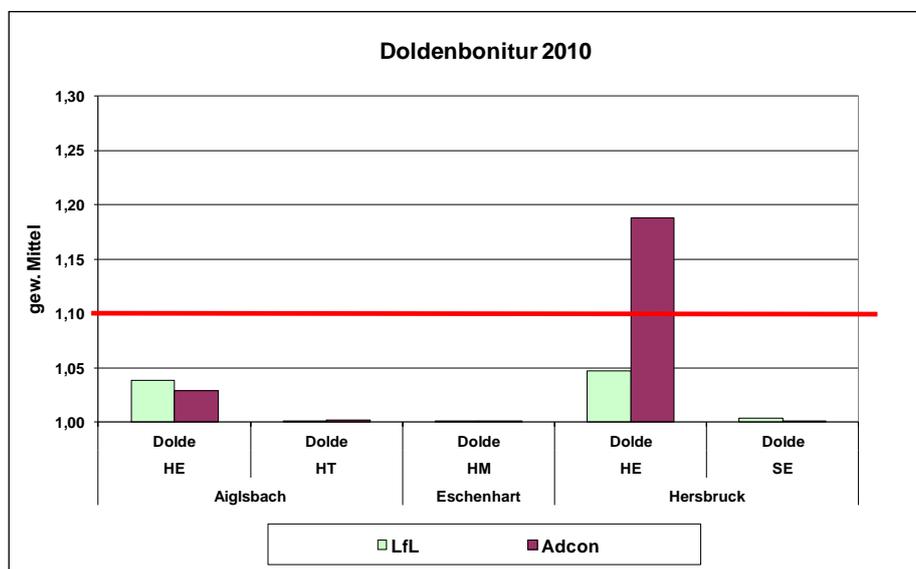


Abb. 5.8: Ergebnis der Doldenbonitur an den Versuchsstandorten im Jahr 2010

Die Doldenbonitur bei der Adconparzelle 2010 zeigt deutlich die Gefahr beim Überschreiten der Zoosporangien Schwelle und entsprechender Blattbenetzung, wenn kein Aufruf erfolgt. Ab einem Wert von 1,1 (nach dem gewogenem Mittel) ist mit Abzügen laut Neutraler Qualitätsfeststellung zu rechnen.

Im „Peronospora-Katastrophenjahr 2010“, nach dem großflächigen Hagelschlag vom Jahr 2009 in der Hallertau, hat das Adcon-Modell an den Standorten Hirnkirchen und Haushausen nicht oder erst mit 11 tägiger Verspätung reagiert.

In Hirnkirchen wurde ab 24. Mai die Bekämpfungsschwelle bei den Zoosporangien bereits überschritten und ab 26. Mai waren an 8 Tagen nacheinander hohe Niederschlagsmengen mit jeweils mehrstündiger Blattbenetzung zu verzeichnen. Eine Indexüberschreitung gab es beim Adconmodell aber erst am Freitag den 4. Juni. Auch in Aiglsbach gab zwischen der letzten Indexüberschreitung am 15. Mai bis zum 3. Juni 13 Tage mit Niederschlägen und jeweils mehrstündiger Blattbenetzung keine Schwellenüberschreitung nach dem Adcon-Modell. Auch an diesem Standort war bereits am 26. Mai die Schwelle beim Sporenflug für anfällige Sorten überschritten. Eine ähnliche Situation war am Standort Eschelbach gegeben.

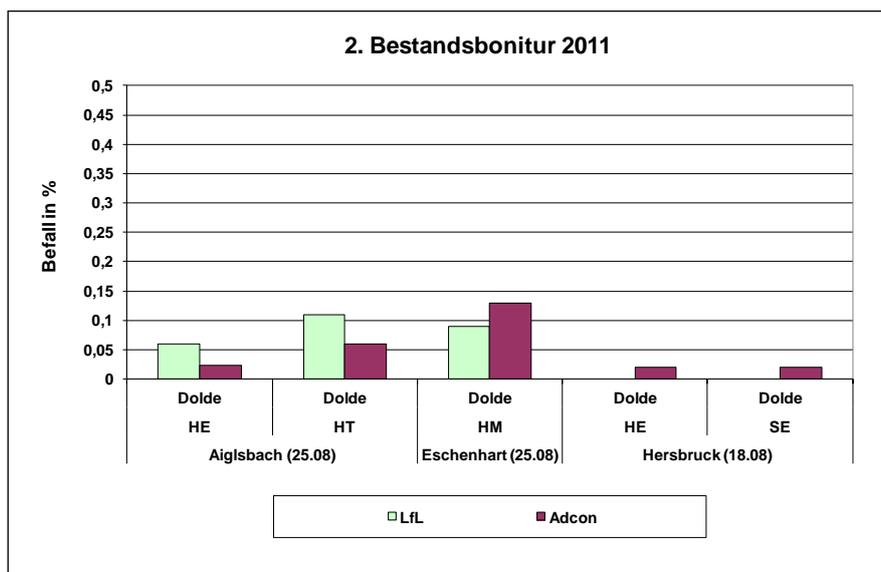


Abb. 5.9: Ergebnis Bestandsbonitur an den Versuchsstandorten im Jahr 2011

Die Bestandsbonituren wurden in der Regel Anfang August zur Blüte als Absicherung und kurz vor Erntebeginn durchgeführt. Bei diesen Bonitierungen im Bestand konnten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Modellen festgestellt werden.

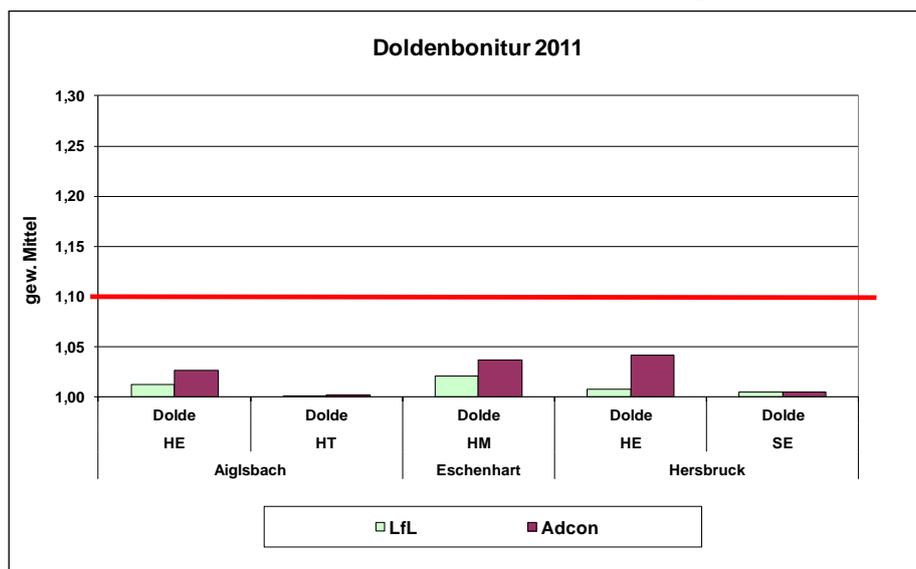


Abb. 5.10: Ergebnis Doldenbonitur an den Versuchsstandorten im Jahr 2011

Auch bei den Doldenbonituren wurden mit Ausnahme in dem zuvor beschriebenen Jahr 2010 keine Unterschiede festgestellt. Alle Ergebnisse blieben unter dem gewogenen Mittel von 1,1 und haben zu keinen Beeinträchtigungen bei der Qualität geführt.

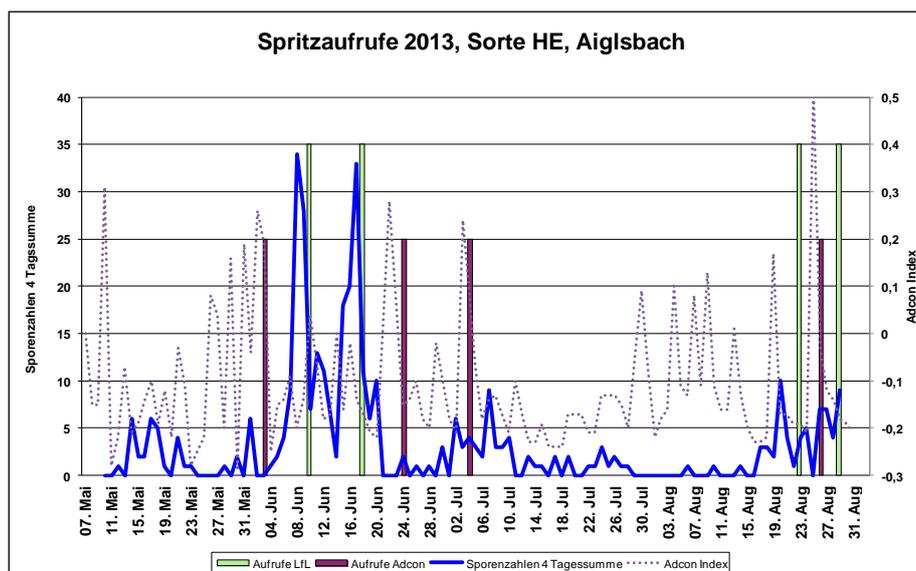


Abb. 5.11: Peronosporaspritzaufrufe am Standort Aiglsbach im Jahr 2013 bei der Sorte Hersbrucker Spät

Die Adcon Aufrufe am 24. Juni und 04. Juli 2013 wurden am Standort Aiglsbach zu einem Zeitpunkt generiert, an dem keinerlei Peronosporainfektionsgefahr aufgrund des niedrigen Sporenfluges bestand. Am Ende der Saison wurde am 23. und 29. August ein Aufruf nach Warndienst ausgegeben. Das Adcon-Modell hat lediglich einen Aufruf am 28. August errechnet. Obige Graphik zeigt deutlich, dass die LfL Aufrufe bei Überschreiten der Bekämpfungsschwelle des Sporenfluges ausgelöst werden.

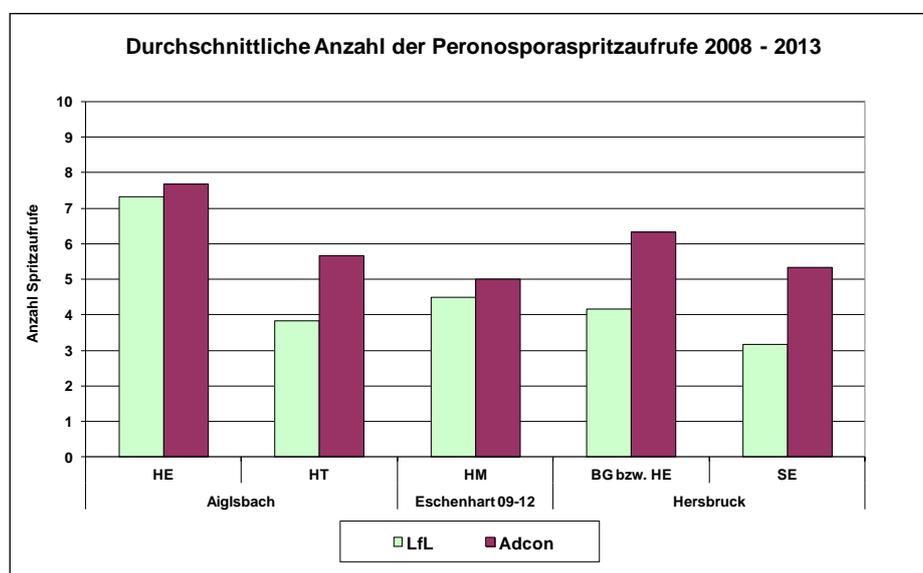


Abb. 5.12: Durchschnittliche Anzahl der Peronosporaspritzaufrufe über die Jahre 2008 bis 2013 beim Kremheller (LfL)- und Adcon-Modell nach Sorten und Standorte

Die Grafik zeigt, dass beim Adcon-Modell im Durchschnitt über alle 6 Jahre sowohl bei tolerantanten als auch bei anfälligen Sorten auf allen Versuchsstandorten mehr Aufrufe generiert wurden und somit bei manchen Sorten bis zu 2 Mehrbehandlungen notwendig waren.

Außerdem besteht beim reinen Witterungsmodell nach Adcon ein größeres Infektionsrisiko in Lagen mit hohem Ausgangsbefall und damit einem höherem Infektionspotenzial, weil der Sporenflug nicht erfasst wird.

Schwierigkeiten bestehen beim Adcon-Modell auch im Zusammenhang mit längeren Regenperioden, da der Warnindex während der gesamten Regenperiode über der Schadschwelle bleiben kann, obwohl lange Regenperioden nicht automatisch hohe Zoosporangienzahlen, d.h. Infektionswahrscheinlichkeiten bedeuten.

Nach Anpassung des Indexwertes hat die Anzahl der generierten Spritzaufrufe beim Adcon-Modell an fast allen Versuchsstandorten über die Jahre abgenommen, lag aber in der Regel 1-3 Behandlungen höher als nach dem Kremheller-Modell.

Diskussion

Während beim Kremheller-Modell ein Anstieg der Peronosporagefahr durch einen Anstieg der Zoosporangienzahlen meist vorhersehbar ist, ist die Indexüberschreitung beim Adcon-Modell sehr spontan und stark von längeren Niederschlagsereignissen abhängig. Planbare Aufrufe (z.B. vor dem Wochenende oder vor längeren Regenereignissen) sind daher beim Adcon-Modell nicht möglich. Als weiterer Nachteil erwies sich die schwierige Überwachung, Kontrolle und Wartung der Wetterstationen, da die Daten per Funk übertragen werden und die tägliche Kontrolle wie beim Kremheller-Modell nicht gegeben ist. Im Versuchszeitraum wurden daher fehlerhafte Datenübertragungen insbesondere beim wichtigen Blattbenetzungssensor des Öfteren spät bemerkt und eine erhöhte Störanfälligkeit festgestellt.

Beim Adcon-Modell wird die Infektionswahrscheinlichkeit unabhängig vom Befallsdruck des Schaderregers (Zoosporangienzahl) vorhergesagt. Das erklärt teilweise die höhere Anzahl an Behandlungen, da beim Kremheller-Modell auch bei günstigem Infektionswetter ein Aufruf nur ausgelöst wird, wenn eine ausreichende Anzahl an Zoosporangien vorhanden ist. Die Zielsetzung im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes und des nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Reduzierung von Pflanzenschutzmitteln wird daher mit dem Kremheller-Modell eher erreicht. Aus Sicht der staatlichen Hopfenberatung kann daher auf die Erhebung biologischer Erregerdaten (Zoosporangienauszählung) beim Peronospora-Warndienst nicht verzichtet werden.

5.6 Beratungs- und Schulungstätigkeit

Neben der angewandten Forschung im Bereich der Produktionstechnik des Hopfenbaues hat die Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) die Aufgabe, die Versuchsergebnisse für die Praxis aufzubereiten und den Hopfenbauern direkt durch Spezialberatungen, Unterricht, Arbeitskreise, Schulungen, Seminare, Vorträge, Printmedien und über das Internet zur Verfügung zu stellen. Die Organisation und Durchführung des Peronosporawarndienstes und die Aktualisierung der Warndiensthinweise gehören ebenso zu den Aufgaben wie die Zusammenarbeit mit den Hopfenorganisationen oder die Schulung und fachliche Betreuung des Verbundpartners Hopfenring.

Im Folgenden sind die Schulungs- und Beratungsaktivitäten des vergangenen Jahres zusammengestellt:

Informationen in schriftlicher Form

- Das „Grüne Heft“ Hopfen 2013 – Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Abstimmung mit den Beratungsstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Thüringen aktualisiert und in einer Auflage von 2.490 Stück von der LfL an die ÄELF und Forschungseinrichtungen und vom Hopfenring Hallertau an die Hopfenpflanzer verteilt.
- Über das Ringfax des Hopfenringes (2013: 53 Faxe in der Hallertau + 5 für Spalt + 3 für Hersbruck à 1.047 Teilnehmer) wurden in 29 Faxen aktuelle Hopfenbauhinweise und Warndienstaufrufe an die Hopfenpflanzer verschickt.
- Im Rahmen der N_{\min} -Bodenuntersuchung wurden 2.853 Ergebnisse auf Plausibilität kontrolliert und zum Versand an die Hopfenpflanzer freigegeben.
- In 2 ER-Rundschreiben des Hopfenringes und in 6 Monatsausgaben der Hopfen Rundschau wurden Beratungshinweise und Fachbeiträge für die Hopfenpflanzer veröffentlicht.
- Mit dem Erfassungs- und Auswertungsprogramm HSK wurden für die Ernte 2013 in 2 Arbeitskreisen von 190 Schlägen Schlagkarteiauswertungen durchgeführt und in schriftlicher Form an die Landwirte zurückgegeben.

Internet und Intranet

Warndienst- und Beratungshinweise, Fachbeiträge und Vorträge wurden über das Internet für die Hopfenpflanzer zur Verfügung gestellt.

Telefonberatung Ansagedienste

- Der Peronospora-Warndienst wurde in der Zeit vom 10.05.-30.08.2012 von der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in Wolnzach in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz in Hüll erstellt und zur Abfrage über den Anrufbeantworter (Tel. 08442/9257-60 u. -61) oder das Internet 76 Mal aktualisiert.
- Zu Spezialfragen des Hopfenbaus erteilten die Fachberater der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik in ca. 2.300 Fällen telefonische Auskunft oder führten Beratungen in Einzelgesprächen oder vor Ort durch.

Vorträge, Tagungen, Führungen, Schulungen und Versammlungen

- 6 Schulungen für die Ringbetreuer des Verbundpartners Hopfenring
- wöchentlicher Erfahrungsaustausch während der Vegetationszeit mit den Ringfachberatern
- 9 Hopfenbauversammlungen in Zusammenarbeit mit den ÄELF
- 51 Fachvorträge
- 6 Versuchsführungen für die Hopfenpflanzer und die Hopfenwirtschaft
- 5 Tagungen, Fachveranstaltungen oder Seminare

Aus- und Fortbildung

- Themenstellung und Prüfung von 5 Arbeitsprojekten im Rahmen der Meisterprüfung
- 11 Unterrichtsstunden an der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen für die Studierenden im Fach Hopfenbau
- 1 Schultag des Sommersemesters der Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen
- Prüfungsvorbereitung und Prüfung von Auszubildenden der Landwirtschaft mit Schwerpunkt Hopfenbau an 2 Terminen
- 1 Informationsveranstaltung für Berufsschüler von Pfaffenhofen
- Durchführung eines BiLa-Seminars „Hopfenbau“ an 4 Abenden
- 6 Treffen des Arbeitskreises „Unternehmensführung Hopfen“

6 Pflanzenschutz im Hopfen

LD Wolfgang Sichelstiel, Dipl.-Ing. agr.

6.1 Schädlinge und Krankheiten des Hopfens

6.1.1 Blattlaus

Blattlauszuflug 2011, 2012 und 2013 Standort: Hüll; Sorte: HM

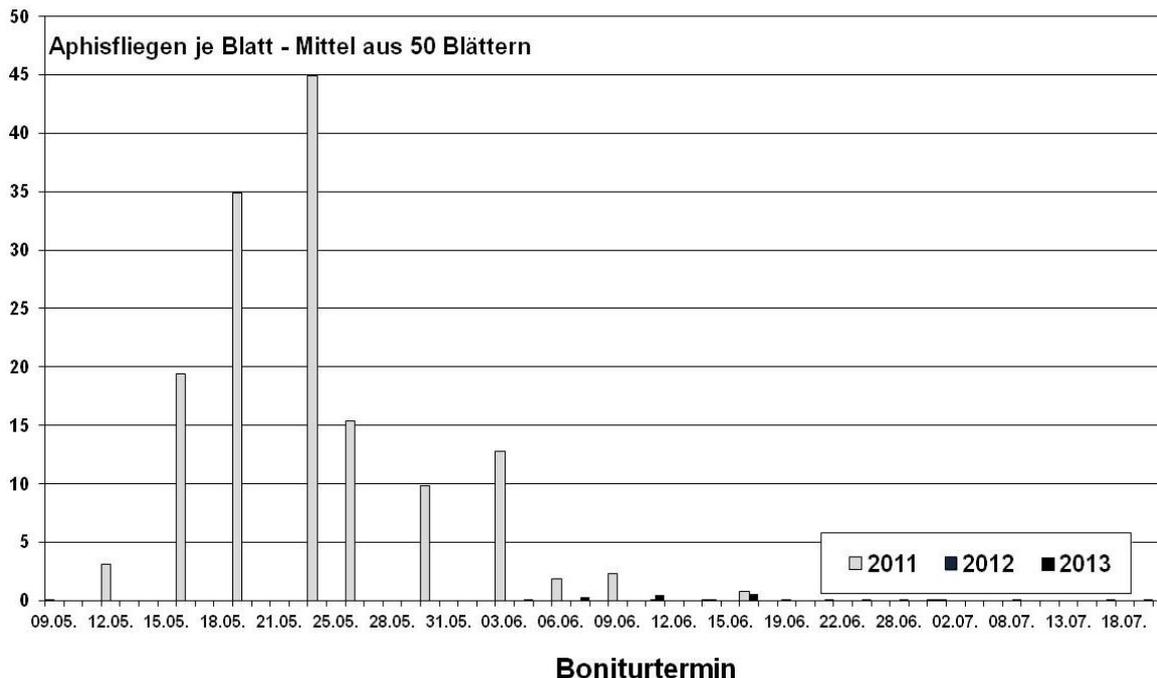


Abb. 6.1: Blattlauszuflug

Tab. 6.1: Schädlingsmonitoring in den Bayerischen Anbaugebieten an 30 Standorten

Datum	Blattläuse pro Blatt			Spinnmilben pro Blatt		
	Ø	min.	max.	Ø	min.	max.
10.06.	0,99	0,00	17,62	0,03	0,00	0,33
17.06.	0,53	0,00	4,86	0,12	0,00	1,77
24.06.	0,49	0,00	7,14	0,23	0,00	2,17
01.07.	0,92	0,00	12,40	0,55	0,00	7,17
08.07.	1,94	0,00	32,00	0,71	0,00	5,00
15.07.	0,24	0,00	1,12	0,26	0,00	1,50
22.07.	0,07	0,00	0,34	0,56	0,00	9,30
29.07.	0,02	0,00	0,08	0,32	0,00	5,40
	Hauptbehandlungstermine 09. - 25.07. 22 Standorte ohne Behandlung			Hauptspritztermine 09.07 - 25.07. 13 Standorte ohne Behandlung		

Wie im Vorjahr trat auch 2013 die Hopfenblattlaus sehr selten schadrelevant auf. Der Zuflug war nur vereinzelt und äußerst schwach. In vielen Fällen konnte auf eine Behandlung gegen die Hopfenblattlaus ganz verzichtet werden. So waren drei Viertel der im Rahmen des Schädlingsmonitoring beobachteten Hopfengärten vollkommen frei von Blattläusen. Auf einem Viertel der beobachteten Flächen war leichter bis mäßiger Befall anzutreffen, der zumindest eine Sicherheitsspritzung rechtfertigte.

Die Gemeine Spinnmilbe dagegen konnte sich unter den nass-kalten Bedingungen des Frühjahrs 2013 anfänglich nicht in den 30 Beständen des Schädlingsmonitorings etablieren. Erst mit dem Witterungsumschwung im Juli war in einigen Gärten Befall zu beobachten, der in fast allen Fällen mit einer Behandlung kontrolliert werden konnte. Immerhin war in 13 Hopfengärten der Befall so gering, dass auf eine Behandlung verzichtet wurde. In zwei Flächen konnten zu keinem Zeitpunkt Spinnmilben gefunden werden.

6.1.2 Peronospora

Tab. 6.2: Warndienst zu Peronospora und Echten Mehltau

Fax-Nr.	Datum	Hinweis Pero-Primär	Spritzaufrufe			Echter Mehltau
			anfällige Sorten	alle Sorten	späte Sorten	
14	22.04	xxx				
17	14.05	xx				
18	22.05	xx				
20	05.06.	xx				
21	10.06.			x		anfällige
23	18.06.			x		
24	21.06.		Spritzaufruf hagelgeschädigte Bestände			
25	24.06.		Spritzaufruf hagelgeschädigte Bestände			x
36	23.08.				x	
38	29.08.				x	
Anzahl Spritzaufrufe				2	+2	1

6.2 EU-Arbeitsgruppe Lückenindikationen Hopfen

Kooperation auf EU-Ebene beim Schließen von Indikationslücken im Pflanzenschutz

Indikationslücken im Pflanzenschutz sind eine Herausforderung für Berufsstand, chemische Industrie, amtlichen Dienst, Behörden und Gesetzgeber. Das Schließen von Lücken bleibt eine Daueraufgabe. Mit Inkrafttreten der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 zum Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln wurden in der EU neue Rahmenbedingungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln geschaffen. Die Verordnung ist Anlass und Grundlage für Neuerungen bei der internationalen Zusammenarbeit zu Lückenindikationen. Es eröffnet sich die Chance durch eine europaweite Kooperation, Pflanzenschutzfragen arbeits- und kostenteilig zu bearbeiten.

Als wichtigste Organisationseinheiten der EU-Lückenarbeit wurden Commodity Expert Groups Minor Uses (CEG) ins Leben gerufen. Sie sollen Lösungen für konkrete Pflanzenschutzprobleme in Kleinkulturen erarbeiten. Für neue Pflanzenschutzmittel und ungelöste Probleme werden durch die CEGs Projekte durchgeführt, mit dem Ziel zonale Zulassungen in Kleinkulturen voranzutreiben. Derzeit existieren CEGs für Verarbeitungsgemüse, Frischgemüse, Klein- und Steinfrüchte, Zierpflanzen und Hopfen.

CEG Hopfen

Die Commodity Expert Group Hopfen wurde 2012 in Hüll gegründet. Beteiligt sind die Hopfeninstitute aus Deutschland, Slowenien, der Tschechischen Republik und Polen, sowie Experten von Erzeugerorganisationen aus Frankreich, Belgien, Großbritannien, Österreich und Deutschland. Vertreter des Julius-Kühn-Instituts, des Deutschen Hopfenwirtschaftsverbandes und der US-Hopfenwirtschaft ergänzen die Gruppe. Die CEG Hopfen wird von der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz am Hopfenforschungszentrum Hüll geleitet.

Ziel ist eine arbeits- und kostenteilige Bearbeitung der Pflanzenschutzprobleme in Hopfen. Insbesondere für neue Mittel und Wirkstoffe sollen die Grundlagen für zonale Anträge nach Art. 51 VO (EG) 1107/2009 erarbeitet werden. Ihre zentrale Organisation hat mehrere Vorteile.

- Der spezialisierte Pflanzenschutz-Sachverstand aus den wichtigsten Hopfenbaugebieten der Europäischen Union ist hier gebündelt. Mit Beteiligung der US-Hopfenwirtschaft ist zudem eine Plattform zum Informationsaustausch zur Zulassungssituation in den größten Welt-Hopfenbauregionen geschaffen.
- Lücken im Pflanzenschutz beim Hopfen und neue Pflanzenschutzprobleme werden praxisnah schnell identifiziert und entsprechend der Dringlichkeit abgearbeitet.
- Die nationalen Experten sind mit der Anlage von Wirkungs- und Rückstandsversuchen vertraut.
- Durch Absprachen zur Arbeitsteilung bei der Versuchsanstellung können benötigte Daten schneller und kostengünstiger erarbeitet und gemeinsam genutzt werden. Neue Produkte sind so schneller für die Praxis verfügbar.

Die Arbeitsgruppen tagen halbjährlich. Pflanzenschutzprobleme im europäischen Hopfenbau und die jeweils verfügbaren Lösungen werden systematisch besprochen und zusammengestellt. Es werden gemeinsame Projekte zu Wirksamkeitsversuchen vereinbart. Für die Arbeit der CEGs ist eine enge Zusammenarbeit mit der Pflanzenschutzmittelindustrie notwendig. In Absprache mit den Firmen vereinbaren die CEGs frühzeitig Projekte für neue Pflanzenschutzmittel. Zugleich hat die Pflanzenschutzindustrie jetzt auch Ansprechpartner für Zulassungsprojekte in kleinen Kulturen auf europäischer Ebene. Mit einer gegenseitigen Anerkennung auch für Lückenindikationen ist mittelfristig eine stärkere Harmonisierung im Pflanzenschutz in Europa zu erwarten.

European Minor Use Database (EUMUDA)

Die Daten aller CEGs sind in EUMUDA, der gemeinsamen europäischen Datenbank zu Minor Uses zusammengefasst. Neben allgemeinen Informationen zum Pflanzenschutz, sowie Links zu nationalen Datenbanken, können folgende Themen recherchiert werden:

- Liste der geringfügigen Anwendungen und Kleinkulturen
- Liste der nationalen Anbauflächen
- Arbeits- und Projektlisten der CEGs
- Mitglieder der EU-Arbeitsgruppen und der OECD Arbeitsgruppe
- EU-Ansprechpartner der Pflanzenschutzmittelproduzenten.

6.3 Monitoring des Falterfluges der Markeule *Hydraecia micacea* im Hopfen mittels Lichtfalle

Hintergrund

Die Markeule gilt im Hopfen als Minderschädling, der in den letzten Jahrzehnten zeitlich stark begrenzt und nur lokal auftrat. In der Hallertau fand das letzte stärkere Auftreten der Art in den Jahren 1969 und 1970 statt. In 2012 gingen wieder vermehrt Meldungen über Befall der Pflanzen mit Raupen dieses Schädlings ein – zunächst minierende Jungrauen in den jungen Hopfentrieben, später Befall der Wurzeln mit größeren Raupenstadien – die 2013 noch weiter zunahm. Zwei Betriebe waren 2013 in einem Maße befallen, der eine großflächige Bekämpfung (Einzelfallgenehmigung nach § 22.2 PflSchG) erforderte. Um mehr über die Biologie, das Auftreten und das Flugverhalten des Nachtfalters im Hopfen zu erfahren, wurde im Spätsommer und Herbst der Flug mittels Lichtfalle erfasst.

Material und Methoden

Am Rand eines Hopfengartens bei Steinbach (Lkr. KEH), der partiell einen Befall an über 50 % der Pflanzen aufwies, wurde eine Lichtfalle mit Schwarzlichtröhre und Dämmerungsschalter in zwei Meter Höhe installiert. Der Fangbehälter wurde täglich geleert. Alle gefangenen Imagines der Markeule wurden anschließend bestimmt und ausgezählt.

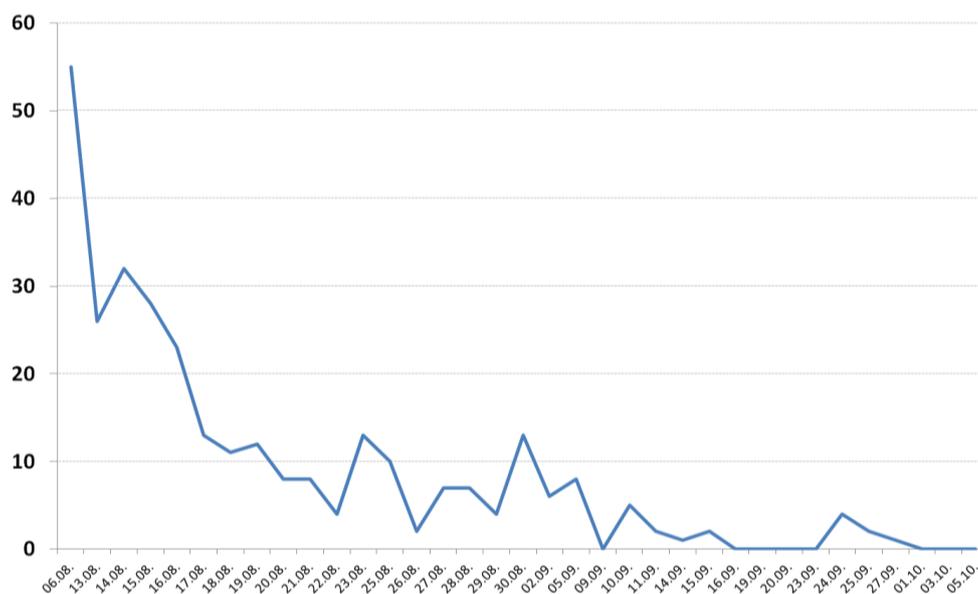


Abb. 6.2: Flugkurve der Markeule *Hydraecia micacea* bei Steinbach im Spätsommer und Herbst 2013 anhand der Anzahl gefangener Imagines in der Lichtfalle

Ergebnis

Nach einer kurzfristigen Entscheidung wurde mit dem Fang erst Anfang August begonnen. Wie die Kurve in Abb. 6.2 belegt, wurde der Beginn der Flugzeit dabei nicht erfasst. Ob mit den 55 Individuen am 06.08.2013 möglicherweise der Peak der Flugaktivität erfasst wurde, konnte nicht geklärt werden. Im Laufe des Augusts und Septembers wurde die Anzahl gefangener Schmetterlinge immer geringer, dennoch war die Falle in 2013 bis Anfang Oktober fängig, weshalb bis zu diesem Zeitpunkt mit einer Eiablage zu rechnen ist. Die Arbeiten werden 2014 mit deutlich früherer Exposition der Falle weitergeführt.

6.4 Versuche zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau

Einleitung

Die Bekämpfung des Falschen Mehltaus *Pseudoperonospora humuli*, der in der Hopfenbau-Praxis normalerweise als 'Peronospora' bezeichnet wird, zählt in allen Hopfengärten alljährlich zu den wichtigsten Pflanzenschutzmaßnahmen. Dies gilt sowohl für konventionelle Betriebe als auch für Betriebe, die nach ökologischen Richtlinien produzieren. Dabei ist im ökologischen Hopfenbau – genauso wie in allen anderen ökologisch bewirtschafteten Kulturen, die regelmäßig von Falschem Mehltau oder ähnlichen Krankheiten befallen werden – der Einsatz von kupferhaltigen Präparaten derzeit alternativlos, da eine wirksame Kontrolle dieser Krankheiten mit anderen, nach Öko-Richtlinien zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich ist.

Da Kupfer als Schwermetall ökotoxikologisch jedoch kritisch beurteilt wird, steht die öffentliche Forderung im Raum, auf Kupferpräparate im Pflanzenschutz ganz zu verzichten bzw. deren Einsatz auf ein Minimum einzuschränken. In einem früheren Forschungsprojekt wurden in der hoch anfälligen Sorte 'Hallertauer Mittelfrüher' bereits Kupferhydroxid-Formulierungen mit gutem Erfolg zur Bekämpfung der Peronospora getestet, eine weitere Reduzierung wurde aber nicht mehr geprüft. Auch das phosphonathaltige, kupferfreie 'Frutogard' zeigte eine sehr gute Wirkung gegen die Peronospora; da Frutogard allerdings zukünftig als Pflanzenschutzmittel gelistet wird, ist sein Einsatz im Öko-Hopfenbau aktuell kein Thema mehr.

In dem von den Öko-Verbänden 2009 formulierten 'Strategiepapier zu Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus' wurde schließlich die weitere Vorgehensweise zur schrittweisen Lösung des Kupfer-Dilemmas im Ökolandbau skizziert. Es wurde folgendes 'kurzfristiges Ziel' formuliert: »Innerhalb der nächsten fünf Jahre soll die zulässige Aufwandmenge von derzeit 3 [Hopfen: 4] kg/ha im Durchschnitt über alle Kulturen auf 2,5 [Hopfen: 3] kg/ha reduziert werden«. Daher wurde im Rahmen des 'Bundesprogrammes Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft' (BÖLN) in verschiedenen Kulturen eine Initiative zum Ersatz bzw. der Reduktion kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel gestartet, in der auch das vorliegende Projekt angesiedelt war. Es sollte dazu dienen, Strategien zu entwickeln, um den Einsatz von Kupfer zu Zwecken des Pflanzenschutzes im Ökologischen Hopfenbau mit Hilfe von 'modernen' Kupferhydroxiden und Synergisten soweit wie möglich zu minimieren.

Material und Methoden

Die Prüfungen wurden auf einem Naturland-Betrieb in Haushausen bei Wolnzach durchgeführt. Der Versuchsgarten (ca. 1,5 ha, Sorte 'Perle') lag am Rande des Wolnzach-Tales und wurde im Norden und im Süden von konventionell bewirtschafteten Hopfengärten eingegrenzt. Einen Schutz gegen Abdrift aus diesen Flächen boten Pappelreihen zwischen den Gärten.

Der Schwerpunkt wurde auf die Prüfung von Neuformulierungen kupferhaltiger Produkte und die Reduzierung der Aufwandmengen durch Zusatz von Pflanzenstärkungsmitteln als Synergisten gelegt. Letztere gleichen sich häufig in der Zusammensetzung und der beworbenen Wirkungsweise. Aus der Vielzahl der Angebote wurden ursprünglich drei Produkte ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer biologisch wirksamen Inhaltsstoffe unterscheiden:

(1) 'Herbagreen' (Mikro-Mineral GmbH, AT); jährliche gesamte Produktaufwandmenge 27,25 kg/ha in fünf Applikationen (2010-2013); (2) 'Biplantol H forte NT' (Bioplant Naturverfahren GmbH); jährliche gesamte Produktaufwandmenge 10,0 l/ha in fünf Applikationen (2010-2013); und (3) 'Frutogard' (Vertrieb Fa. Spiess-Urania); jährliche gesamte Produktaufwandmenge 10,0 l/ha in drei Applikationen bis zur Blüte (2010-2012).

Im vierten Versuchsjahr 2013 wurde Frutogard durch 'Myco-Sin' (Biofa GmbH, Münsingen) ersetzt; geplante jährliche Produktaufwandmenge 0,6 kg/ha in fünf Applikationen.

Zudem wurden ab dem dritten Versuchsjahr noch jeweils einjährige Tastversuche in Einzelparzellen mit kupferarmen bzw. -freien Varianten angelegt. Hierbei wurden die Präparate 'Sakalia' (Knöterichextrakt, Fa. Syngenta; 2012), 'Polyversum' (*Pythium oligandrum*, Fa. Biopreparaty, CZ; 2012) und 'Flavonin Agro Protect' (Fa. Citrox Natural Solutions, AT; 2013) eingesetzt.

In dem Versuchsgarten wurden insgesamt 26 Parzellen angelegt, die als 13 unterschiedliche Versuchsglieder geplant waren. Jedes Versuchsglied hatte eine Gesamtgröße von ca. 0,1 ha (912 bis 1.046 m²). Im ersten Versuchsjahr 2010 wurden die Versuche mit zwei neuen Kupferhydroxiden (SC-Formulierung und WP-Formulierung) der Firma Spiess-Urania durchgeführt, die in Aufwandmengen von 2,0 und 3,0 kg/ha Reinkupfer solo bzw. diese Aufwandmengen jeweils in Kombination mit den drei Pflanzenstärkungsmitteln ausgebracht wurden. Zu jeder Anwendung wurde eine betriebsübliche Biomischung gegeben, die u.a. Diabas Lavamehl, Braunalgenextrakt und z.T. Netzschwefel enthielt.

Diese beiden 2010 eingesetzten Kupferhydroxide waren im Frühjahr 2011 schon zum Einsatz gegen Falschen Mehltau im Hopfen offiziell zugelassen ('Cuprozin progress', Zulassung Februar 2011) oder standen kurz davor ('Funguran progress', Zulassung Mai 2011). Kurz vor Beginn der ersten Behandlungen kam es allerdings zu einer unerwarteten Komplikation: Bei einer Betriebsinspektion des Versuchslandwirts im Mai 2011 kam ans Licht, dass zwei Formulierungs-Hilfsstoffe von 'Funguran progress' und 'Cuprozin progress' nicht mit den US-Ökorichtlinien des National Organic Program (NOP) konform waren. Der Einsatz der beiden Hydroxide hätte demnach bedeutet, dass der Betrieb seine US-Zulassung verloren hätte und wieder eine dreijährige Umstellungsphase nötig gewesen wäre. Ein sofortiger Antrag auf eine befristete Ausnahmegenehmigung wurde vom NOP abgelehnt. Aus diesem Grund wurde 2011 anstatt der beiden kritischen Formulierungen das NOP-unproblematische Kupferoxychlorid 'Funguran' in den geplanten Aufwandmengen von 2 oder 3 kg/ha Kupfer verwendet. In den Jahren 2012 und 2013 wurden nach Klärung dieses rechtlichen Problems wieder die beiden geplanten Kupferhydroxide eingesetzt; dazu kamen neu die Kupfersulfat-Präparate 'Cuproxat' und die auf Verkapselungstechnik basierenden 'CuCaps'. Als praxisüblicher Vergleich wurde 2010-2012 die bisherige Standardanwendung mit 4,0 kg/ha Kupfer mit 'Funguran' (Kupferoxychlorid) und nach dessen Zulassungsende 2013 'Funguran progress' mit 4,0 kg/ha gewählt.

Um erstmalig überhaupt Daten über den Peronospora-Befallsdruck in einem Öko-Hopfgarten zu erhalten, wurde im Zentrum des Versuchsgartens eine Burkard-Sporenfalle mit Solarmodul zur Energieversorgung aufgebaut. Nach den beiden ersten Versuchsjahren wurde die Sporenfalle 2012 und 2013 aus dem Zentrum des Versuchsgartens in eine benachbarten Öko-Fläche derselben Sorte in etwa 200 m Entfernung verschoben. Der Grund war die im Laufe des Jahres 2011 erkannte Gefahr, dass durch die unbehandelte Parzelle in direkter Nähe zur Sporenfalle der tatsächliche Infektionsdruck überbewertet werden könnte. Die werktägliche Entnahme der Zoosporangien-Muster aus der Falle und die Auswertung der Daten (Abb. 6.3) erfolgte jedes Jahr von Anfang Juni bis zur Ernte.

Ergebnisse

Die Zoosporangien-Auszählung in vier Versuchsjahren ergab, dass der Infektionsdruck in diesem Öko-Hopfgarten in Jahren mit normalem Befallsdruck wesentlich höher als in konventionellen Anlagen war. So zeigten die Zoosporangienzahlen 2010 und 2012 die gleichen Spitzen wie die Zahlen, die für die Peronospora-Prognose ermittelt wurden, nur auf wesentlich höherem Niveau (Abb. 6.3).

Im Versuchsjahr 2011 ließ der ab Anfang August dauerhaft in extremen Höhen liegende Befallsdruck (Viertagessumme kontinuierlich über 150, z.T. bis zu 450) auf einen außergewöhnlichen, 'hausgemachten' Befallsdruck aus der unbehandelten Kontrolle auf die Versuchsfläche schließen. Schließlich führten die extreme Witterungsverhältnissen 2013 – nasses und kaltes Frühjahr, heißer und staubtrockener Hochsommer – dazu, dass in diesem Jahr der Befallsdruck ab Anfang Juli gleich Null war und kein auswertbares Ergebnis gestattet. Selbst in der unbehandelten Kontrolle lag der Befall kurz vor der Ernte am 22. August noch bei 0,0 % und in keinem Versuchsglied über 0,1 %.

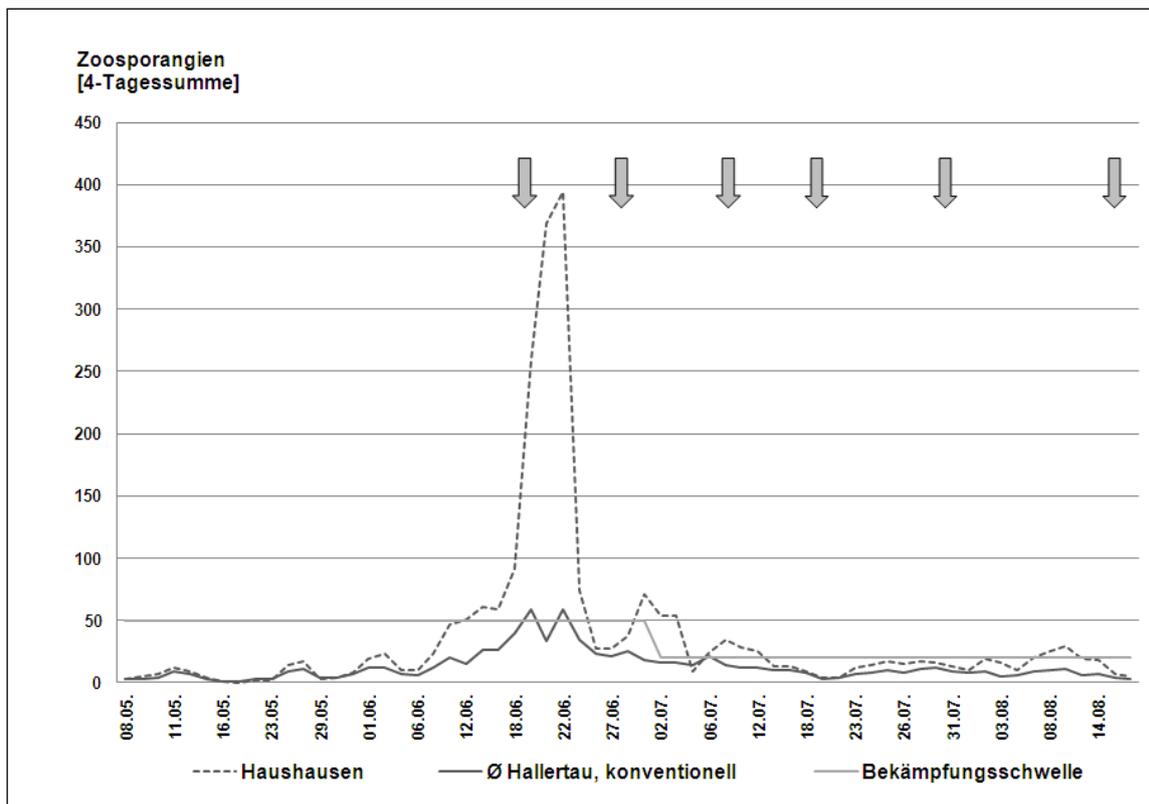


Abb. 6.3: Vergleich des *Peronospora*-Befallsdruckes im Jahr 2012 anhand der Zoosporangien-Zahlen der Station Haushausen mit dem Durchschnitt der Warndienststationen in der Hallertau. Die Pfeile zeigen die Applikationstermine der jeweiligen *Peronospora*-Behandlungen.

Bei den Bonituren im Hopfengarten wurde die Wirksamkeit der einzelnen Bekämpfungsmaßnahmen in der Regel erst ab Beginn der Ausdoldung gegen Ende Juli sichtbar, mit der Befallshäufigkeit der Dolden in den Einzelparzellen als Maßstab. Bis zur Ernte entwickelte sich in der unbehandelten Kontrolle in drei der vier Jahre (Ausnahme 2013) fast Total Schaden (2010: 86,1 %; 2011: 97,2 %; 2012: 92,8 % Doldenbefall). Dem entgegen wurde in allen Kupfervarianten aller auswertbaren Jahre ein signifikanter Bekämpfungserfolg registriert, wobei die 3 kg/ha-Varianten in fast allen Fällen wesentlich besser abschnitten als jene mit 2 kg/ha Kupferaufwand.

Die im Jahr 2010 und 2012 eingesetzten Kupferhydroxide schienen dabei bei identischem Kupferaufwand wesentlich potenter zu sein als die Kupferoxychlorid-Behandlungen des Jahres 2011. Die 2012 erstmals im Freiland getestete Verkapselungstechnik der 'CuCaps' mit Kupfersulfat als Wirkstoff ergab ebenfalls vielversprechende Ergebnisse. Hier lag die Befallshäufigkeit der Dolden trotz einiger Kinderkrankheiten bei der Applikation der Kapseln durchwegs auf demselben Niveau wie die besten anderen Varianten.

Die Kombinationen mit den drei Pflanzenstärkungsmitteln ergaben durchwegs Wirkungsverbesserungen, wobei der Doldenbefall in den Varianten mit 'Frutogard' sogar jedes Mal am niedrigsten war und auch mit 2 kg/ha noch unter der Kupferoxychlorid-Variante mit 4 kg/ha lag, die im Öko-Hopfenbau jahrelang die Standardbekämpfung der Peronospora darstellte (Abb. 6.4 und Abb. 6.5).

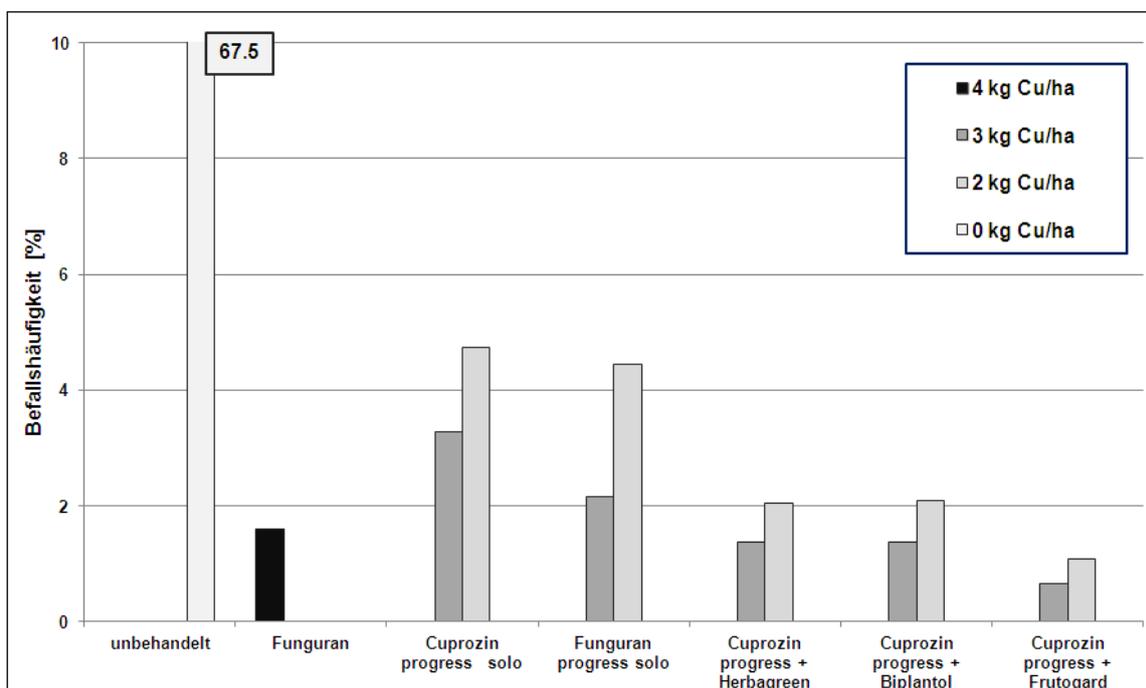


Abb. 6.4: Peronospora-Doldenbefall im Versuchsgarten Haushausen am 18.08.2010.

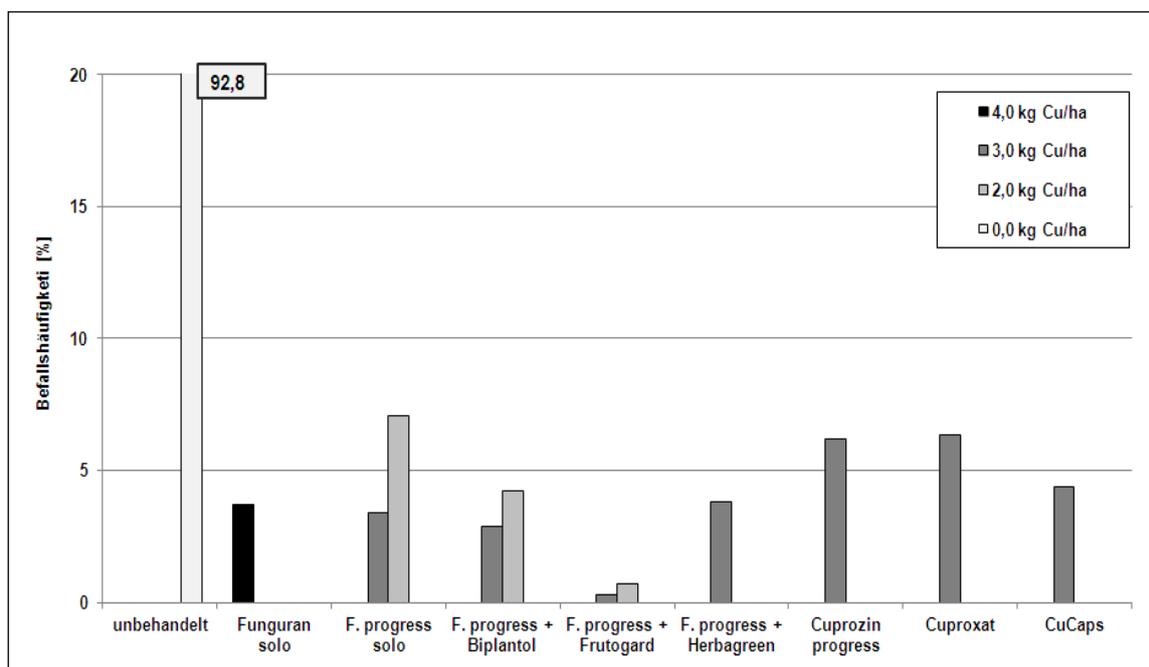


Abb. 6.5: Peronospora-Doldenbefall im Versuchsgarten Haushausen zum Zeitpunkt der Ernte am 03.09.2012 anhand der Bonitur der getrockneten Dolden.

Rückstandsuntersuchungen auf Phosphonat

Während der drei Ernten 2010 bis 2012 wurde aus den geernteten Dolden der Varianten 1 (unbehandelt), 11 (Frutogard + 2 kg/ha Kupfer) und 12 (Frutogard + 3 kg/ha Kupfer) jeweils Mischproben entnommen und vakuumiert bei 2°C gelagert. Einige Tage bzw. Wochen nach den Ernten wurden in denselben drei Parzellen je eine Wurzel-Mischprobe (jeweils mehr als 500 g; dickere, ältere Wurzelbereiche, keine 'Sommerwurzeln') von jeweils vier Hopfenstöcken ausgegraben. Das gesamte Material wurde anschließend zur Analyse auf Phosphonate an das Amt für Agrikulturchemie des Land- und Forstwirtschaftlichen Versuchszentrums Laimburg (Pfatten, Auer/Ora, Südtirol, Italien) verschickt.

Die Analysen der Wurzelproben ergaben in allen drei Jahren, dass jede untersuchte Probe einen HPO_3 -Wert unterhalb der Nachweisgrenze von 0,5 mg/kg TM aufwies. Es handelte sich dabei explizit um Pflanzen, die während dreier Vegetationsperioden mit Frutogard behandelt worden waren. Offenbar kommt es durch den Einsatz zu keiner nennenswerten Anreicherung von Phosphonat in den Wurzeln. Bezüglich der Doldenproben lieferten die ersten beiden Versuchsjahre ebenfalls einen HPO_3 -Wert unterhalb der Nachweisgrenze von 0,5 mg/kg FM. Die Doldenproben aus der Ernte des dritten Untersuchungsjahres 2012 ergaben dagegen – für uns relativ überraschend – HPO_3 -Werte von 15,7 (Parzelle 11) und 12,1 mg/kg FM (Parzelle 12), wohingegen die unbehandelte Parzelle auch 2012 unter der Nachweisgrenze lag. Die Frutogard-Behandlung 2012 hat demnach bei der Ernte am 3. September zu Rückständen in den Dolden geführt, obwohl die Pflanzen letztmals noch vor der Blüte am 9. Juli gespritzt worden waren.

Schlussfolgerung und Ausblick

Leider litt das gesamte Projekt unter dem bekannten Problem von Freilandversuchen, dass nur zwei der vier Projektjahre aussagekräftige Ergebnisse lieferten. Doch immerhin liefern diese beiden Jahre bereits genügend Fakten, um die 2009 formulierte Kupferstrategie hin zu einer Reduktion der eingesetzten Kupfermenge erkennen: So ist zwar jedes Kilogramm Kupfer mehr im Bekämpfungserfolg der *Peronospora* erkennbar, doch scheint mit 'modernen' Kupferhydroxiden eine ausreichende Kontrolle des Pilzes auch mit dem reduzierten Aufwand von 3 kg/ha möglich, so dass dieses kurzfristige Ziel des 'Strategiepapiers Kupfer' wohl erreicht wird. Dies gilt insbesondere in Kombination mit den getesteten Pflanzenstärkungsmitteln, die die Kupferwirkung eindeutig verstärken. Die potenteste Mischung ist dabei ohne Zweifel jene mit 'Frutogard', doch dessen Einsatz steht in der Praxis aktuell nicht zur Diskussion. Daher setzen wir die größten Hoffnungen auf eine weiterführende Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Hopfenbau auf die Verkapselungstechnik der 'CuCaps', wobei nur die zur Pilzbekämpfung tatsächlich nötigen Cu^{2+} -Ionen langsam und kontinuierlich freigesetzt werden. Nach ersten, sehr ermutigenden Ergebnissen 2012 (und einem verlorenen Jahr 2013) planen wir für 2014 – und bei erfolgreicher Antragstellung auch darüber hinaus – die Prüfung des verkapselten Kupfersulfates auch bei niedrigeren Aufwandmengen als den momentan erreichten 3 kg/ha.

Förderhinweis

Dieses Forschungsvorhaben wurde von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) über das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) gefördert (Förderkennzeichen: 2809OE058).

7 Hopfenqualität und Analytik

ORR Dr. Klaus Kammhuber, Dipl.-Chemiker

7.1 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d führt im Arbeitsbereich IPZ 5 Hopfen alle analytischen Untersuchungen durch, die zur Unterstützung von Versuchsfragen der anderen Arbeitsgruppen, insbesondere der Hopfenzüchtung, benötigt werden. Letztendlich wird Hopfen wegen seiner Inhaltsstoffe angebaut, wobei 95 % der Hopfenernte in der Brauindustrie und nur 5 % für alternative Anwendungen benötigt werden. Deshalb ist die Hopfenanalytik eine unabdingbare Voraussetzung für eine funktionierende Hopfenforschung. Der Hopfen hat drei Gruppen von wertgebenden Inhaltsstoffen. Dies sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung die Bitterstoffe, die ätherischen Öle und die Polyphenole. Bisher galten die alpha-Säuren als das primäre Qualitätsmerkmal des Hopfens, da sie ein Maß für das Bitterpotenzial sind und Hopfen auf Basis des alpha-Säuregehalts zum Bier hinzugegeben wird (derzeit international etwa 4,3 g alpha-Säuren zu 100 l Bier). Bitterhopfen werden in der Regel nach den alpha-Säuregehalten bezahlt.

Die Situation hat sich aber geändert, da die Craft Brewer Szene in den USA immer größer wird und dieser Trend auch nach Deutschland und Europa überschwappt. Alle großen Brauereien betreiben mittlerweile Craft-Brauereien. Bei dieser Art des Bierbrauens wird der Hopfen zum fertigen Bier im Lagertank hinzugegeben (Kalthopfung, dry hopping). Die alpha-Säuren gehen dabei nicht in Lösung, es werden vor allem die niedermolekularen Ester und die Terpenalkohole gelöst, was zu fruchtigen und blumigen Aromen im Bier führt. Aber auch die Polyphenole und Nitrat gehen ins Bier über. Hopfen, die zur Kalthopfung eingesetzt werden, müssen ganz besondere Ansprüche an die Pflanzenhygiene erfüllen.

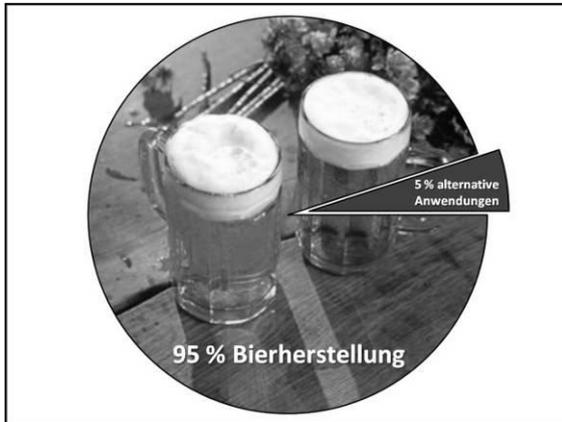
Die Craft Brewers wünschen Hopfen mit besonderen und teilweise hopfenuntypischen Aromen. Diese werden unter dem Begriff „Special Flavor Hops“ zusammengefasst.

Die Polyphenole als dritte Gruppe der Hopfeninhaltsstoffe sind bis jetzt von geringerem Interesse, obwohl sie zur Vollmundigkeit, Drinkability und Geschmacksstabilität beitragen. Außerdem haben sie wegen ihrer antioxidativen Eigenschaften positive Effekte für die Gesundheit. Xanthohumol genießt seit einigen Jahren große öffentliche Aufmerksamkeit, weil es u. a. gegen Krebs, Diabetes, Arteriosklerose und entzündungshemmend wirkt. Die umfangreichen Forschungsaktivitäten über Xanthohumol werden im vollen Umfang fortgeführt.

Eine weitere sehr interessante Substanz ist 8-Prenylnaringenin. Diese Verbindung kommt im Hopfen nur in Spuren vor, ist jedoch eines der stärksten Phytoöstrogene und verleiht dem Hopfen eine leichte östrogene Aktivität. Dies war schon seit Jahrhunderten bekannt, die dafür verantwortliche Substanz wurde aber erst vor zehn Jahren von Professor de Keukeleire entdeckt.

7.2 Optimierung der Inhaltsstoffe als Zuchtziel

7.2.1 Anforderungen der Brauindustrie



Nach wie vor ist die Brauindustrie mit 95 % der Erntemenge immer noch der größte Abnehmer von Hopfen und wird dies auch in Zukunft bleiben (Abb. 7.1).

Abb. 7.1: Verwendung von Hopfen

Bezüglich der Hopfung gibt es bei den Brauereien zwei extrem unterschiedliche Philosophien. Die eine ist, möglichst billig alpha-Säuren zu bekommen, wobei die Sorten und Anbauggebiete keine Rolle spielen. Die andere ist die, Pflege der Biervielfalt mit verschiedenen Hopfengaben und Produkten zu betreiben. Hier wird noch Wert auf Sorten und Anbauggebiete gelegt und die Kosten spielen keine Rolle. Zwischen diesen Extremen gibt es jedoch fließende Übergänge. Die Anforderungen der Brauindustrie und der Hopfenwirtschaft bezüglich der Hopfeninhaltsstoffe ändern sich stetig. Es besteht jedoch ein Konsens, dass Hopfensorten mit möglichst hohen α -Säuregehalten und hoher α -Säurenstabilität in Bezug auf Jahrgangsschwankungen gezüchtet werden sollen. Der niedrige Cohumulonanteil als Qualitätsparameter spielt keine so große Rolle mehr. Für sogenannte Downstream-Produkte und Produkte für Beyond Brewing sind sogar Hochalphasorten mit hohen Cohumulongehalten erwünscht.

Besonders durch die rasche Entwicklung der Craft Brewers Szene entwickelt sich wieder ein stärkeres Sortenbewusstsein, wobei der Fokus mehr auf den Aromastoffen liegt. Die ätherischen Öle des Hopfens bestehen aus etwa 300-400 verschiedenen Einzelsubstanzen. Es gibt viele synergistische Effekte. Manche Substanzen verstärken sich in ihrer Wahrnehmung und andere heben sich auf. Riechen ist ein subjektiver Eindruck im Gegensatz zur Analytik, die objektive Daten bereitstellt. Es ist aber notwendig Leitsubstanzen zu definieren, um die Aromaqualität auch analytisch beschreiben zu können. Für das Hopfenaroma haben Substanzen wie Linalool, Geraniol, Myrcen, die Ester und Schwefelverbindungen Bedeutung. Die Craft Brewers wünschen sich Hopfensorten mit „exotischen Aromen“ wie Mandarine, Melone, Mango oder Johannisbeere.

7.2.2 Alternative Anwendungsmöglichkeiten

Bisher werden lediglich 5 % der Hopfenernte für alternative Anwendungen genutzt, was aber ausgebaut werden sollte. Von der Hopfenpflanze können sowohl die Dolden als auch die Restpflanze verwertet werden. Unter den Hopfenschäben versteht man die herausgelösten inneren holzigen Teile der Hopfenrebe. Diese eignen sich wegen ihrer guten Isolationseigenschaften und hoher mechanischer Festigkeit als Material für Schüttisolationen und auch gebunden für Isoliermatten. Sie können auch zu Fasern für Formteile wie z.B. Kfz-Türverkleidungen verarbeitet werden. Bis jetzt gibt es aber noch keine großtechnischen Anwendungen.

Bei den Dolden sind vor allem die antimikrobiellen Eigenschaften der Bitterstoffe für alternative Nutzungen geeignet. Die Bitterstoffe haben schon in katalytischen Mengen (0,001-0,1 Gew. %) antimikrobielle und konservierende Eigenschaften und zwar in der aufsteigenden Reihenfolge Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren (Abb. 7.2).

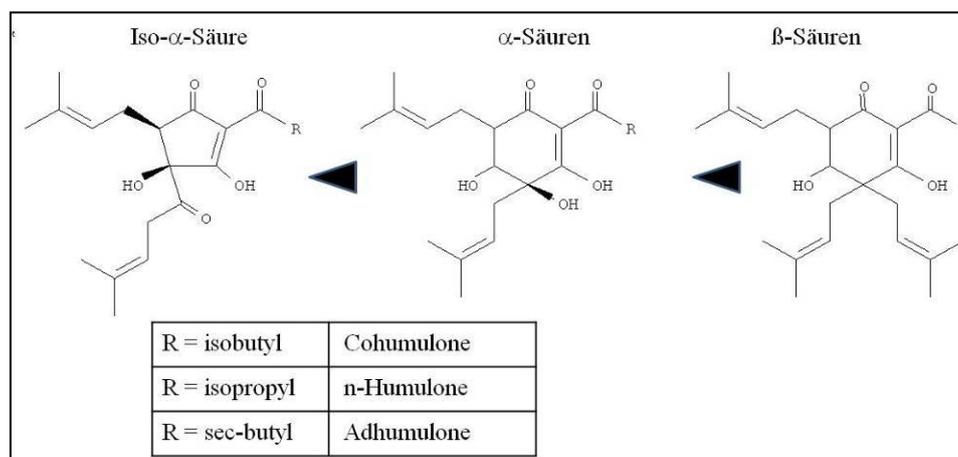


Abb. 7.2: Reihenfolge der antimikrobiellen Aktivität von Iso- α -Säuren, α -Säuren und β -Säuren

Sie zerstören den pH-Gradienten an den Zellmembranen von Bakterien. Die Bakterien können dann keine Nährstoffe mehr aufnehmen und sterben ab. Die Iso- α -Säuren im Bier schützen sogar vor dem Magenkrebs auslösenden *Helicobacter pylori*. Die β -Säuren wirken besonders gegen gram-positive Bakterien wie Listerien und Clostridien, auch hemmen sie sehr aktiv das Wachstum des *Mycobacterium tuberculosis*. Dies kann genutzt werden, um die Hopfenbitterstoffe als natürliche Biozide überall dort einzusetzen, wo Bakterien unter Kontrolle gehalten werden müssen. In der Zucker- und Ethanolindustrie ist es bereits erfolgreich etabliert, Formalin durch β -Säuren zu ersetzen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität sind: die Verwendung als Konservierungsmittel in der Lebensmittelindustrie (Fisch-, Fleischwaren, Milchprodukte), die Hygienisierung von biogenen Abfällen (Klärschlamm, Kompost), Beseitigung von Schimmelpilzbefall, Geruchs- und Hygieneverbesserung von Streu, Kontrolle von Allergenen und der Einsatz als Antibiotikum in der Tierernährung. Für diese Anwendungsbereiche ist in der Zukunft sicher ein größerer Bedarf an Hopfen vorstellbar. Daher ist es auch ein Zuchtziel in Hüll, den β -Säuregehalt zu erhöhen. Momentan liegt der Rekord bei einem Gehalt um etwa 20 %. Es gibt sogar einen Zuchtstamm, der nur β -Säuren produziert und keine α -Säuren.

Hopfen ist auch für den Bereich Gesundheit, Wellness, Nahrungsergänzungsmittel und Functional Food interessant, da er eine Vielzahl polyphenolischer Substanzen besitzt. Mit einem Polyphenolgehalt von bis zu 8 % ist Hopfen eine sehr polyphenolreiche Pflanze. An der Erhöhung des Xanthohumolgehalts wird gearbeitet. Ein Zuchtstamm mit 1,7 % Xanthohumol ist bereits vorhanden. Andere prenylierte Flavonoide wie z.B. 8-Prenylnaringenin kommen im Hopfen nur in Spuren vor. Substanzen mit sehr hohen antioxidativen Potenzialen sind die oligomeren Proanthocyanidine (bis 1,3 %) und glykosidisch gebundenes Quercetin (bis 0,2 %) bzw. Kämpferol (bis 0,2 %). Mit bis zu 0,5 % sind auch die Multifidole Hauptbestandteile des Hopfens. Der Name leitet sich von der tropischen Pflanze *Jatropha multifida* ab, da diese Verbindungen in deren Milchsaft vorkommen. Die Abb. 7.3 zeigt die chemischen Strukturen.

Das eigentliche Multifidolglukosid hat die Struktur A. Im Hopfen ist hauptsächlich die Verbindung B vorhanden, aber auch A und C in geringeren Konzentrationen.

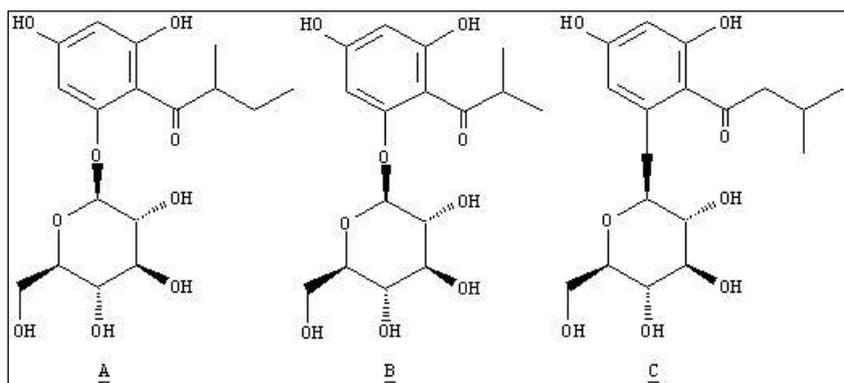


Abb. 7.3: Chemische Strukturen der Multifidole

Diese Substanzen könnten auch wegen ihrer entzündungshemmenden Eigenschaften für die pharmazeutische Industrie interessant werden.

Aromahopfen haben in der Regel einen höheren Polyphenolgehalt als Bitterhopfen. Wenn bestimmte Inhaltsstoffe gewünscht werden, kann Hüll jederzeit reagieren und die Züchtung in Zusammenarbeit mit der Analytik auf diese gewünschten Stoffe selektieren.

7.2.3 Welthopfensortiment (Ernte 2012)

Vom Welthopfensortiment werden auch jedes Jahr die ätherischen Öle mit Headspace-Gaschromatographie und die Bitterstoffe mit HPLC analysiert. Die Tab. 7.1 zeigt die Ergebnisse des Erntejahres 2012. Sie kann als Hilfsmittel dienen, um unbekannte Hopfensorten einem bestimmten Sortentyp zuzuordnen.

Tab. 7.1: Welthopfensortiment 2012

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farne-sen	γ -Muu-rolen	β -Seli-nen	α -Seli-nen	Cadi-nen	Seli-nadien	Gera-niol	α -Säu-ren	β -Säu-ren	β/a	Cohu-mulon	Colu-pulon
Admiral	2372	669	10	39	35	0	7	235	6	7	4	2	15	0	4	15,3	6,2	0,41	43,5	66,1
Agnus	1295	55	1	6	10	1	3	104	0	6	5	3	12	0	2	14,8	6,3	0,42	31,9	55,6
Ahil	3900	599	47	10	35	6	13	201	34	9	10	8	17	0	11	8,6	4,2	0,49	29,1	52,9
Alliance	1217	153	3	7	25	0	6	281	0	8	4	3	17	0	2	5,5	3,0	0,54	27,5	49,5
Alpharoma	1814	54	16	8	19	0	12	306	18	10	6	4	20	0	5	8,1	4,6	0,57	36,8	62,9
Apollo	2756	61	14	29	4	4	3	178	0	5	2	1	13	0	3	16,9	7,6	0,45	28,3	50,3
Apolon	5640	111	51	16	40	4	3	225	66	8	8	6	16	0	8	8,4	4,0	0,48	24,2	50,7
Aramis	1774	49	4	10	18	17	21	218	0	11	29	27	17	43	1	9,4	3,9	0,41	18,8	40,3
Aromat	1789	13	2	8	37	0	23	312	21	11	9	6	22	0	7	4,4	4,2	0,94	24,3	45,7
Atlas	3972	690	24	13	33	4	2	198	41	8	11	9	16	0	16	7,2	4,0	0,56	36,6	56,8
Aurora	2639	171	4	66	58	2	28	293	30	6	6	2	14	0	3	9,0	4,4	0,50	21,1	46,9
Backa	1494	332	4	11	28	0	8	284	3	10	6	3	19	0	3	8,6	5,5	0,64	42,2	58,2
Belgisch Spalter	2021	139	3	13	24	11	11	156	0	9	27	29	14	42	2	6,0	3,4	0,56	17,4	43,5
Blisk	3490	360	24	10	41	0	3	271	45	8	9	7	17	0	10	7,2	3,6	0,50	27,7	52,4
Boadicea	1823	81	1	9	5	2	2	117	11	5	6	6	12	0	1	6,1	4,8	0,79	21,8	42,8
Bobek	9892	329	12	137	74	0	20	215	29	6	5	4	13	0	7	5,8	5,0	0,87	25,4	46,6
Bor	2941	127	4	50	12	2	9	283	0	7	5	3	15	0	5	10,1	4,9	0,48	23,8	47,5
Bramling	1905	189	15	16	52	0	13	273	0	9	8	4	18	0	8	4,1	3,4	0,82	35,0	50,3
Braustern	1610	57	2	29	10	0	6	256	0	7	4	2	16	0	2	6,5	4,2	0,65	24,7	47,6
Bravo	6256	129	30	19	11	2	2	139	0	13	9	7	28	11	6	14,7	4,2	0,28	36,1	56,1
Brewers Gold	1465	272	18	12	20	2	2	177	0	10	9	8	20	0	8	6,9	4,5	0,65	36,7	61,5
Brewers Stand	10431	668	28	80	68	24	18	51	0	56	78	71	101	102	14	8,8	4,2	0,48	25,5	46,8
Buket	2825	218	3	87	36	0	16	252	21	8	5	2	17	0	3	10,1	5,1	0,50	21,1	46,8
Bullion	7299	183	18	26	74	0	15	254	0	8	73	75	16	0	6	8,8	5,2	0,60	41,0	62,7
Cascade	3718	360	24	17	34	1	7	237	20	14	19	16	27	7	6	6,4	6,2	0,97	33,1	49,8

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Chang bei 1	1940	17	3	3	52	0	18	236	10	10	27	24	18	29	4	3,5	3,5	1,02	17,5	41,4
Chang bei 2	2040	3	3	3	60	0	21	239	8	9	23	21	17	26	4	3,3	3,7	1,11	13,5	38,1
College Cluster	1124	148	16	14	10	0	4	144	0	5	8	7	10	0	3	8,0	2,3	0,28	24,4	40,5
Columbus	4788	118	12	14	10	1	1	139	0	16	13	9	32	13	1	15,1	5,0	0,33	35,1	56,9
Comet	1787	48	6	43	12	0	2	8	2	2	36	37	3	13	1	8,4	3,2	0,38	37,8	61,6
Crystal	949	38	6	14	52	38	14	201	0	14	52	48	17	61	3	2,5	6,2	2,52	6,9	38,0
Density	1370	105	10	8	38	0	14	283	0	9	11	8	17	0	5	4,4	3,8	0,86	35,2	51,7
Diva	3799	328	8	26	62	0	31	273	8	11	139	146	21	0	5	6,6	5,9	0,88	24,4	46,0
Early Choice	1650	83	2	13	10	0	7	248	0	8	58	59	15	0	3	2,5	1,3	0,51	24,1	46,6
Eastwell Golding	1551	120	3	13	24	0	7	269	0	7	4	4	16	1	3	5,4	2,7	0,50	21,7	45,5
Emerald	738	63	7	7	12	0	9	311	0	8	5	4	17	0	4	6,1	4,5	0,74	28,0	47,7
Eroica	2813	314	32	160	5	13	4	155	1	5	10	9	12	0	2	12,1	9,4	0,78	39,1	61,0
Estera	2524	168	3	8	30	0	8	288	17	8	11	9	16	0	3	4,7	2,9	0,63	25,3	49,6
First Gold	3733	571	3	25	42	3	12	279	19	9	104	109	18	0	3	6,6	3,4	0,51	30,1	53,9
Fuggle	1054	87	1	4	20	0	6	260	10	8	4	2	16	0	2	5,6	3,2	0,57	27,5	46,4
Ging Dao Do Hua	178	8	2	0	4	0	8	281	0	14	93	87	25	0	3	5,9	3,8	0,65	24,2	55,0
Glacier	2056	145	13	8	13	0	1	154	0	21	12	10	40	14	2	15,3	4,9	0,32	28,1	56,1
Golden Star	2416	665	2	6	30	2	8	251	0	26	63	57	47	0	8	5,3	3,8	0,72	45,7	62,2
Granit	1823	108	5	13	10	5	21	208	0	6	11	8	13	0	5	8,4	5,2	0,62	21,4	46,4
Green Bullet	3613	293	34	19	49	3	12	290	0	8	4	3	16	0	3	7,7	4,3	0,56	33,3	59,4
Hallertau Blanc	46589	1840	388	71	209	0	25	47	0	20	1137	1245	36	0	21	9,9	5,2	0,53	20,9	36,9
Hall. Gold	2383	169	33	8	51	0	10	291	0	10	7	5	20	0	4	7,2	5,8	0,81	17,3	41,7
Hallertauer Magnum	3656	123	30	24	12	3	5	276	0	6	4	3	13	0	2	15,5	7,0	0,45	25,7	49,3
Hallertauer Merkur	2669	194	17	11	25	3	5	277	0	7	4	3	16	0	2	15,8	6,2	0,39	18,8	43,2
Hallertauer Mfr.	536	47	2	2	28	0	11	320	0	12	6	3	23	0	2	4,0	3,5	0,88	18,1	39,0
Hallertauer Taurus	5402	124	14	27	56	2	10	247	0	8	64	67	16	0	3	15,5	5,1	0,33	18,6	40,6

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Hallertauer Tradition	989	101	13	5	41	0	10	316	0	10	8	6	19	0	3	7,1	4,5	0,63	26,7	46,8
Harmony	5399	50	4	14	33	3	12	249	0	8	71	76	16	0	2	8,5	6,9	0,80	19,1	38,0
Herald	3741	506	6	91	17	5	24	199	0	7	26	23	14	0	4	11,7	4,7	0,40	31,4	59,7
Herkules	4633	457	69	72	12	1	8	284	0	6	4	3	15	0	4	14,6	4,9	0,33	33,7	60,5
Hersbrucker 328	2022	58	11	11	42	34	13	194	0	11	39	38	15	53	3	3,5	6,1	1,71	14,9	32,2
Hersbrucker Pure	3777	192	6	19	49	24	24	203	0	11	37	35	16	56	4	4,7	2,4	0,52	21,5	42,2
Hersbrucker Spät	606	52	6	6	60	55	11	187	0	17	66	62	18	74	5	1,6	4,7	3,02	8,4	34,0
Huell Melon	9053	1599	18	107	46	14	24	79	0	22	346	351	41	109	16	6,7	7,5	1,12	27,7	46,2
Hüller Anfang	410	62	6	1	17	0	7	310	0	12	4	3	21	0	1	4,5	3,3	0,74	18,7	46,4
Hüller Aroma	615	50	4	3	26	0	9	308	0	11	5	3	20	0	2	5,1	4,0	0,78	25,6	47,9
Hüller Bitter	2954	212	35	8	44	16	11	159	0	42	58	51	70	68	5	6,6	5,4	0,81	20,8	44,2
Hüller Fortschritt	563	30	9	3	30	0	12	310	0	11	7	4	20	0	3	4,0	4,2	1,06	24,6	42,3
Hüller Start	340	31	1	2	11	0	11	332	0	13	5	3	23	0	2	2,6	3,4	1,32	17,9	41,1
Jap. C 730	1314	3	14	26	16	6	16	148	31	7	11	8	13	0	7	4,6	2,6	0,56	27,9	51,7
Jap. C 845	537	21	4	3	4	0	10	297	9	11	4	3	20	1	2	8,4	3,5	0,42	21,4	44,3
Kazbek	1170	22	7	26	6	0	3	289	0	8	3	2	16	0	2	10,0	4,0	0,41	21,1	44,9
Kirin 1	1620	455	8	7	21	0	6	213	0	17	54	52	31	0	4	5,9	3,5	0,59	41,2	62,0
Kirin 2	2199	655	2	6	28	2	8	242	0	25	63	57	46	0	7	5,7	4,0	0,71	45,1	62,1
Kumir	2446	94	3	23	25	0	9	286	6	7	4	2	16	0	3	12,8	5,3	0,42	20,1	43,2
Late Cluster	19984	710	45	90	66	32	21	47	0	52	82	74	94	98	9	9,3	4,8	0,52	25,6	47,4
Lubelski	2578	4	3	6	28	0	15	322	4	8	6	3	16	0	4	6,4	5,1	0,80	22,9	45,4
Marynka	3560	263	4	51	15	6	7	174	123	5	6	5	12	0	6	11,5	4,5	0,39	19,2	44,3
Mt. Hood	493	130	20	6	29	1	8	243	0	17	8	5	29	0	3	3,9	5,7	1,48	19,9	40,9
Neoplanta	1566	84	3	23	10	0	8	241	15	8	4	3	16	0	2	8,1	4,1	0,50	30,2	54,5
Neptun	984	92	31	6	18	1	2	190	0	7	3	2	16	0	1	16,0	5,2	0,32	20,6	40,1
Northern Brewer	1820	88	3	30	9	0	5	229	0	7	4	2	15	0	2	8,9	4,4	0,50	26,8	51,7

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Nugget	1985	96	3	20	20	4	4	180	0	5	8	7	10	0	2	12,7	4,8	0,38	25,0	51,1
Olympic	2031	100	3	24	19	4	5	175	1	5	8	7	11	0	2	13,1	4,7	0,36	24,9	50,6
Opal	1775	69	12	23	33	3	8	204	0	7	5	32	15	16	3	7,9	5,8	0,73	13,7	30,4
Orion	1226	140	8	6	24	0	8	197	0	9	4	2	17	0	2	9,2	5,5	0,59	27,2	49,9
Outeniqua	665	12	3	4	5	5	11	240	0	10	58	57	19	1	4	10,7	4,9	0,46	26,3	51,7
PCU 280	1825	85	2	12	6	0	5	262	0	6	4	3	13	0	2	11,0	4,4	0,40	27,4	52,0
Perle	1637	98	3	19	9	0	4	261	0	8	4	3	16	0	2	8,2	4,6	0,56	29,8	53,7
Phoenix	2027	192	2	12	9	0	6	268	0	7	60	70	16	0	2	14,5	4,4	0,30	23,7	53,0
Pilgrim	4691	720	6	152	20	5	22	270	0	8	75	80	17	0	6	8,2	4,3	0,52	36,9	59,5
Pilot	9172	854	14	113	109	20	47	55	0	12	426	474	25	0	13	7,3	3,7	0,51	37,4	59,8
Pioneer	6114	611	3	277	15	5	28	213	0	7	29	29	15	0	4	13,1	4,2	0,32	28,1	55,3
Premiant	1259	80	3	21	27	2	8	282	5	7	5	3	15	0	2	11,7	5,0	0,42	18,8	41,5
Pride of Kent	1767	57	5	5	35	0	9	303	0	8	5	3	17	0	3	6,3	3,2	0,50	25,1	48,6
Pride of Ringwood	2609	160	15	9	14	0	1	135	0	19	15	12	36	16	2	14,9	4,7	0,31	32,2	63,4
Progress	10798	684	49	70	66	33	21	41	0	60	91	81	108	114	10	9,8	4,9	0,49	24,9	46,3
Rubin	1709	156	29	16	14	0	4	229	0	9	64	70	17	0	4	13,6	4,7	0,34	30,5	48,9
Saazer	1109	18	8	4	23	0	14	310	18	10	6	3	20	0	4	2,9	3,7	1,27	23,3	39,8
Saphir	1816	66	1	31	40	8	28	194	0	8	21	21	14	23	2	3,5	6,4	1,81	11,4	41,5
Serebrianker	527	62	3	5	32	0	8	192	0	17	57	49	27	0	5	2,2	4,2	1,95	15,6	40,3
Sladek	2566	98	3	30	25	0	8	281	8	7	4	3	15	0	2	11,6	5,2	0,44	19,6	44,2
Smaragd	2331	33	15	14	51	2	9	272	0	9	8	38	19	29	5	5,9	5,2	0,87	13,1	29,1
Southern Promise	274	28	6	7	1	0	17	274	0	11	20	17	19	26	3	8,7	4,3	0,49	27,9	56,4
Southern Star	1172	11	6	19	8	0	4	301	25	8	4	3	17	0	2	11,5	5,5	0,48	30,1	56,0
Sovereign	2428	128	3	12	30	0	6	285	0	8	94	101	18	0	3	4,6	2,8	0,60	22,3	36,2
Spalter	1918	3	5	7	45	0	27	322	23	12	9	4	23	0	8	4,2	4,2	1,00	28,1	47,3
Spalter Select	3904	114	23	12	122	23	30	200	75	11	40	37	15	51	4	5,4	5,2	0,97	19,7	39,9

Sorte	Myrcen	2-M.-isobutyrat	Sub. 14 b	Sub. 15	Linalool	Aromadendren	Undecanon	Humulen	Farnesen	γ -Muurolen	β -Selinen	α -Selinen	Cadinen	Selinadien	Geraniol	α -Säuren	β -Säuren	β/a	Cohumulon	Colupulon
Sterling	1997	109	3	35	18	4	4	164	1	5	10	8	11	0	1	12,5	4,0	0,32	24,7	51,1
Strisselspalter	1329	67	9	11	43	34	12	191	0	13	45	44	16	59	3	3,5	7,0	2,00	14,6	33,1
Summit	4013	21	9	67	8	0	2	135	0	10	7	6	22	8	1	14,3	6,1	0,42	33,7	50,2
Super Alpha	1955	214	15	33	20	2	2	152	0	7	7	8	14	0	2	7,4	4,9	0,65	36,7	59,3
Super Galena	3206	166	24	71	7	2	2	168	0	7	3	2	14	0	4	11,3	8,4	0,75	40,0	58,7
Talisman	1903	88	2	34	9	0	5	222	0	7	5	3	15	0	2	10,1	4,6	0,46	25,6	50,7
Tettnang54er	1427	2	3	7	48	0	27	325	25	15	9	4	25	0	10	4,5	3,6	0,82	28,9	48,2
USDA 21055	2658	432	4	176	11	0	3	147	41	6	19	18	13	1	2	10,5	3,7	0,35	42,2	77,8
Vital	6007	278	10	25	51	18	67	14	0	3	92	94	7	0	5	14,7	5,7	0,39	21,4	43,8
Vojvodina	2407	166	3	25	18	0	13	247	4	8	6	4	16	0	5	5,4	3,0	0,55	28,8	48,7
WFG	1615	15	6	5	34	0	23	330	8	14	12	9	26	10	6	4,6	4,4	0,96	21,0	42,4
Willamette	1724	133	2	7	22	0	2	264	7	7	5	3	16	0	2	3,2	3,2	0,98	33,0	53,3
Wye Challenger	2348	415	7	33	43	1	14	263	8	8	56	60	16	0	3	5,3	5,0	0,94	23,9	43,6
Wye Northdown	1527	56	2	7	19	0	3	220	0	7	3	2	16	0	2	8,2	5,9	0,73	25,9	47,4
Wye Target	2431	403	7	28	37	1	17	169	0	17	12	9	34	9	4	12,6	5,7	0,45	34,7	58,6
Wye Viking	1927	100	5	35	15	0	14	250	31	8	46	46	16	0	3	6,7	5,1	0,75	22,6	44,3
Yeoman	2499	316	18	22	12	0	6	224	0	6	40	42	14	0	4	13,7	4,8	0,35	26,2	49,3
Zatecki	1486	82	2	7	27	0	7	277	11	8	4	2	17	0	3	5,4	3,2	0,58	26,9	47,6
Zenith	2761	106	3	24	33	2	10	268	0	8	81	86	17	0	3	9,7	3,7	0,38	20,7	49,0
Zeus	4951	151	11	12	11	0	1	144	0	17	12	10	33	13	1	12,8	4,4	0,34	34,5	56,4
Zitic	2485	2	2	13	14	5	11	273	6	7	4	2	15	0	7	7,2	6,2	0,87	19,1	42,5

Atherische Öle=Relativwerte, β -Caryophyllen=100, α - und β -Säuren in % ltr., Analoga in % der α - bzw. β -Säuren

7.3 Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller „Special Flavor-Hopfen“

Neben der sensorischen, organoleptischen Beurteilung werden zur Aroma-charakterisierung auch chemische Analysenmethoden eingesetzt. In Hüll werden die Gesamtöle mit der Wasserdampfdestillation nach EBC 7.10 und einzelne Ölkomponenten mit Gaschromatographie nach EBC 7.12. bestimmt. Da diese Methoden sehr zeitaufwändig sind, wird zum Screening für die Züchtung auch die Headspacegaschromatographie benutzt.

Die Aufgabenstellung dieses Forschungsprojektes war, die Methoden zu verfeinern, um bessere Aussagen zur Aromacharakterisierung zu bekommen und diese dann auch für die Züchtung nutzen zu können. Der Kooperationspartner dieses Projektes war PD Dr. M. Coelhan, Technische Universität München, WZW, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität.

7.3.1 Probenauswahl

Folgende Hopfensorten sollten für das Forschungsprojekt ausgewählt werden: die vier neuen Hüller „Special Flavor-Hops“ Polaris, Mandarina Bavaria, Huell Melon, und Hallertau Blanc. Als Referenz sollten die Sorten Hall. Mittelfrüher, Cascade, Hall. Magnum und Nelson Sauvignon dienen. Die neuen „Special Flavor-Hops“ als auch die Sorten Hall. Mittelfrüher, Cascade (aus Deutschland) und Hall. Magnum wurden von Hüll bereitgestellt. Die Proben wurden geteilt, Vakuum verpackt und bei -18°C gelagert. Ein amerikanischer Cascade und ein Nelson Sauvignon konnten nicht besorgt werden.

7.3.2 Sortencharakterisierung

Das erste Ziel war die Sorten chemisch zu charakterisieren unabhängig, ob die Substanzen aromaaktiv sind und ins Bier transferiert werden. Die Abb. 7.4 zeigt die Headspacegaschromatogramme des Hüller Labors, die das Ausgangswissen des Hüller Labors darstellen.

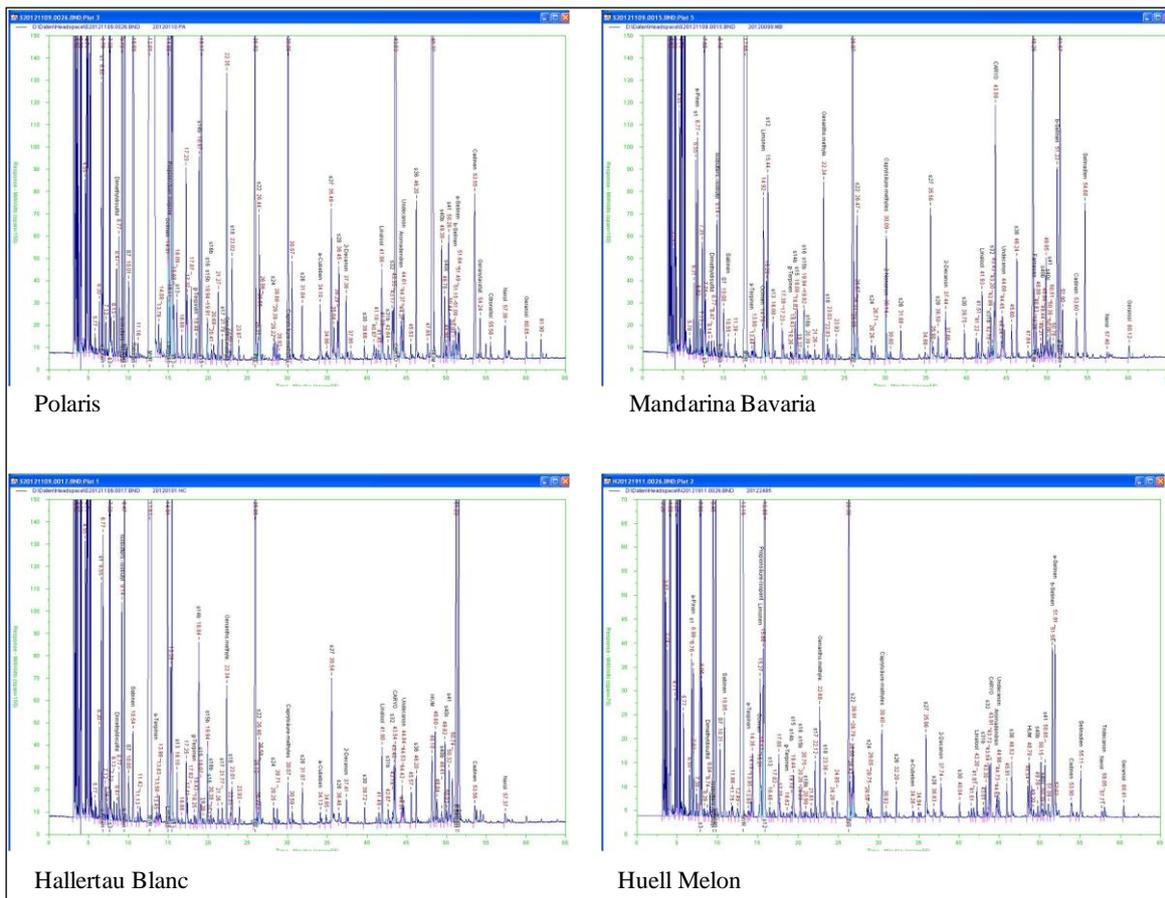


Abb. 7.4: Headspacegaschromatogramme der neuen Hüller „Special Flavor-Hops“

Die Sorte Polaris zeichnet sich durch einen sehr hohen Ölgehalt mit teilweise mehr als 5 ml/100 g Hopfen aus. Es gibt keine andere Hopfensorte mit einem solch hohen Ölgehalt. Bei der Ölzusammensetzung hat Polaris hohe Konzentrationen der Ester Isobutylisobutyrat, 2-Methylbutylisobutyrat, Önanthensäuremethylester, Caprylsäuremethylester, 4-Decensäuremethylester, 4,8-Decadiensäuremethylester und Geranylacetat. Auch typisch für Polaris ist das Monoterpen (E)- β -Ocimen.

Die Sorte Madarina Bavaria hat einen sehr großen Peak nach den α - und β -Selinen, der bei keiner anderen Hopfensorte so stark ausgeprägt ist. Dieser Peak sollte mit einem Massenspektrometer aufgeklärt werden.

Die Sorten Hallertau Blanc und Huell Melon sind sehr verschieden von traditionellen Hopfen. Die β -Caryophyllen und Humulen Peaks sind sehr niedrig, dafür sind die β - und α -Selinene sehr ausgeprägt. Die Sorte Huell Melon hat auch relativ hohe Konzentrationen des Esters 2-Methylbutylisobutyrat.

7.3.3 Ergebnisse PD Dr. Coelhan

Die von LfL zur Verfügung gestellten Hopfenöle wurden an drei unterschiedlichen GC-Systemen untersucht. Zwei Systeme hatten jeweils einen Flammenionisationsdetektor, jedoch mit einer DB-5- bzw. FFAP-Kapillarsäule unterschiedliche Trenneigenschaften. Bei dem dritten GC-System kam eine weitere Kapillarsäule mit der Bezeichnung DB-5MS, eine etwas andere Trennschicht als DB-5 zum Einsatz. Hierbei wurde als Detektor ein Massenspektrometer verwendet. Quantifizierungen wurden nur mittels reiner Vergleichsstandards am GC-System mit FFAP-Säule durchgeführt.

7.3.4 Quantifizierung von Hopfenölkomponenten:

Die Tab. 7.2 zeigt quantitative Auswertungen einiger aromaaktiver Verbindungen der neuen Hüller „Special Flavor-Hops“ im Vergleich zu Cascade und Hall. Magnum. Hüll Melon hat eine hohe Konzentration an niedermolekularen Estern und auch der Gehalt an Limonen ist sehr hoch. Limonen riecht intensiv zitrusartig. Polaris zeichnet sich durch einen besonders hohen Gehalt an Caprylsäuremethylester aus. Cascade und Polaris besitzen ein hohes Level der blumig riechenden Substanz Geranylacetat. Bei Mandarina Bavaria ist der Geraniolgehalt sehr hoch und Nerol, das cis-Isomere zu Geraniol, ist bei Cascade, Hall. Magnum und Polaris in größeren Mengen vorhanden.

Tab. 7.2: Ausgewählte aromaaktive Ölkomponenten in ‰ des Gesamtöls

	Cascade	Hall. Magnum	Polaris	Mandarina Bavaria	Hall. Blanc	Hüll Melon
Isobutylisobutyrat	7,9	1,6	9,2	8,5	4,1	21,7
Myrcen	522,0	478,0	559,6	575,2	714,8	436,0
2-Methylbutyl-isobutyrat	19,0	12,4	10,3	14,1	12,0	31,2
Limonen	16,8	14,4	19,2	1,9	16,6	43,2
Heptansäuremethylester	5,0	5,6	9,4	12,1	9,7	13,3
Octansäuremethylester	1,6	3,6	17,2	6,4	2,7	8,0
Citronellal	3,9	5,8	5,4	2,6	1,1	2,0
Nonansäuremethylester	1,9	3,3	5,8	8,0	3,5	8,6
Linalool	4,3	3,6	2,8	3,1	4,1	2,8
cis-4-Decensäuremethylester	6,4	18,4	16,0	16,0	6,8	19,2
Geranylacetat	48,4	22,4	33,1	12,6	18,8	7,2
Citronellol	8,9	12,0	10,4	6,2	2,7	4,6
Nerol	20,6	21,0	12,5	1,3	4,8	3,4
Geraniol	2,3	1,9	0,8	6,9	0,8	2,7

Die Tab. 7.3 zeigt die Löslichkeit einiger aromaaktiver Verbindungen in Wasser. Je polarer eine Verbindung ist, desto besser ist sie in Wasser löslich. Bei Bier ist die Löslichkeit noch etwas höher, da Bier einen Anteil von 5 % Ethanol hat, das als Lösungsvermittler wirkt.

Tab. 7.3: Löslichkeit einiger Ester und Terpenalkohole in Wasser

Substanz	Löslichkeit in Wasser
Isobutylisobutyrat	1,0 g/l
2-Methylbutyl-isobutyrat	0,5 g/l
Octansäuremethylester	0,064 g/l
Linalool	1,45 g/l
Geranylacetat	< 0,01 g/l
Citronellol	< 0,01 g/l
Nerol	< 1 g/l
Geraniol	0,69 g/l

7.3.5 GC-MS Untersuchungen

Die Sorte Mandarina Bavaria hat als typisches Merkmal einen großen Peak bei den Selinen und davor noch einen kleineren Peak. Diese Substanzen wurden von PD Dr. Coelhan mit Hilfe eines Massenspektrometers aufgeklärt.

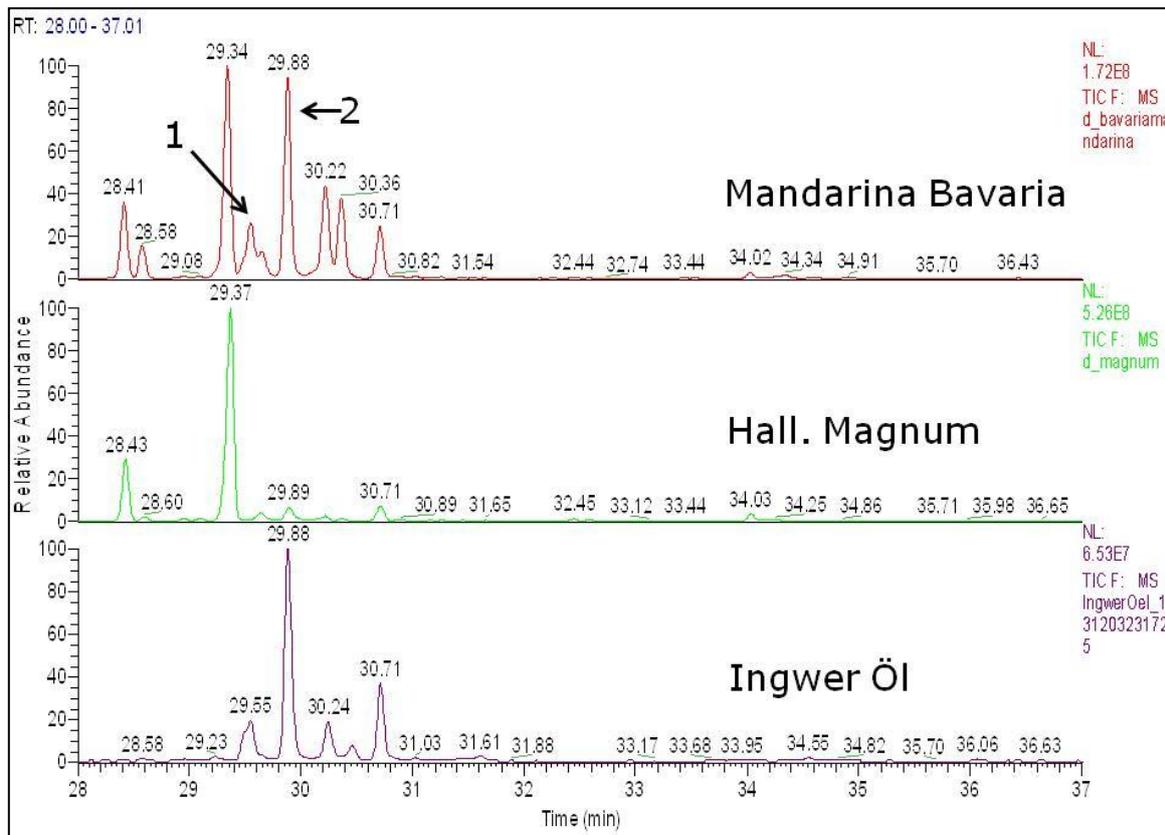


Abb. 7.5: Ausschnitte der Chromatogramme von Mandarina Bavaria, Hall. Magnum und Ingwer Öl

Die Peaks 1 und 2 sind bei Magnum vorhanden (Abb. 7.5), aber nicht so ausgeprägt wie bei Mandarina Bavaria. Herr Dr. Coelhan konnte den Peak 1 als alpha-Curcumen und den Peak 2 als Zingiberen identifizieren. Zingiberen hat seinen Namen vom Ingwer (Zingiber officinale). Abb. 7.6 zeigt die chemischen Strukturen von α -Curcumen und Zingiberen

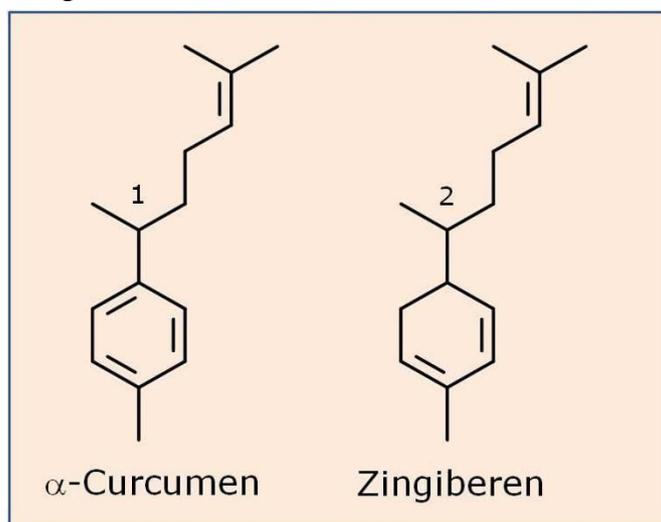


Abb. 7.6: Chemische Strukturen von α -Curcumen und Zingiberen

7.3.6 Aromaaktive Substanzen

PD Dr. Coelhan hat mit der GC-Sniffing-Technik (Gaschromatograph mit olfaktorischen Detektor) aromaaktive Substanzen bei den neuen Hüller Flavour Hopfen identifiziert. Die Tab. 7.4 zeigt die Sniffing Ergebnisse von Frau Weihrauch. BLQ-Sniffingergebnisse waren auch sehr ähnlich.

Tab. 7.4: Sniffing Ergebnisse von Frau Weihrauch

RT	Substanz	Polaris		Mandarina Bavaria		Hüll Melon		Hallertau Blanc		Cascade	
14,84	Kein Peak									grasig	intensiv
15,83	Kein Peak	angenehm	leicht								
16,14	Buttersäure-isopropylester					fruchtig	leicht				
16,25	Kein Peak					fruchtig	leicht				
19,33	Kein Peak		leicht								
19,44	Propionsäure-2-methylbutylester				leicht						
19,64	unbekannt				leicht						
20,13	Myrcen	grasig		grasig,wie Heu	intensiv	grasig,wie Heu		grasig,wie Heu	intensiv	grasig	intensiv
20,39	Beta-Pinen				leicht						
20,54	Buttersäureisopentylester			Stachelbeere							
21,62	Beta-Phellandren?	grasig					leicht				
22,45	unbekannt							citrus	leicht	citrus	intensiv
22,58	Linalool									citrus	intensiv
22,63	Isovaleriansäure-2-methylbutylester	fruchtig				citrus	leicht			citrus	intensiv
22,97	C8-methylester	sehr fruchtig	intensiv	fruchtig	intensiv	citrus	intensiv	citrus	leicht	citrus	intensiv
23,02	unbekannt			fruchtig	dezent						
23,53	unbekannt		leicht								
23,94	kein Peak	grasig			leicht			fruchtig	leicht		
24,65	4-Nonensäuremethylester					citrus, fruchtig	leicht				
24,79	C9-methylester			fruchtig	stark	citrus, fruchtig	intensiv				
25,15	unbekannt					citrus, fruchtig	intensiv				
25,44	unbekannt			fruchtig							
26,88	Methylgeranat		leicht								
27,15	Buttersäureoctylester?						leicht				
27,35	Kein Peak			fruchtig	leicht						
27,50	Geranylacetat?		leicht								
28,78	unbekannt	citrus	intensiv	fruchtig	intensiv	Melone		fruchtig	leicht	fruchtig	leicht
30,00	Propionsäure-3,7-dimethyl-2,6-octadienylester		leicht								
30,66	2-Tridecanon	alter Hopfen									
31,49	unbekannt									fruchtig	leicht

7.3.7 Schwefelverbindungen (Thiole)

Schwefelverbindungen kommen im Hopfen im ppb-Bereich vor und sind sehr aromaaktiv. Als Reinsubstanz sind sie übelriechend, im Spurenbereich aber durchaus positiv zu bewerten (z.B. Skatol in Chanel N°5). Ihr Geruchsschwellenwert ist sehr gering. In letzter Zeit wurden viele Veröffentlichungen über Schwefelverbindungen in Hopfen publiziert. PD Dr. Coelhan machte erste informative Untersuchungen mit einem GC ausgestattet mit einem flammenphotometrischen Detektor. Für die Sorte Cascade gilt in der Literatur die Substanz 4-Mercapto-4-Methyl-2-pentanon (4MMP) als typisch. In Hüll ist ein Standard vorhanden. Diese Verbindung konnte aber mit einem GC-FID noch nicht nachgewiesen werden. In Headspace GC-FPD-Chromatogrammen konnten Methylsulfid und Dimethylsulfid neben anderen nicht identifizierten Schwefelverbindungen detektiert werden (Abb. 7.7).

Tiefer gehende Untersuchungen zu Schwefelverbindungen in Hopfen hätten den Rahmen dieses Projektes gesprengt und sollen in einem Folgeprojekt bearbeitet werden.

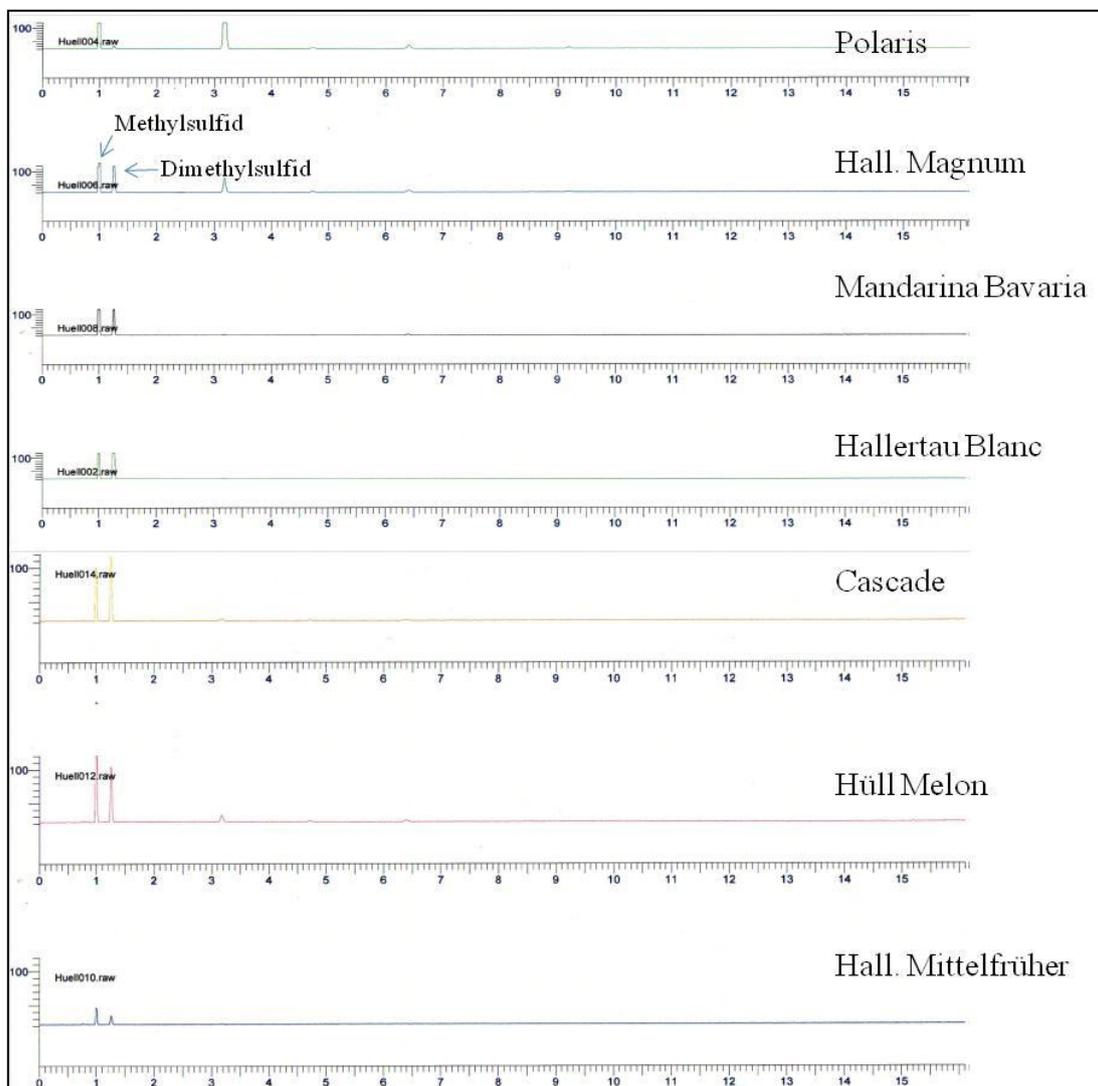


Abb. 7.7: Chromatogramme aufgenommen mit einem flammenphotometrischen Detektor

7.3.8 Ringanalysen zur Ernte 2013

Seit dem Jahr 2000 gibt es bei den Hopfenlieferverträgen eine Zusatzvereinbarung, in der die α -Säuregehalte Berücksichtigung finden. Der im Vertrag vereinbarte Preis gilt, wenn der α -Säuregehalt in einem sogenannten Neutralbereich liegt. Wird dieser Neutralbereich über- bzw. unterschritten, gibt es einen Zu- oder Abschlag. Im Pflichtenheft der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik ist genau festgelegt, wie mit den Proben verfahren wird (Probenteilung, Lagerung), welche Laboratorien die Nachuntersuchungen durchführen und welche Toleranzbereiche für die Analysenergebnisse zugelassen sind. Auch im Jahr 2013 hatte die Arbeitsgruppe IPZ 5d wieder die Aufgabe, Ringanalysen zu organisieren und auszuwerten, um die Qualität der α -Säureanalytik sicherzustellen.

Im Jahr 2013 haben sich folgende Laboratorien an dem Ringversuch beteiligt:

- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Au/Hallertau
- NATECO₂ GmbH & Co. KG, Wolnzach
- Hopfenveredlung St. Johann GmbH & Co. KG, St. Johann
- Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Werk Mainburg
- Hallertauer Hopfenverwertungsgenossenschaft (HVG), Mainburg
- Agrolab GmbH, Oberhummel
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll

Der Ringversuch startete im Jahr 2013 am 10. September und endete am 8. November, da in dieser Zeit der Großteil der Hopfenpartien in den Laboratorien untersucht wurde. Insgesamt wurde der Ringversuch neunmal (9 Wochen) durchgeführt. Das Probenmaterial wurde dankenswerterweise von Herrn Hörmannsperger (Hopfenring Hallertau) zur Verfügung gestellt. Jede Probe wurde immer nur aus einem Ballen gezogen, um eine größtmögliche Homogenität zu gewährleisten. Jeweils am Montag wurden die Proben in Hüll mit einer Hammermühle vermahlen, mit einem Probenteiler geteilt, vakuumverpackt und zu den einzelnen Laboratorien gebracht. An den darauf folgenden Wochentagen wurde immer eine Probe pro Tag analysiert. Die Analysenergebnisse wurden eine Woche später nach Hüll zurückgegeben und dort ausgewertet. Im Jahr 2013 wurden insgesamt 34 Proben analysiert.

Die Auswertungen wurden so schnell wie möglich an die einzelnen Laboratorien weitergegeben. Die Abb. 7.8 zeigt eine Auswertung als Beispiel, wie ein Ringversuch im Idealfall aussehen sollte. Die Nummerierung der Laboratorien (1-7) entspricht nicht der obigen Zusammenstellung. Die Berechnung der Ausreissertests erfolgt gemäß DIN ISO 5725. Innerhalb der Laboratorien wurde der Cochran-Test und zwischen den Laboratorien der Grubbs-Test gerechnet.

Nr. 13: HSD (01.10.2013)

Labor	KW		mittel	s	cvr
1	3,49	3,51	3,50	0,014	0,4
2	3,39	3,44	3,42	0,035	1,0
3	3,63	3,56	3,60	0,049	1,4
4	3,46	3,36	3,41	0,071	2,1
5	3,59	3,59	3,59	0,000	0,0
6	3,43	3,51	3,47	0,057	1,6
7	3,46	3,47	3,47	0,007	0,2

mean	3,49
sr	0,042
sL	0,069
sR	0,081
vkR	1,19
vkR	2,32
r	0,12
R	0,23
Min	3,36
Max	3,63

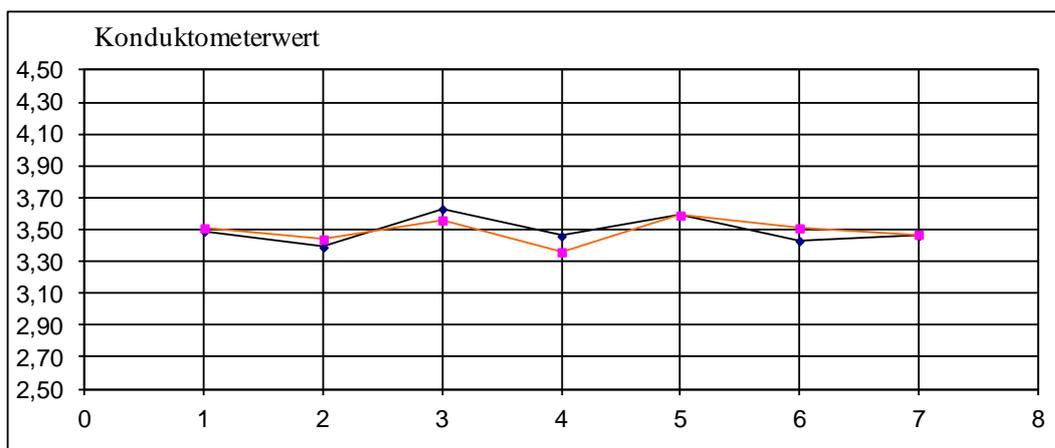


Abb. 7.8: Auswertung einer Ringanalyse

In der Tab. 7.5 sind die Ausreisser des Jahres 2013 zusammengestellt.

Tab. 7.5: Ausreisser des Jahres 2013

Probe	Cochran		Grubbs	
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$
30	0	1	0	1
Gesamt:	0	1	0	1

Die Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik hat beschlossen, die bisherigen Analysentoleranzen zu aktualisieren, da neuere Sorten mit höheren alpha-Säuregehalten die alpha-Bereiche verändert haben. Es gibt jetzt 5 alpha-Säurenklassen und neu berechnete Toleranzgrenzen d-kritisch (Tab. 7.6). Die Einteilung dieser alpha-Säurenklassen und Berechnung der neuen d-kritisch erfolgte auf den Ergebnissen der vom Hüller Labor durchgeführten Ringanalysen von 2005-2012. Die Tab. 7.6 zeigt die neue Einteilung und die Überschreitungen des Jahres 2013.

Tab. 7.6: aktualisierte alpha-Säurenklassen und Toleranzgrenzen sowie deren Überschreitungen im Jahr 2013

	< 5,0 %	5,0 % - 8,0 %	8,1 % - 11,0 %	11,1 % - 14 %	> 14,0 %
d kritisch Bereich	+/-0,3 0,6	+/-0,4 0,8	+/-0,5 1,0	+/-0,6 1,2	+/- 0,7 1,4
Überschreitungen im Jahr 2013	0	0	0	0	0

Im Jahr 2013 gab es keine Überschreitung der zugelassenen Toleranzgrenzen. In der Abbildung 7.9 sind alle Analysenergebnisse für jedes Labor als relative Abweichungen zum Mittelwert (= 100 %) differenziert nach α -Säuregehalten <5 %, \geq 5 % und <10 % sowie \geq 10 % zusammengestellt. Aus dieser Grafik kann man sehr gut erkennen, ob ein Labor tendiert zu hohe oder zu tiefe Werte zu analysieren.

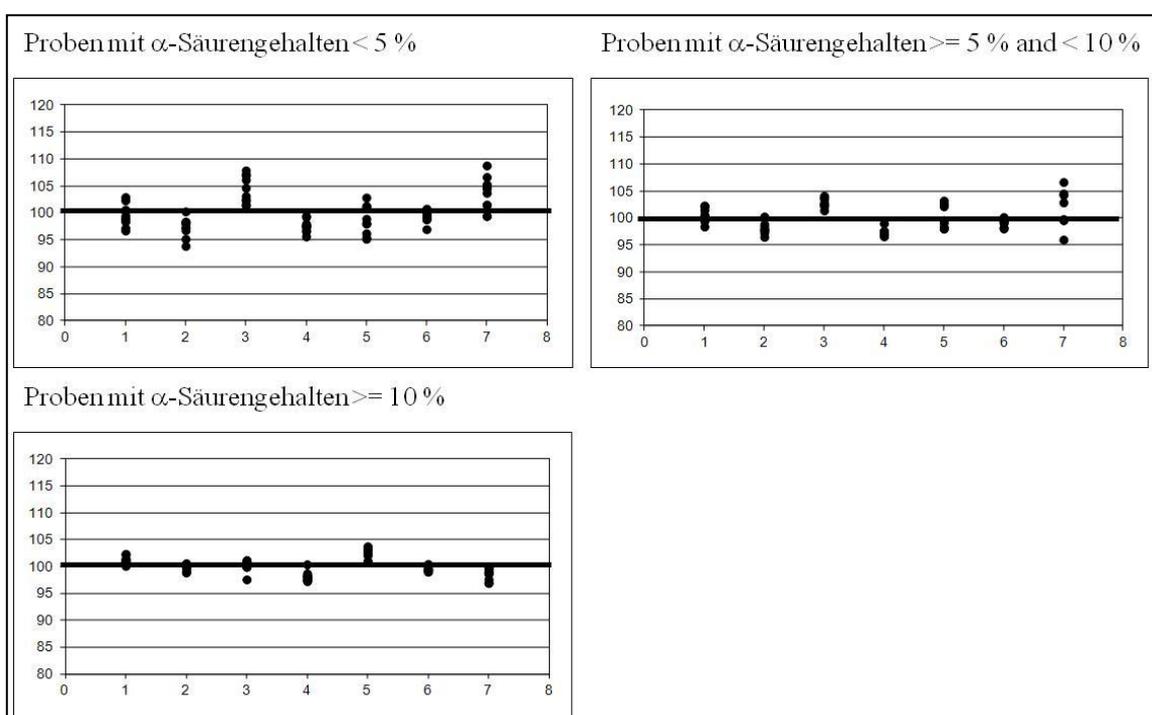


Abb. 7.9: Analysenergebnisse der Laboratorien relativ zum Mittelwert

Das Hüller Labor hat die Nummer 5.

7.3.9 Auswertung von Kontrolluntersuchungen

Zusätzlich zu den Ringversuchen werden seit dem Jahr 2005 Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die die Arbeitsgruppe IPZ 5d auswertet und dann die Ergebnisse an die beteiligten Laboratorien sowie an den Hopfenpflanzer- und Hopfenwirtschaftsverband weitergibt. Ein Erstuntersuchungslabor wählt drei Proben pro Woche aus, die dann gemäß des Pflichtenhefts der AHA von drei verschiedenen Laboratorien analysiert werden. Der Erstuntersuchungswert gilt, wenn der Mittelwert der Nachuntersuchung und der Erstuntersuchungswert innerhalb der Toleranzgrenzen (Tab. 7.7) liegen. Die Tab. 7.7 zeigt die Ergebnisse des Jahres 2013. Seit dem Jahr 2005 wurden bisher alle Erstuntersuchungswerte bestätigt.

Tab. 7.7: Kontrolluntersuchungen des Jahres 2013

Proben- bezeichnung	Erstuntersuchungs- labor	Erstunter- suchung	Nachuntersuchung			Mittel- wert	Ergebnis bestätigt
			1	2	3		
KW 37 HHT 1	HHV Au	4,8	4,6	4,7	4,8	4,70	ja
KW 37 HHT 2	HHV Au	4,8	4,6	4,7	4,9	4,73	ja
KW 37 HNB	HHV Au	6,0	5,8	5,8	6,2	5,93	ja
QK 896 HHT	NATECO2 Wolnzach	4,6	4,3	4,3	4,4	4,33	ja
QK 919 HPE	NATECO2 Wolnzach	5,5	5,3	5,3	5,3	5,30	ja
QK 925 HNB	NATECO2 Wolnzach	7,3	6,8	6,9	7,1	6,93	ja
HMR-KW 39	HVG Mainburg	10,0	9,7	10,0	10,1	9,93	ja
HHM-KW 39	HVG Mainburg	11,3	11,4	11,5	11,6	11,50	ja
HHT-KW 39	HVG Mainburg	6,4	6,2	6,3	6,4	6,30	ja
KW 40 HNU	HHV Au	9,6	9,4	9,6	9,7	9,57	ja
KW 40 HHM	HHV Au	12,5	12,3	12,3	12,4	12,33	ja
KW 40 HHS	HHV Au	16,3	16,0	16,2	16,3	16,17	ja
QK 2664 HHM 1	NATECO2 Wolnzach	13,1	12,7	12,8	12,9	12,80	ja
QK 2653 HHM 2	NATECO2 Wolnzach	12,9	12,6	12,6	12,7	12,63	ja
QK 2671 HHS	NATECO2 Wolnzach	14,9	14,4	14,5	14,5	14,47	ja
HHM-KW 41	HVG Mainburg	11,6	11,6	11,6	11,6	11,60	ja
EHM-KW 42	HVG Mainburg	13,4	13,0	13,0	13,1	13,03	ja
HHM-KW 42	HVG Mainburg	12,0	11,7	11,7	11,8	11,73	ja
KW 43 HHM 1	HHV Au	10,6	10,6	10,6	10,8	10,67	ja
KW 43 HHM 2	HHV Au	12,7	12,5	12,6	12,7	12,60	ja
KW 43 HHS	HHV Au	15,7	15,5	15,5	15,5	15,50	ja
QK 3701 HNU 1	NATECO2 Wolnzach	10,8	10,5	10,7	10,8	10,67	ja
QK 3702 HNU 2	NATECO2 Wolnzach	8,4	7,9	8,0	8,2	8,03	ja
QK3701 HNU 4	NATECO2 Wolnzach	9,9	9,5	9,5	9,6	9,53	ja
HHM 1-KW 44	HVG Mainburg	12,4	12,2	12,3	12,4	12,30	ja
HHM 2 KW 44	HVG Mainburg	12,5	12,5	12,6	12,6	12,57	ja
HHS 2-KW44	HVG Mainburg	15,1	15,0	15,1	15,1	15,07	ja

7.4 Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung der HPLC-Standards

Im Herbst 2010 wurde von der AHA der internationale Kalibrierextrakt ICE 3 eingeführt. Das Hüller Labor hatte dabei die Aufgabe, α -Säuren in möglichst hoher Reinheit (>98 %) herzustellen, die für dessen Kalibrierung und Überprüfung als Standard benötigt werden. Die Stabilität des Kalibrierextrakts wird zweimal im Jahr von den AHA-Laboratorien überprüft. Aus einem CO₂-Extrakt mit einem hohen α -Säuregehalt wird zunächst durch Umsetzung mit ortho-Phenylendiamin der ortho-Phenylendiamin-Komplex dargestellt (Abb. 7.10).

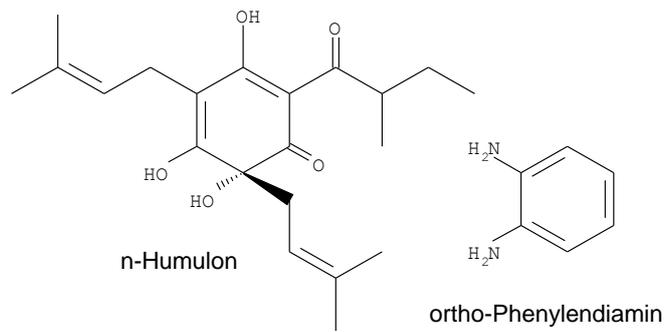


Abb. 7.10: ortho-Phenylendiamin-Komplex und dessen chemische Struktur

Dieser Komplex kann durch mehrfache Umkristallisation aufgereinigt werden. Aus dem Komplex werden dann die reinen α -Säuren freigesetzt. Es hat sich herausgestellt, dass der Komplex selbst sehr stabil ist und als Standard für die ICE Überprüfungen benutzt werden kann.

7.5 Biogenese der Hüller Special-Flavor-Hopfen

Im Jahr 2013 wurde wieder die Biogenese der ätherischen Öle und alpha-Säuren durchgeführt. Die Abb. 7.11 zeigt die Gesamtöle, diesmal konnte auch die Sorte Hüll Melon berücksichtigt werden.

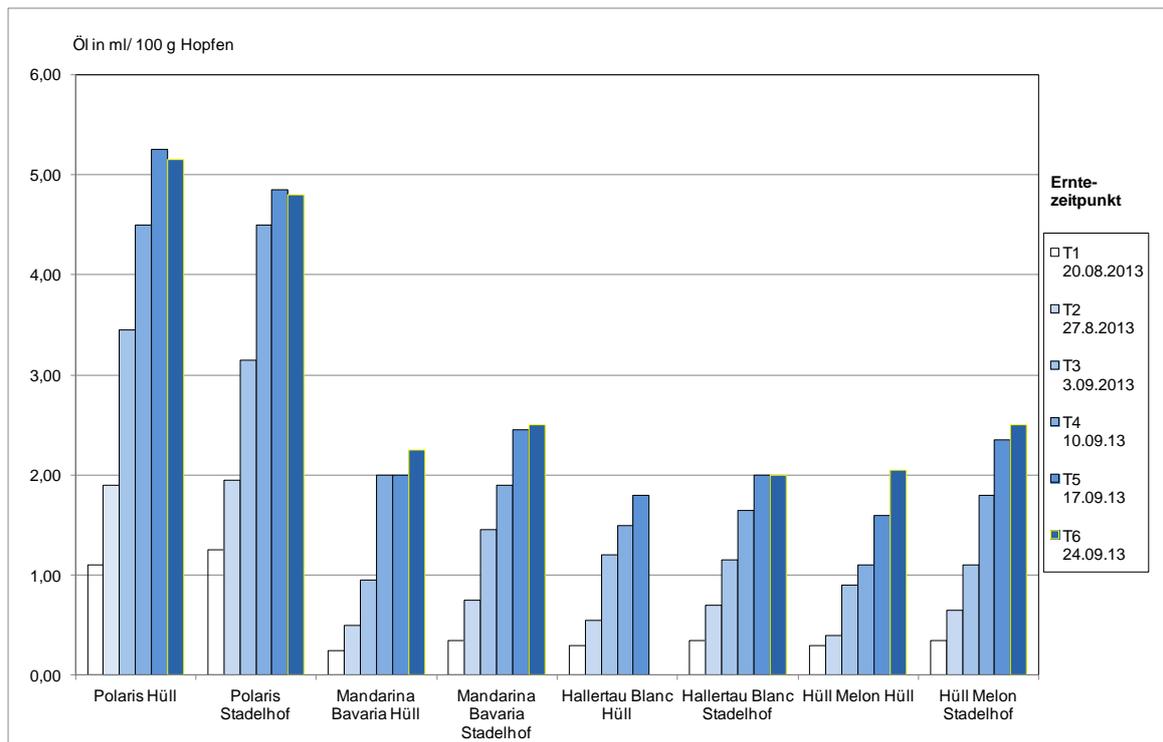


Abb. 7.11: Biogenese des Gesamtölgehalts der neuen Hüller Special-Flavor-Hops

Das Jahr 2013 war durch eine lange heiße Trockenperiode geprägt. Anfang September gab es aber noch genug Niederschläge. Die Gesamtöle konnten noch aufholen und erreichten das Niveau des Jahres 2012. Die Abb. 7.12 zeigt die Biogenese der alpha-Säuren.

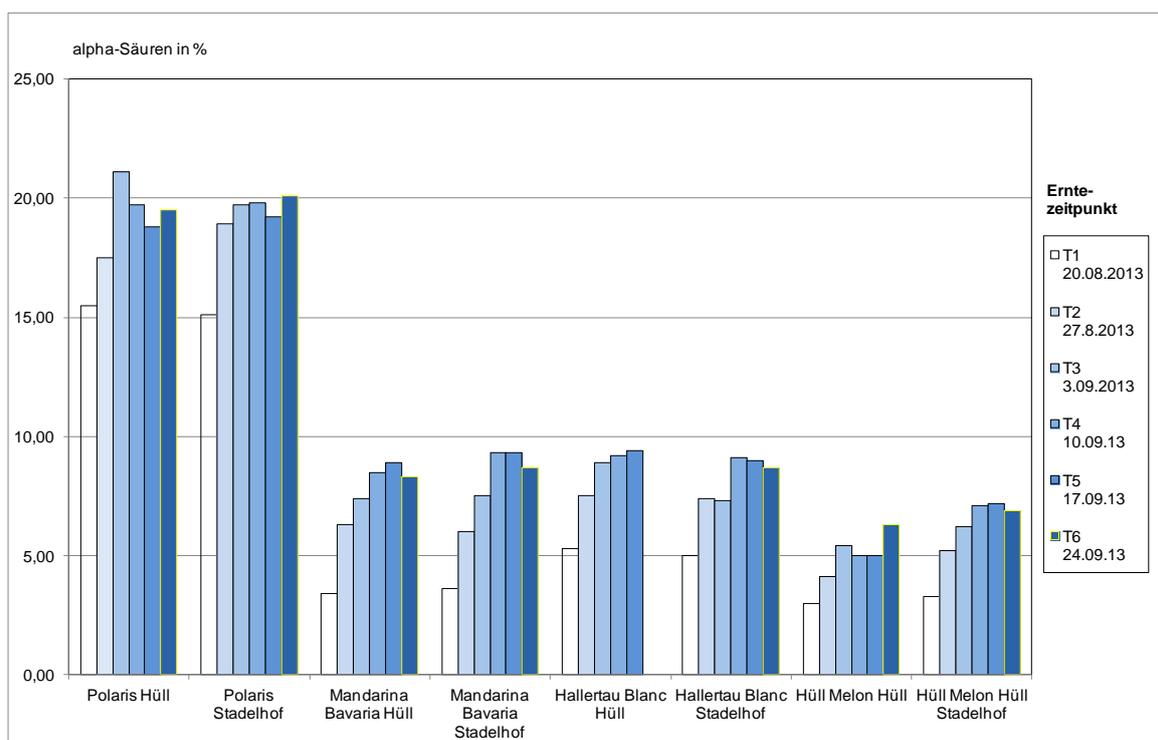


Abb. 7.12: Biogenese der alpha-Säuren der neuen Hüller Special-Flavor-Hops

Der alpha-Säuregehalt ist nicht so stark vom Erntezeitpunkt abhängig wie der Gesamtölgehalt. Beim alpha-Säuregehalt konnte wie bei allen Hopfensorten das Niveau des Vorjahres nicht erreicht werden.

Die Auswertung einzelner ÖlkompONENTEN folgt noch und wird im nächsten Jahresbericht veröffentlicht.

7.6 Analysen für die Arbeitsgruppe IPZ 3d „Heil- und Gewürzpflanzen“

Für die Arbeitsgruppe IPZ 3d Heil- und Gewürzpflanzen wurden folgende Spezialanalysen gemacht:

Salvia miltiorrhiza: 60 Doppelbestimmungen Tanshinon

7.7 Kontrolle der Sortenechtheit

Die Überprüfung der Sortenechtheit für die Lebensmittelüberwachungsbehörden als Amtshilfe ist eine Pflichtaufgabe der Arbeitsgruppe IPZ 5d.

Sortenüberprüfungen für die Lebensmittelüberwachungsbehörden (Landratsämter)	14
davon Beanstandungen	0

8 Veröffentlichungen und Fachinformationen

8.1 Übersicht zur Öffentlichkeitsarbeit

	Anzahl		Anzahl
Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge	50	Führungen	50
LfL-Schriften	3	Ausstellungen und Poster	10
Pressemitteilungen	-	Aus- und Fortbildung	5
Beiträge in Rundfunk und Fernsehen	5	Diplomarbeiten	-
Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare	17	Mitarbeit in Arbeitsgruppen	30
Vorträge	109	Ausländische Gäste	265

8.2 Veröffentlichungen

8.2.1 Praxisinformationen und wissenschaftliche Beiträge

Cocuzza, S., Lutz, A. Müller-Auffermann, K. (2013): Influence of Picking Date on the Initial Hop Storage Index of Freshly Harvested Hops. Master Brewers Association of the Americas - Technical Quarterly, 50 (2), MBAA TQ, Hrsg.: Master Brewers Association of the Americas, 66 - 71

Gobor, Z., Fuß, J. Fröhlich, G. Portner, J. (2013): Development of a stationary fully automated hop picking machine prototype. Proceedings of the EFITA 2013 "Sustainable Agriculture through ICT innovation" conference

Gobor, Z., Fröhlich, G. Portner, J. (2013): Automated Attachment of Supporting Wires in High Trellis of Hops – Initial Investigation and Study of Performance of an Advanced Prototype. Applied Engineering in Agriculture, 29(1): 11-16. @2013, Hrsg.: American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan, 11 - 16

Gobor, Z., Fuß, J. Fröhlich, G. Portner, J. (2013): Stationary fully automated Hop Picking Machine-Concept, Prototyping and Preliminary Testing. Proceedings of the International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V. CIOSTA XXXV Conference "From Effective to Intelligent

Kammhuber, K. (2013): Ergebnisse von Kontroll- und Nachuntersuchungen für Alphaerträge der Ernte 2012. Hopfen-Rundschau, 64 (09), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 312 - 313

Kammhuber, K. (2013): Flavonoide zur Sortendifferenzierung bei Hopfen. Brauwelt, 153 (24), Hrsg.: Dr.-Ing. Karl-Ullrich Heyse, 712 - 715

Kammhuber, K., Evi Neuhof-Buckl (2013): Erste Untersuchungen zur Biogenese der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen. Hopfenrundschau International, 2013/2014, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 92 - 94

Kammhuber, K. (2013): Analytical aroma characterization of the new Hüller "Special-Flavor-Hops". Proceedings, Scientific Commission, International Hop Growers' Convention, Hrsg.: E. Seigner, Kiew, Ukraine, 37 - 39

Lutz, A.; Kneidl, J., Kammhuber, K. Felsl, M. Hainzlmeier, M. Petzina, C. Pflügl, U. Wyschkon, B. Suchostawski, Ch. (2013): Bonitierung und Ergebnisse für die Deutsche Hopfenausstellung 2013. Hopfen-Rundschau, 64 (12), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer, 413 - 416

- Lutz, A.; Seigner, E. (2013): Hopfenbauversammlungen der LfL. Hopfenrundschaue, 64 (03), Hrsg.: Verband deutscher Hopfenpflanzer, 78 - 79
- Maurer, K., Radišek, S. Berg, G. Seefelder, S. (2013): Real-time PCR assay to detect *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in hops: development and. Journal of Plant Diseases and Protection, 120 (3), Hrsg.: Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 105 - 114
- Maurer, K., Zachow, C. Seefelder, S. Berg, G. (2013): Initial Steps towards Biocontrol in Hops: Successful Colonization and Plant Growth Promotion by four Bacterial Biocontrol Agents. Agronomy, 583 - 594
- Oberhollenzer, K. (2013): Histochemical and molecular studies of the interaction of hop with the hop powdery mildew fungus. Dissertaton, Techn. Univer. München, Lehrstuhl Phytopathologie, 1 - 98
- Oberhollenzer, K., Seigner, E. Eichmann, R. Hückelhoven, R. (2013): Technique to Assess Gene Function in Hop (*Humulus lupulus* L.) - Powdery Mildew Interactions. Acta Horticulturae, 1010, Proceedings of the IIIrd International Humulus Symposium, Hrsg.: ISHS (International Society for Horticultural Science), J. Patzak and A. Koutoulis, 59 - 66
- Portner, J. (2013): LfL-Deckungsbeitragsberechnung für Hopfen im Internet jetzt möglich!. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 2, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 56 - 56
- Portner, J. (2013): Nmin-Untersuchung in Hopfen und erste Empfehlung zur Stickstoffdüngung 2013! . Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 110 - 110
- Portner, J. (2013): Gezielte Stickstoffdüngung des Hopfens nach DSN (Nmin). Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 4, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 124 - 124
- Portner, J. (2013): Übermittlung von Angaben im Hopfensektor - EU-Erntebericht Hopfen 2012. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 156 - 157
- Portner, J., Brummer, A. (2013): Nmin-Untersuchung 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 161 - 161
- Portner, J. (2013): Peronosporabekämpfung - Planen Sie Ihren Mitteleinsatz. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 200 - 200
- Portner, J. (2013): Zwischenfruchteinsaat im Hopfen für KuLaP-Betriebe (A 33) spätestens bis 30.Juni vornehmen!. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 200 - 200
- Portner, J. (2013): Kostenfreie Rücknahme von Pflanzenschutz-Verpackungen PAMIRA 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 272 - 272
- Portner, J. (2013): Rebenhäcksel bald möglichst ausbringen!. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 276 - 276
- Portner, J., Kammhuber, K. (2013): Fachkritik zur Moosburger Hopfenschau 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 11, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 372 - 374
- Portner, J. (2013): Hopfen 2013 - Grünes Heft. LfL-Information, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Rühlicke, G., Fuß, S. Portner, J. (2013): Bedeutung von Magnesium im Hopfenbau. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 122 - 123
- Schätzl, J. (2013): Pflanzenstandsbericht April 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 5, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 165 - 165
- Schätzl, J. (2013): Pflanzenstandsbericht Mai 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 6, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 203 - 203
- Schätzl, J. (2013): Pflanzenstandsbericht Juni 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 7, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 226 - 226
- Schätzl, J. (2013): Pflanzenstandsbericht Juli 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 8, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 276 - 276
- Schätzl, J. (2013): Pflanzenstandsbericht August 2013. Hopfen-Rundschaue, 64. Jahrgang, Nr. 9, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzer e.V., 311 - 311
- Seefelder, S., Maurer, K. Niedermeier, E. Berg, G. Javornik, B. Radisek, S. (2013): Research activities against hop wilt in German hop growing regions. Proceeding of the Scientific Commission, Hrsg.: Scientific Commission, International Hop Growers'Convention, 55 - 56

- Seigner, E., Lutz, A., Kneidl, J., Kammhuber, K. (2013): Breeding of Special Flavor Hops to pave the way to the craft brewers. Proceedings, Scientific Commission, International Hop Growers`Convention, Hrsg.: E. Seigner, 22 - 25
- Seigner, E. (2013): Hopfenwissenschaftler aus aller Welt zu Gast in Kiew - Hop scientists from all over the world hosted in Kiev. Hopfenrundschau International, Hrsg.: Deutscher Hopfenpflanzerverband, 100 - 101
- Seigner, E., Lutz, A. (2013): A dazzling array of aromas. Brewing and Beverage Industry - International, 2, Hrsg.: W. Burkart, 24 - 25
- Seigner, E., Lutz, A., Seigner, L. (2013): Monitoring von Virus- und Viroid-Infektionen - Wird über Kompost eine neue Hopfenkrankheit verbreitet? Hopfen-Rundschau, 07, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzler, 224 - 225
- Seigner, E.; Lutz, A. (2013): Ein Feuerwerk der Aromen - Vier neue Hopfensorten aus Hüll. BrauIndustrie, 1-2013, Hrsg.: Sachon Verlag, 16 - 17
- Seigner, E.; Lutz, A. (2013): Aroma, das im Bier ankommt - Die Hüller Special Flavor-Hopfen zaubern einzigartige Aromen ins Bier - The Hüll Special Flavor Hops work magic in unique beer aromas. Hopfenrundschau International, 2013/2014, Hrsg.: Deutscher Hopfenpflanzerverband, 73
- Seigner, L., Lutz, A., Seigner, E. (2013): Monitoring of Hop stunt viroid and dangerous viruses in German hop gardens. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers`Convention, Hrsg.: Scientific Commission, E. Seigner, 60
- Sichelstiel, W., Wick, M. (2013): EU-Arbeitsgruppe Lückenindikationen Hopfen. Hopfen-Rundschau, 06/2013, Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzler e.V., 196 - 199
- Sichelstiel, W., Bögel, C. (2013): Abgabe von Hopfenfechsern nur mit Pflanzenpass. Hopfen-Rundschau, 05, 158 - 160
- Sichelstiel, W., Wick, M. (2013): EU-Arbeitsgruppe Lückenindikationen Hopfen. Hopfenrundschau International, 64 (06), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzler e.V., 22 - 23
- Sichelstiel, W., Bögel, C. (2013): Pflanzenpass Hopfen - Pflicht und Notwendigkeit. Hopfen-Rundschau, 64 (12), Hrsg.: Verband Deutscher Hopfenpflanzler e.V., 412
- Sichelstiel, W., Weihrauch, F., Schwarz, J. (2013): EU-Commodity Expert Group Minor Uses Hop - A cooperation to close gaps and to harmonize plant protection at EU-level. Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, Kiev, Ukraine, 04-09 June 2013, 50
- Weihrauch, F., Schwarz, J. (2013): Downy mildew control in organic hops by the minimal use of copper fungicides – how low can we go?, Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers`Convention, Kiev, Ukraine, 04-09 June 2013, 51 - 54
- Weihrauch, F. (2013): C-Falter *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758). In: Tagfalter in Bayern, Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V. & Bayerisches Landesamt für Umwelt, 379 - 380. Ulmer, Stuttgart
- Weihrauch, F., Schwarz, J. (2013): Versuche 2012 zur Kupferminimierung im ökologischen Hopfenbau. Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut, 170, Fachgespräch "Kupfer als Pflanzenschutzmittel", Berlin-Dahlem, 7. Dezember 2012, 46 - 54
- Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Kammhuber, K., Lutz, A. (2013): Einfluss des Blattlausbefalls auf die Qualität von Hopfendolden. Brauwelt, 153 (49), 1542 - 1546
- Weihrauch, F., Baumgartner, A., Felsl, M., Kneidl, J., Lutz, A. (2013): Simple is Beautiful: a New Biotest for the Aphid Tolerance Assessment of Different Hop Genotypes. Acta Horticulturae, 1010, Proceedings of the Third International Humulus Symposium, 97 - 102
- Weihrauch, F. (2013): Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau (BÖLN-Projekt 2809OE058) - 3. Zwischenbericht 2012, Projekt-Zwischenbericht, Hrsg.: LfL, 1 - 14

8.2.2 LfL-Schriften

Name	Arbeitsgruppe	LfL-Schriften	Titel
Arbeitsbereich Hopfen IPZ 5	IPZ 5	LfL-Information	Jahresbericht 2012 - Sonderkultur Hopfen
Arbeitsbereich Hopfen IPZ 5	IPZ 5	LfL-Faltblatt	Hopfen - Krankheiten - Schädlinge, Nichtparasitäre Schadbilder
Portner, J.	IPZ 5a	LfL-Information	Hopfen 2013 - Grünes Heft

8.2.3 Beiträge in Rundfunk und Fernsehen

Name/AG	Sendetag	Thema	Titel der Sendung	Sender
Lutz, A. IPZ 5c	23.04.2013	Special Flavor-Hopfen aus Hüll		Radio Trausnitz
Lutz, A. IPZ 5c	02.06.2013	Vier neue Flavor-Hopfensorten	B2	BR
Weihrauch, F., IPZ 5b	26.08.2013	Hopfenrundfahrt	Teleschau	intv
Kammhuber, K., IPZ 5d und Möller, M. (GfH)	12.09.2013	Hopfen unter der Lupe	Die Abendschau	BR
Lutz, A., IPZ 5c und Doleschel, P., IPZ 5	12.09.2013	Hopfen das grüne Multitalent	Die Abendschau - Der Süden	BR

8.3 Tagungen, Vorträge, Führungen, Ausstellungen

8.3.1 Tagungen, Fachveranstaltungen und Seminare

Veranstaltet durch	Thema	Teilnehmer	Datum/Ort
Seigner, E., IPZ 5	Tagung der Wissenschaftlichen Kommission - Internationale Hopfentagung	Hopfenwissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauindustrie	04.- 08.06.2013 Kiew, Ukraine
Münsterer, J., IPZ 5a	Grundlagen-Seminar Hopfentrocknung	alle deutschen Hopfenpflanzer	17.01.2013 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Grundlagen-Seminar Konditionierung	alle deutschen Hopfenpflanzer	18.01.2013 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Optimierung der Hopfentrocknung	Hopfenpflanzer mit vergleichbarer Trocknungstechnik	05.02.2013 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Optimierung der Hopfentrocknung	Hopfenpflanzer mit vergleichbarer Trocknungstechnik	06.02.2013 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Optimierung der Hopfentrocknung beim Bandrockner	Hopfenpflanzer mit Bandrockner	07.02.2013 Wolnzach
Münsterer, J., IPZ 5a	Grundlagen-Seminar Hopfentrocknung und Konditionierung	alle deutschen Hopfenpflanzer	19.03.2013 Wolnzach
Münsterer, J., Graf, T., IPZ 5a	Workshop "Bewässerung"	Hopfenpflanzer mit der Möglichkeit zur Hopfenbewässerung	28.06.2013 Karpfenstein
Niedermeier, E., IPZ 5a	Workshop Welke	Hopfenpflanzer im Anbaugebiet Hallertau	25.-26.01.2013 Wolnzach
Niedermeier, E., IPZ 5a	Grundlagen der Düngung im Hopfen und passende Düngereformen	Ring Junger Hopfenpflanzer - Anbaugebiet Hallertau	25.03.2013 Wolnzach

Veranstaltet durch	Thema	Teilnehmer	Datum/Ort
Portner, J., IPZ 5a	Besprechung "Grünes Heft" Hopfen 2013	Kollegen der Hopfenforschung und -beratung in Deutschland	04.03.2013 Hüll
Sichelstiel, W., Weihrauch, F. IPZ 5b	Arbeitssitzung Commodity Ex- pert Group Minor Uses Hops	Internationale Pflanzenschutz- experten Hopfen	04.06.2013
Sichelstiel, W., Schwarz, J. IPZ 5b	Arbeitssitzung Commodity Ex- pert Group Minor Uses Hops	Internationale Pflanzenschutz- experten Hopfen	08.-09.10.2013
Weihrauch, F. IPZ 5b	Arbeitssitzung Commodity Ex- pert Group Minor Uses Hops	Internationale Pflanzenschutz- experten Hopfen	19.-20.02.2013
Lutz, A., IPZ 5c	Erfahrungsaustausch zum Anbau von Special Flavor-Hopfen - Workshop	Hopfenpflanzer mit Erfahrung beim Anbau von Special Flavor- Hopfen	13.08.2013 Hüll
Lutz, A., IPZ 5c Portner, J., IPZ 5a	Workshop für Pflanzler der Special Flavor-Hopfen	Hopfenpflanzer mit Erfahrung beim Anbau von Special Flavor- Hopfen	13.08.2013 Hüll
Kammhuber, K., IPZ 5d	Bonitierung von Hopfenmustern aus deutschen Anbaugebieten	Hopfenexperten, Hopfenpflanzer, Hopfenhandel, Brauer	16.10.2013 Hüll

8.3.2 Vorträge

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Fuß, S.	Deckungsbeitragsbe- rechnung (Hopfen) im Internet	IGN - 24 Mitglieder der Inte- ressengemeinschaft Qualitäts- hopfen Niederlauerbach	13.03.13	Niederlauer- bach
IPZ 5a	Fuß, S.	Deckungsbeitragsbe- rechnung (Hopfen) im Internet	Ring junger Hopfenpflanzer 20 Mitglieder des Ring junger Hopfenpflanzer	12.06.13	Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Versuche zur Optimie- rung der Trock- nung/Pflücktechnik	LfL - 5 TN, Hr. Doc. Ing. Petr Hermanek, Czech University of Life Sciences Prag	21.03.13	Wolnzach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Optimierung der Hop- fentrocknung	Comptoir Agricole, Elsässi- sche Hopfengesellschaft Cophoudal/Comptoir - 15 TN	11.07.13	Strasbourg
IPZ 5a	Münsterer, J.	Optimale Hopfentrock- nung eine ständige Herausforderung auch 2013	Interessengemeinschaft Quali- tätshopfen Niederlauerbach - 42 Mitglieder	23.10.13	Niederlauer- bach
IPZ 5a	Münsterer, J.	Vorstellung der neuen EDV-Version und Be- sprechung der Auswer- tungsmöglichkeiten mit der Bayer. Hopfen- schlagkartei	LfL 25 Mitglieder des Arbeitskrei- ses Hopfenschlagkartei (HSK)	10.12.13	Wolnzach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Stand der Forschung und Wege zur Bekämp- fung der Welkeproble- matik	Förderkreis Hopfen, Jura 112 Hopfenpflanzer im An- baugebiet Hallertau	01.02.13	Marching
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Zusammenspiel der Nährstoffe	Bioland 30 Öko-Hopfenbauern	06.02.13	Kloster Plankstetten
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an ge- sundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Hallertau	18.02.13	Osseltshausen

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 65 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	19.02.13	Lindach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Abensberg 65 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	19.02.13	Mainburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	22.02.13	Oberhatzkofen
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Roth 20 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau/ Hersbruck	25.02.13	Hedersdorf
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Roth 45 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Spalt	25.02.13	Spalt
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	26.02.13	Biburg
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	27.02.13	Niederlauterbach
IPZ 5a	Niedermeier, E.	Anforderungen an gesundes Pflanzmaterial (Pflanzenpass)	LfL + AELF Abensberg 70 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	28.02.13	Marching
IPZ 5a	Portner, J.	Situation der Schwermetallgehalte in Hopfensprossen	ARGE Hopfenland Hallertau 10 TN, ARGE Hopfenland Hallertau	29.01.13	Pfaffenhofen
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	BayWa 28 Mitarbeiter der BayWa-Betriebe	05.02.13	Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	Beiselen GmbH 25 Mitarbeiter des Landhandels	08.02.13	Hebrontshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Situation der Schwermetallgehalte in Hopfensprossen	ARGE Hopfenland Hallertau 10 Produzenten und Gastwirte	08.02.13	Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	18.02.13	Osseltshausen
IPZ 5a	Portner, J.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 65 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	19.02.13	Lindach
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	LfL + AELF Abensberg 65 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	19.02.13	Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmitteleinsparung im Hopfen durch Einsatz von Sensortechnik	LfL + AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	22.02.13	Oberhatzkofen

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmittel- einsparung im Hopfen durch Einsatz von Sen- sortechnik	LfL + AELF Roth 20 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Hallertau/Region Hersbruck	25.02.13	Hedersdorf
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmittel- einsparung im Hopfen durch Einsatz von Sen- sortechnik	LfL + AELF Roth 45 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Spalt	25.02.13	Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmittel- einsparung im Hopfen durch Einsatz von Sen- sortechnik	LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Hallertau	26.02.13	Biburg
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmittel- einsparung im Hopfen durch Einsatz von Sen- sortechnik	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Hallertau	27.02.13	Niederlauer- bach
IPZ 5a	Portner, J.	Pflanzenschutzmittel- einsparung im Hopfen durch Einsatz von Sen- sortechnik	LfL + AELF Abensberg 70 Hopfenpflanzer im Anbau- gebiet Hallertau	28.02.13	Marching
IPZ 5a	Portner, J.	Erosionsschutzmaß- nahmen im Hopfen	Hopfenpflanzenverband Hallertau 20 Beiräte des HVH	07.03.13	Schönram
IPZ 5a	Portner, J.	Die Welthopfensituati- on	LfL 10 Projektpartner	07.05.13	Wolnzach
IPZ 5a	Portner, J.	Reduction of pesticides by using sensor tech- nology in row treatments	IHB 40 Hopfenwissenschaftler	07.06.13	Kiew
IPZ 5a	Portner, J.	Erosionsschutzmaß- nahmen im Hopfen	LfL und Fa. Barth 12 Mitarbeiter der Fa. Barth	09.07.13	Mainburg
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflan- zenschutz	AELF 38 Hopfenpflanzer	19.07.13	Spalt
IPZ 5a	Portner, J.	Maßnahm. zur Vermin- derung von Oberflä- chenabfluss u. Erosion aus Hopfengärten	LfL 8 Hopfenpflanzer im Projekt- gebiet	23.07.13	Aiglsbach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflan- zenschutz	LfL 60 Hopfenpflanzer	07.08.13	Niederlauer- bach
IPZ 5a	Portner, J.	Aktuelles zum Pflan- zenschutz	LfL + Ring junger Hop- fenpflanzer 50 Hopfenpflanzer	08.08.13	Niederlauer- bach
IPZ 5a	Portner, J.	Fachkritik Hopfen 2013	Stadt Moosburg a.d. Isar 110 Besucher und Gäste der Moosburger Hopfenschau	19.09.13	Moosburg
IPZ 5a	Portner, J.	Situation der Schwer- metallgehalte in Hopfensprossen	ARGE Hopfenland Hallertau 10 Landräte und Mitglieder der ARGE	05.11.13	Freising
IPZ 5a	Portner, J.	Situation der Schwer- metallgehalte in Hopfensprossen	ARGE Hopfenland Hallertau 10 Produzenten und Gastwirte	17.12.13	Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zur Düngung u. zum Pflanzenschutz	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	23.05.13	Wolnzach

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz 2013 - Prognoseschulung	LfL und AELF Roth 56 Hopfenpflanzer und Gäste aus Spalt	29.05.13	Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz 2013	LfL + AELF Roth 56 Hopfenpflanzer und Gäste	29.05.13	Spalt
IPZ 5a	Schätzl, J.	Kartoffelbohrerbefall - direkte und indirekte Bekämpfungsmöglichkeiten	Hopfenring + LfL 8 Ringbetreuer	05.06.13	Rudertshausen
IPZ 5a	Schätzl, J.	Peronosporawarndienst - 30 Jahre in der Praxis	Ring junger Hopfenpflanzer 14 Hopfenpflanzer	12.06.13	Wolnzach
IPZ 5a	Schätzl, J.	Schädlings- u. Krankheitssituation - Probleme bei Mehrfachmischungen	Hopfenring + LfL 10 Ringbetreuer	19.06.13	Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aktuelles zum Pflanzenschutz und zur Bewässerung	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	11.07.13	Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Abschlussmaßnahmen im Pflanzenschutz + Aktuelles zum Erntezeitpunkt	Hopfenring + LfL 9 Ringbetreuer	21.08.13	Hüll
IPZ 5a	Schätzl, J.	Aufgaben u. Funktion der Organisationen im Haus des Hopfens in Wolnzach	LfL 27 TN - Cross-Compliance-Team Oberbayern	02.10.13	Wolnzach
IPZ 5b	Jereb, M.	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	Julius-Kühn-Institut 55 Wissenschaftler und Berater aus dem Pflanzenschutz	09.12.13	Darmstadt
IPZ 5b	Schwarz, J.	Trials in 2013 - results	2nd Meeting of the CEG Minor Uses Hops - 22 internationale Kollegen	08.10.13	Paris
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Zulassungssituation im Hopfenanbau und Probleme im Pflanzenschutz	IGN - 35 Hopfenpflanzer, Mitglieder der Interessengem. Qualitätshopfen Niederlauterbach (IGN)	22.01.13	Niederlauterbach
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Probleme im Pflanzenschutz Hopfen	BMELV 15 TN, Zulassungsbehörden u. Verbände Hopfenwirtschaft	29.01.13	Bonn
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation im Pflanzenschutz Hopfen 2013	BayWa AG 20 Landhandel	05.02.13	Mainburg
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation im Pflanzenschutz Hopfen 2013	Beiselen GmbH 25 TN, Landhandel	08.02.13	Hebrontshausen
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Erding 60 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	18.02.13	Osseltshausen
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	22.02.13	Oberhatzkofen

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzler im Anbau- gebiet Hallertau	26.02.13	Biburg
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Abensberg 70 Hopfenpflanzler im Anbau- gebiet Hallertau	28.02.13	Marching
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Pflanzenschutzsituation und Problematik im Hopfenbau	Verband Deutscher Hopfen- pflanzler e.V., 16 TN, Verband Deutscher Hopfenpflanzler e.V., Deutscher Hopfenwirt- schaftsverband e.V., Bayer CropScience, Hopfenring LfL-IPZ 5a und LfL-IPZ 5b	15.05.13	Wolnzach
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Ablauf der Mittelprü- fung im Pflanzenschutz	Ring Junger Hopfenpflanzler 14 Hopfenpflanzler	12.06.13	Hüll
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Informationen zum Pflanzenschutz im Hopfen	Deutscher Hopfenpflanzler- verband; Hopfenverwertungs- genossenschaft, Beirat Deut- scher Hopfenpflanzerverband, Aufsichtsrat Hopfenverwer- tungsgenossenschaft	23.07.13	Kelheim
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Das neue Pflanzenpass- Verfahren beim Hopfen	Deutscher Hopfenpflanzler- verband; Hopfenverwertungs- genossenschaft, Beirat Deut- scher Hopfenpflanzerverband, Aufsichtsrat Hopfenverwer- tungsgenossenschaft	23.07.13	Kelheim
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Aktuelle Pflanzen- schutzprobleme und mögliche Lösungen im Hopfenanbau	Verband Deutscher Hop- fenpflanzler, Zulassungsbe- hörden, Pflanzenschutzindust- rie, Hopfenwirtschaft	27.08.13	Wolnzach
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Harmonized Pesticide Availability - A New Attempt	Gesellschaft für Hopfenfor- schung (GfH) 18 TN, Advisory Board GfH	19.09.13	München
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Bienenmonitoring im Hopfen	Syngenta, 6 TN, Registrierung und Fachberatung Spezialkul- turen Syngenta	16.10.13	Maintal
IPZ 5b	Sichelstiel, W.	Auftreten und Bekämp- fungssituationen von Bodenschädlingen im Hopfenanbau	BVL 10 TN, Zulassungsbehörden Pflanzenschutz	16.12.13	Braunschweig
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche 2012 zur Kupferminimierung im ökol. Hopfenbau	Bioland 30 Öko-Hopfenbauern	06.02.13	Kloster Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Einsatz von Raubmil- ben zur Bekämpfung von Spinnmilben im ökologischen Hopfen- bau: Versuchsergebnis- se 2012	Bioland 30 Öko-Hopfenbauern	06.02.13	Kloster Plankstetten
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	LfL + AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzler im Anbau- gebiet Hallertau	27.02.13	Niederlauter- bach

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Downy mildew control in organic hops by the minimal use of copper fungicides – how low can we go?	International Hop Growers´ Convention 51 Wissenschaftler der internationalen Hopfenforschung	06.06.13	Kiew
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Schadsschwellen, Warn-dienst, Pflanzenschutz-strategien	Ring Junger Hopfenpflanzer 14 Hopfenpflanzer	12.06.13	Hüll
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Ergebnisse d. Forschungsplans Ökologischer Landbau 2008-2012 u. künftiger Forschungsbedarf: Teil Kartoffeln, Hopfen, Heil- und Gewürzpflanzen	LfL 40 TN, Berater und Wissenschaftler im Ökologischen Landbau	10.07.13	Hohenbercha
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm und Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V. 220 Vertreter von Brauwirtschaft, Handel, Ministerien, Behörden und Politik	26.08.13	Hüll
IPZ 5b	Weihrauch, F.	Versuche 2013 zur Kupferminimierung im ökologischen Hopfenbau sowie Stand der Umsetzung der Kupferminimierungsstrategie im Hopfenbau	Julius-Kühn-Institut und Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. 95 Berater und Wissenschaftler im Ökologischen Landbau Pflanzenschutzmittelindustrie Behördenvertreter	05.12.13	Berlin-Dahlem
IPZ 5c	Lutz, A.	Aroma- und Geschmacksnoten der Hüller Special-Flavor-Hopfen	Präsidium und Institutsleiter 20 TN	21.01.13	Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Erding 60 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	18.02.13	Osseltshausen
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Abensberg 65 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	19.02.13	Mainburg
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	26.02.13	Biburg
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Pfaffenhofen/Ilm 90 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	27.02.13	Niederlauterbach
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Abensberg 45 Hopfenpflanzer im Anbau-gebiet Hallertau	28.02.13	Marching
IPZ 5c	Lutz, A.	Hüller Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	IPZ 5c 8 Mitarbeiter der Hopfenzüchtung IPZ 5c	04.03.13	Hüll
IPZ 5c	Lutz, A.	Die Hüller Special Flavor-Hopfen	Gesellschaft für Hopfenforschung 100 Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung	21.03.13	Wolnzach

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen und ihre Rolle im Bieraroma	LfL 18 Referendare/innen	24.04.13	Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Hopfenaroma und Bieraroma	Gesell. f- Pflanzenbauwissenschaften und TUM 130 Tagungsteilnehmer der Jahrestagung 13 - Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, LfL und Technologie- und Förderzentrum Straubing	05.09.13	Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Züchtung der neuen Special Flavor-Hopfen	Alt-Weihenstephaner Brauerbund, TN 35	04.11.13	Freising
IPZ 5c	Lutz, A.	Special Flavor-Hopfen - Neue Herausforderungen für die Hüller Hopfenzüchtung	Stadt Mainburg TN 25	20.11.13	Mainburg
IPZ 5c	Seefelder, S.	Research activities against hop wilt in German hop growing regions	Wissenschaftl. Kommission, IHB 49 Hopfenwissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauindustrie	06.06.13	Kiew
IPZ 5c	Seefelder, S.	Molekularbiologische Arbeiten bei Hopfen	Erzeugergem. Hopfen HVG 9 TN, Universität Hohenheim, Prof. Wünsche und Prof. Weber	22.11.13	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Versuchsanbau neuer Zuchtstämme	GfH 10 TN, Vorstandschaft der Gesellschaft für Hopfenforschung	14.01.13	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Pfaffenhofen/Ilm 65 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	19.02.13	Lindach
IPZ 5c	Seigner, E.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Landshut 40 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hallertau	22.02.13	Oberhatzkofen
IPZ 5c	Seigner, E.	Special Flavor-Hopfen	LfL und AELF Roth 35 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Spalt	25.02.13	Spalt
IPZ 5c	Seigner, E.	Special Flavor-Hopfen - neue Herausforderungen	LfL und AELF Roth 21 Hopfenpflanzer im Anbaugbiet Hersbruck	25.02.13	Hedersdorf
IPZ 5c	Seigner, E.	Kreuzungszüchtung bei der Landsorte Tettlinger	Ministerium für Ländlichen Raum, BW 15 TN	05.03.13	Stuttgart
IPZ 5c	Seigner, E.	Hopfenforschung der LfL	LfL 18 Referendare	24.04.13	Freising
IPZ 5c	Seigner, E.	Breeding of Special Flavor Hops to pave the way to the craft brewers	Wiss. Kommission 49 Hopfenwissenschaftler und Experten der Hopfen- und Brauindustrie	05.06.13	Kiew
IPZ 5c	Seigner, E.	Administrative Meeting of the Scientific Commission	Wissenschaftl. Kommission 46 Hopfenwissenschaftler, Experten der Brau- und Hopfenwirtschaft	06.06.13	Kiew

AG	Referent	Titel	Veranstalter Besucher	Datum	Ort
IPZ 5c	Seigner, E.	Bericht zur Tagung der Wissenschaftlichen Kommission in Kiew	LfL 35 TN	07.08.13	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Hopfenzüchtung der LfL	BraufactuM; Barth-Haas-Group 40 Brauer, Journalisten /Blogger im Bierbereich, Hopfenhandel,	04.09.13	Hüll
IPZ 5c	Seigner, E.	Hop Aroma Characteristics - Harvest 2013	Gesellschaft für Hopfenforschung 18 TN, Advisory Board Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung	19.09.13	München
IPZ 5c	Seigner, E.	Molekularbiologische Arbeiten bei Hopfen	Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG 9 TN, Prof. Wünsche, Prof. Weber, Universität Hohenheim	22.11.13	Hüll
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytische Aromacharakterisierung der neuen Hüller "Special-Flavor-Hops"-Stand der Forschung	GfH 35 Mitglieder der Gesellschaft für Hopfenforschung	21.03.13	Wolnzach
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Analytical aroma characterization of the new Hüller "Special Flavor-Hops"	IHB 40 Hopfenwissenschaftler	06.06.13	Kiew
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller "Special Flavor-Hopfen"	Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm 220 Vertreter von Brauwirtschaft, Handel, Ministerien, Behörden und Politik	26.08.13	Hüll
IPZ 5d	Kammhuber, K.	Die Bedeutung der Hopfeninhaltsstoffe für das Bierbrauen und für sonstige Anwendungen von Hopfen	LKP 40 Hopfenpflanzler (Iso-Betriebe)	09.12.13	Aiglsbach
IPZ IPZ 5a, 5b,	Doleschel, P.	Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Hopfen 2013	Hopfenbauversammlung 65 aktive Hopfenpflanzler	25.02.13	Hedersdorf und Spalt
IPZ, IPZ 5a, 5b, 5c, 5d	Doleschel, P.	Die LfL-Hopfenforschung und Beratung in Bayern	GfH / Mitgliederversammlung der Gesellschaft für Hopfenforschung	21.03.13	Wolnzach

8.3.3 Führungen

AG	Betreut von	Datum	Thema/Titel	Besucherguppe	TZ	ausl. Gäste
IPZ 5	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K.	20.02.13	Hopfenforschung der LfL	TUM, LS Lebensmittelchemie, Prof. Schieberle, Dr. Steinhaus; VLB-Berlin, P. Wietstock	7	nein

AG	Betreut von	Datum	Thema/Titel	Besuchergruppe	TZ	ausl. Gäste
IPZ 5	Doleschel, P. Lutz, A. Seigner, E.	11.06.13	Niedriggerüstanlage und neue Hopfensorten	Hopfenpflanzler Elbe-Saale	6	nein
IPZ 5	Lutz, A. Seigner, E. Sichelstiel, W.	13.06.13	Hop research at the LfL Flavor hops	Hopunion und Comptoir Agricole	10	ja
IPZ 5	Portner, J. Lutz, A. Schätzl, J.	14.06.13	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Produktionstechnik, Beratung	Berufsschule Pfaffenhofen	13	nein
IPZ 5	Doleschel, P. Lutz, A. Seigner, E. Sichelstiel, W.	26.06.13	Hopfenforschung der LfL, BLE und Erzeugem. Hopfen HVG geförderte Projekte	BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)	6	nein
IPZ 5	Seigner, E. Sichelstiel, W.	03.07.13	Hopfenforschung der LfL, Special Flavor-Hopfen	Personalrat der LfL	15	nein
IPZ 5	Lutz, A. Kammhuber, K. Seigner, E. Sichelstiel, W.	16.07.13	Hopfenforschung der LfL	Studenten der TUM, Fachrichtung Lebensmitteltechnologie und Brauwesen	40	nein
IPZ 5	Seigner, E. Kammhuber, K. Graf, T.	23.07.13	Hopfenforschung der LfL, Special Flavor-Hopfen, Aromaanalytik, Bewässerungs-Management	Studenten, TUM Lehrstuhl Pflanzenernährung, Prof. Schmidhalter	25	nein
IPZ 5	Lutz, A. Schätzl, J.	26.07.13	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Pflanzenschutz, Hopfenbau	Schüler Landwirtschaftsschule Pfaffenhofen	15	nein
IPZ 5	Doleschel, P. Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. Sichelstiel, W.	09.08.13	Hop research of the LfL, hop breeding, plant protection, chemical analysis	Kirin Brewery, Mitsubishi Corp.	10	ja
IPZ 5	Fuss, St. Lutz, A. Portner, J. Seigner, E.	12.08.13	Tettninger Züchtungsprojekt, Sensortechnik, Hopfentrocknung	Hopfenpflanzler Tettwang	48	nein
IPZ 5	Lutz, A. Seigner, E. Kammhuber, K. Sichelstiel, W.	22.08.13	Hop research of the LfL, hop breeding	China Resources Brewery Group	4	ja
IPZ 5	Seigner, E.	15.09.13	Hop research at the LfL	Barth Haas- Group, Hop Australia	33	ja
IPZ 5	Lutz, A., Kammhuber, K.	21.09.13	Hopfenforschung der LfL	Gäste von Nateco	15	nein
IPZ 5	Seigner, E. Sichelstiel, W. Kammhuber, K.	24.09.13	Hop research, hop breeding, plant protection, chemical analysis	Sumitomo	2	ja
IPZ 5	Seigner, E. Sichelstiel, W. Kammhuber, K.	07.11.13	hop research at the LfL	VLB Berlin, Brewmaster Carlsberg Asia	20	ja
IPZ 5	Kammhuber, K. Lutz, A. Seigner, E. Sichelstiel, W.	22.11.13	Hopfenforschung der LfL	Universität Hohenheim, Tettninger Hopfenpflanzerverband, Erzeugergem. Hopfen HVG	5	nein

AG	Betreut von	Datum	Thema/Titel	Besucherguppe	TZ	ausl. Gäste
IPZ 5a	Schätzl, J.	14.06.13	Informationsveranstaltung	Berufsschüler der Landkreise PAF/FS/EI/KEH	15	nein
IPZ 5a	Münsterer, J. Portner, J.	11.07.13	Pflücktechnik und Hopfentrocknung	Hopfenpflanzer aus Frankreich	32	ja
IPZ 5a	Schätzl, J.	26.07.13	Krankheiten und Schädlinge, Pero-Warndienst, aktueller Pflanzenschutz	Landwirtschaftsschüler	13	nein
IPZ 5a	Münsterer, J.	06.08.13	Hinweise zu optimalen Konditionierung von Hopfen	Verband landwirtschaftlicher Fachschulabsolventen	40	nein
IPZ 5a	Münsterer, J.	07.08.13	Hinweise zur optimalen Konditionierung von Hopfen	Verband landwirtschaftlicher Fachschulabsolventen	60	nein
IPZ 5a	Schätzl, J.	16.08.13	Aktuelles zum Pflanzenschutz Hopfenbegehung in Lilling	Mitarbeiter des AELF Roth/AELF Hersbruck	58	nein
IPZ 5c	Seigner, E.	11.01.13	Hopfenforschung an der LfL, Züchtung, Pflanzenschutz, Flavor-Hopfen	Hopfenverwertungsgen. HVG	2	nein
IPZ 5c	Lutz, A.	30.01.13	neue Zuchtstämme, Special Flavor-Hopfen	Veltins Brauerei	2	nein
IPZ 5c, 5d	Seigner, E. Lutz, A. Kammhuber, K.	20.02.13	Aromastoffe in Hopfen und Bier	Techn. Universität München, LS Lebensmittelchemie u. LS Getränke- und Brautechnologie; TU-Berlin;	9	nein
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	01.03.13	Hop Research, Screening for powdery mildew resistance	Institute of Soil Science and Plant Cultivation State Research Institute, Universität Hohenheim	2	ja
IPZ 5c	Lutz, A.	11.04.13	Special Flavor Hop, hop breeding	Ron Barchet, US Brauer	1	ja
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	23.04.13	Hop research, hop breeding, Special Flavor hops	AB Inbev	4	ja
IPZ 5c	Lutz, A.	29.04.13	Breeding, Hüll Special Flavor Hops	US-Hopfenpflanzer	1	ja
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	11.06.13	Zwerghopfen für Niedriggerüstanbau	Hopfenpflanzer Elbe-Saale	6	nein
IPZ 5c	Lutz, A.	18.06.13	Hopfenforschung der LfL, Neue Flavor-Hopfen, Bierprobe	Frauen Union Wolnzach	35	nein
IPZ 5c	Seigner, E.	02.07.13	Hopfenzüchtung der LfL, Männliche Hopfen, Special Flavor-Hopfen	DLG - Pflanzenzüchter	15	nein
IPZ 5c	Lutz, A.	07.08.13	Special Flavor-Hopfensorten	IGN-Hopfenstammtisch	35	nein
IPZ 5c	Lutz, A.	07.08.13	Special Flavor-Hopfen, Erntezeit	ISO Hopfenbetriebe Hopfenring	80	nein
IPZ 5c	Lutz, A. Sichelstiel, W.	14.08.13	Hopfenforschung der LfL, Hopfenzüchtung, Special Flavor-Hopfen	Hopfenpflanzer Spalt	10	nein
IPZ 5c	Seigner, E.	30.08.13	Hopfenforschung der LfL	Besucher im Rahmen der Hopfenwochen "Hopfenland erleben"	60	nein

AG	Betreut von	Datum	Thema/Titel	Besuchergruppe	TZ	ausl. Gäste
IPZ 5c	Lutz, A.	04.09.13	Hopfenforschung LfL, Special Flavor-Hopfen, Hüller Zuchtsorten	Teilnehmer der Hopfentage 2013 mit Braufactum und Barth	40	nein
IPZ 5c	Seigner, E. Kammhuber, K.	05.09.13	Hop research, hop breeding, plant protection, hop harvest, chemical analysis	Hopfenexperten, Biervertrieb	10	ja
IPZ 5c	Lutz, A.	06.09.13	Hopfsorten, Hopfenaroma	BayWa	1	nein
IPZ 5c	Lutz, A. Münsterer, J.	09.09.13	hop drying,	US-Hopfenpflanzer, deutscher Maschinenbauer	2	ja
IPZ 5c	Lutz, A. Seigner, E.	19.09.13	Aroma assessment of hop cultivars and breeding lines - harvest 13	AB InBev	10	nein
IPZ 5c	Seigner, E.	22.09.13	Hop research of the LfL	AB InBev	45	ja
IPZ 5c	Lutz, A.	25.09.13	hop aroma evaluation	Hopfenexperte und Craft-Brauer	2	ja
IPZ 5c	Seigner, E.	27.09.13	Hop research of the LfL	AB InBev	33	ja
IPZ 5c	Seigner, E.	29.09.13	Hop research at the LfL	AB InBev	48	ja
IPZ 5c	Lutz, A.	30.09.13	Hopfenstopfen	Krones	3	nein
IPZ 5c	Lutz, A.	02.10.13	hop aroma	AB InBev	5	ja
IPZ 5c	Seigner, E. Lutz, A.	18.11.13	hop breeding, Special Flavor Hops, Aroma and Beer	Carolyn Beeler, Agence France-Presse	1	ja
IPZ 5d	Kammhuber, K.	23.08.13	Labor und Pflanzenschutz	Labor Sofia	2	nein

8.3.4 Ausstellungen und Poster

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte bzw. Themen/Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
11th Intern. Verticillium Symposium, Göttingen	Molecular in planta test for the detection of Verticillium pathotypes in hops and initial steps towards biological control	Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft e.V.	05.-08.05.2013	IPZ 5c
Tagung der Wissenschaftlichen Kommission des internationalen Hopfenbaubüros (IHB), Kiew, Ukraine	Monitoring of Hop stund viroid and dangerous viruses in German hop gardens	Wissenschaftliche Kommission des internationalen Hopfenbaubüros (IHB)	06.06.2013	IPS 2c u. IPZ 5c
Tagung der Wissenschaftlichen Kommission des internationalen Hopfenbaubüros (IHB), Kiew, Ukraine	EU-Commodity Expert Group Minor Uses Hops - A cooperation to close gaps and harmonize plant protection at EU-Level	Wissenschaftliche Kommission des internationalen Hopfenbaubüros (IHB)	06.06.2013	IPZ 5b
Hopfenlehrfahrt des Tettninger Hopfenpflanzerverbandes, Hüll	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettninger	Hopfenpflanzerverband Tettning	12.08.2013	IPZ 5c
Drinktec, München	Special Flavor Hops - Hop Aroma and Aroma in Beer	Messe München GmbH	16.-20.09.2013	IPZ 5c
Drinktec, München	Special Flavor-Hopfen - Hopfen-Aroma und Aroma im Bier	Messe München GmbH	16.-20.09.2013	IPZ 5c

Name der Ausstellung	Ausstellungsobjekte bzw. Themen/Poster	Veranstalter	Ausstellungsdauer	AG
Craft Brewers Conference, Washington, D.C., USA	Hallertau Blanc - Special Flavor Aroma and Brewing Trials	US Brewers Association	26.-30.09.2013	IPZ 5c
Craft Brewers Conference, Washington, D.C., USA	Huell Melon - Special Flavor Aroma and Brewing Trials	US Brewers Association	26.-30.09.2013	IPZ 5c
Craft Brewers Conference, Washington, D.C., USA	Mandarina Bavaria - Special Flavor Aroma and Brewing Trials	US Brewers Association	26.-30.09.2013	IPZ 5c
Craft Brewers Conference, Washington, D.C., USA	Polaris - Special Flavor Aroma and Brewing Trials	US Brewers Association	26.-30.09.2013	IPZ 5c

8.4 Aus- und Fortbildung

Name, Arbeitsgruppe	Thema	Zielgruppe
Münsterer, J., Schätzl, J., IPZ 5a	04.07.2013 - Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf Landwirt, Attenhofen	Prüflinge der Landkreise PAF/FS/KEH + AELF AB
Portner, J., IPZ 5a	07. bis 28.11.2013 - Bildungsprogramm Landwirt, Hopfenanbau, Abensberg	23 Landwirte
Portner, J., IPZ 5a	15. bis 18.10.2013 - Hopfenunterricht, Pfaffenhofen	17 Landwirte
Schätzl, J. IPZ 5a	14.06.2013 - Info-Veranstaltung für Berufsschüler	15 Schüler
Schätzl, J. IPZ 5a	26.07.2013 - Landwirtschaftsunterricht	13 Landwirtschaftsschüler

8.5 Mitarbeit in Arbeitsgruppen, Mitgliedschaften

Name	Funktion	Organisation
Fuß, S.	Mitglied	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Kammhuber, K.	Mitglied	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA)
Kammhuber, K.	Mitglied	European Brewery Convention (Hopfen-Subkomitee) Analysen-Komitee
Münsterer, J.	Mitglied	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Portner, J.	Mitglied	AG Nachhaltigkeit im Hopfenbau
Portner, J.	Mitglied	JKI - Fachbeirat Geräte-Anerkennungsverfahren zur Beurteilung von Pflanzenschutzgeräten
Portner, J.	Mitglied	JKI - Länderarbeitsgruppe "Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten"
Portner, J.	Mitglied	Meisterprüfungsausschüsse Niederbayern, Oberbayern-Ost und Oberbayern-West für den Ausbildungsberuf Landwirt
Schätzl, J.	Mitglied	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Landshut
Schätzl, J.	Mitglied	Prüfungsausschuss für den Ausbildungsberuf Landwirt am Fortbildungsamt Region Erding und Freising
Seefelder, S.	Mitglied	Gesellschaft für Hopfenforschung

Name	Funktion	Organisation
Seefelder, S.	Mitglied	KG Öffentlichkeitsarbeit der LfL
Seigner, E.	Mitglied	Gesellschaft für Hopfenforschung
Seigner, E.	Mitglied	Gesellschaft für Pflanzenzüchtung
Seigner, E.	Mitglied	International Society of Horticultural Science (ISHS)
Seigner, E.	Vorsitzende und Sekretärin	Wissenschaftl. Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros
Sichelstiel, W.	Mitglied	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
Sichelstiel, W.	Vorsitzender	EU Commodity Expert Group Minor Uses Hops
Sichelstiel, W.	Mitglied	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied	Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied	British Dragonfly Society
Weihrauch, F.	Führung der Bibliographie	DGaaE, AK Neuropteren
Weihrauch, F.	Mitglied	DgaaE, AK Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden
Weihrauch, F.	Mitglied	DgaaE, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie
Weihrauch, F.	Mitglied	DgFO, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie
Weihrauch, F.	Mitglied	DPG, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft
Weihrauch, F.	Mitglied	Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied	Gesellschaft für Tropenökologie e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied	Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied	Münchner Entomologische Gesellschaft e.V.
Weihrauch, F.	Mitglied des Editorial Boards	Worldwide Dragonfly Society

9 Laufende über Drittmittel finanzierte Forschungsvorhaben

AG Projekt-leiter	Projekt	Laufzeit	Kooperation	Kostenträger
IPZ 5a J. Portner	Optimierung des Bewässerungsmanagement im Hopfenanbau (DBU)	2011-2014	Beck, Dr. Michael - HSWT - FA Gartenbau; Schmidhalter, Prof. Urs - TU München, Pflanzenernährung; Euringer, Christian - ATEF.ONE GmbH; Lehmail, Dr. Erich - HVG, Wolnzach	DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt
IPZ 5a J. Portner	Entwicklung und Optimierung einer Maschine zur automatischen Hopfenpflücke	2011-2013	ILT, Freising Fuß - Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH & Co. KG, Schkölen	BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Projektträger Innovationsförderung
IPZ 5b Dr. F. Weihrauch	Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau	2010-2014	Öko-Hopfenbaubetrieb	BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
IPZ 5b Dr. F. Weihrauch	Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen	2013-2016		BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

AG Projekt- leiter	Projekt	Lauf- zeit	Kooperation	Kostenträger
IPZ 5c Dr. S. Seefeldler	Genotypisierung von Verticillium-Pathotypen aus der Hallertau	2008-2013	Dr. Radisek, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, Plant Protection Department, Zalec, Slowenien; Prof. G. Berg, Graz University of Technology, Environmental Biotechnology, Graz, Österreich	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG
IPZ 5c Dr. E. Seigner, A. Lutz	Mehltauisolate und deren Einsatz in der Mehлтаurensistenz-Züchtung bei Hopfen	2006-2014	EpiLogic GmbH, Agrarbiol. Forschung und Beratung, Freising	Gesellschaft für Hopfenforschung; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG; Wissenschaftliche Station für Brauerei in München
IPZ 5c Dr. E. Seigner, A. Lutz und IPS 2c Dr. L. Seigner	Monitoring von gefährlichen Virus- und Viroidinfektionen von Hopfen in Deutschland	2011-2014	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V. Hopfenbauberater	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.
IPZ 5c Dr. E. Seigner, A. Lutz	Kreuzungszüchtung mit der Landsorte Tettnanger	2011-2016	Versuchsgut Straß, Franz Wöllhaf	MLR-BW - Ministerium für ländlichen Raum, Verbraucherschutz und Ernährung, Baden-Württemberg; Hopfenpflanzerverband Tettnang; Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.; Gesellschaft f. Hopfenforschung e.V.
IPZ 5c Dr. E. Seigner, A. Lutz	Fortsetzung des Züchtungsprogrammes "Special Flavor Hops"	2012-2013		HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G.
IPZ 5d Dr. K. Kammhuber	Verbesserung der Aromacharakterisierung der neuen Hüller Special Flavor-Hopfen	2012-2013	Dr. Coelhan, Technische Universität München	HVG - Erzeugergemeinschaft Hopfen e.G.

10 Forschungsschwerpunkte

AG	Projekt	Lauf- zeit	Kooperation
5a	Erprobung des Witterungsmodells Adcon für den Peronosporawarndienst	2008-2013	Hopfenring e. V., Wolnzach
5a	Erprobung und Etablierung technischer Hilfsmittel zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung von Hopfen	2003-2015	
5a	Evaluierung von spezifischem Wasserbedarf unterschiedlicher Hopfensorten bei saugspannungsabhängiger Bewässerung	2012-2014	
5a	Hallertauer Modell zum Ressourcen schonenden Hopfenanbau	2010-2014	Landesamt für Wald- und Forstwirtschaft Landesamt für Umwelt Fa. Ecozept,

AG	Projekt	Laufzeit	Kooperation
5a	Sortenreaktion auf Reduzierung der Gerüsthöhe auf 6 m	2012-2014	
5a	Variation des Einsaat- und Einarbeitungszeitpunkts der Zwischenfrucht in Hopfen	2012-2014	IAB
5b	Entwicklung des weltweiten Öko-Hopfenanbaues	2011-	Joh. Barth & Sohn GmbH & Co. KG, Nürnberg
5b	Monitoring und Diagnose von Schnellkäfern (Elateridae) in Hopfengärten der Hallertau	2010-	Julius-Kühn-Institut, Braunschweig Syngenta Agro GmbH, Maintal
5c	Brauersuche mit Special Flavor-Hopfen - LfL als Kooperationspartner von Brauern	2011-	IPZ 5d, Hopfenhandelshäuser; Verband Deut. Hopfenpflanzer; Techn. Universität München - Lehrstuhl Brau- und Getränketechnologie; Brauereien weltweit
5c	Differenzierung von Hopfensorten über molekulare Techniken als Beitrag zur Qualitätssicherung	2007-2022	Vermehrungsbetrieb; Hopfenhandel
5c	Erarbeitung und Optimierung von Selektionssystemen zur Testung auf Peronospora-Toleranz bei Hopfen	2012-2014	Prof. Dr. Thomas Ebertseder, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft
5c	In situ Erhaltung und Weiterentwicklung des bayerischen Genpools bei Hopfen	2001-2025	
5c	Meristemkulturen zur Erzeugung von gesundem Basismaterial bei Hopfen	2008-2016	IPS 2c - Seigner, L. und Team IPZ 5b - Ehrenstraße, O.
5c	Untersuchung von Pflanzgut auf Verticillium	2013-2022	
5c	Züchtung von Hopfen mit besonderen Inhaltsstoffen	2006-	BayWa, Dr. Dietmar Kaltner, Hopfenverwertungsgenossenschaft HVG e.G.; Hopsteiner, Dr. Martin Biendl; Barth-Haas Group, Dr. Christina Schönberger
5c	Züchtung von Hopfensorten mit besonderer Eignung zum Anbau auf Niedrigerüstanlagen	2012-2020	
5d	Durchführung aller analytischen Untersuchungen zur Unterstützung der Arbeitsgruppen des Arbeitsbereichs Hopfen, insbesondere der Hopfenzüchtung	Dauer-aufgabe	IPZ 5a, IPZ 5b, IPZ 5c
5d	Entwicklung einer NIRS-Kalibrierung für den α -Säuregehalt basierend auf HPLC-Daten	2000-offen	
5d	Entwicklung von Analysemethoden für die Hopfen-polyphenole (Gesamtpolyphenole, Flavanoide, Einzelsubstanzen wie Quercetin, Kämpferol mit HPLC)	2007-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Herstellung von reinen α -Säuren und deren ortho-Phenylendiamin-Komplexen zur Überprüfung und Kalibrierung des Kalibrierextraktes ICE 3	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Organisation und Auswertung von Ringanalysen zur α -Säurenbestimmung für die Hopfenlieferungsverträge	2000-offen	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Ringversuche zur Überprüfung und Standardisierung von wichtigen Analysenparametern innerhalb der AHA-Labors (z. B. Linalool, Nitrat, HSI)	Dauer-aufgabe	Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik AHA
5d	Sortenüberprüfung für die Lebensmittelüberwachungsbehörden	Dauer-aufgabe	Landratsämter (Lebensmittelüberwachung)

11 Personal IPZ 5 - Arbeitsbereich Hopfen

Für die Landesanstalt für Landwirtschaft - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Hüll / Wolnzach / Freising waren im Jahre 2013 tätig (AG = Arbeitsgruppe):

IPZ 5

Koordinator:

Direktor an der LfL Dr. Doleschel Peter (kommissarisch)

Hertwig Alexandra

Krenauer Birgit

IPZ 5a

AG Hopfenbau, Produktionstechnik

LD Portner Johann

Fischer Elke

LA Fuß Stefan

Dipl.-Biol. (Univ.) Graf Tobias

LA Münsterer Jakob

LAR Niedermeier Erich (bis 30.06.13)

LR Schätzl Johann

IPZ 5b

AG Pflanzenschutz im Hopfenbau

LD Sichelstiel Wolfgang

LTA Ehrenstraßer Olga

Felsl Maria

Dipl.-Ing. (FH) Jereb Marina (ab 01.06.13)

LI Meyr Georg

Dipl.-Ing. (FH) Schwarz Johannes

Weiher Johann

Dr. rer. nat. Weihrauch Florian

IPZ 5c

AG Züchtungsforschung Hopfen

RD Dr. Seigner Elisabeth

Dandl Maximilian
CL Eichinger Barbara (06.02. bis 14.04.13)
CTA Forster Brigitte
CTA Hager Petra
LTA Haugg Brigitte
Hock Elfriede
Agr.-Techn. Ismann Daniel
LTA Kneidl Jutta
LAR Lutz Anton
Maier Margret
Mauermeier Michael
MS Biotech. (Univ.) Maurer Katja
Pflügl Ursula
Presl Irmgard
B.Sc. Schmid Helena (bis 31.07.13)
ORR Dr. Seefelder Stefan
Suchostawski Christa

IPZ 5d

AG Hopfenqualität und -analytik

ORR Dr. Kammhuber Klaus

MTLA Hainzmaier Magdalena
CL Neuhof-Buckl Evi
Dipl.-Ing. agr. (Univ.) Petzina Cornelia
CTA Weihrauch Silvia
CTA Wyschkon Birgit